

## XIV

Téléphonie électrique. — Transmission de la parole. — Les téléphones réversibles. — Systèmes Bell, Gower, Ader. — Les téléphones à pile. — Système Edison. — Transmetteurs à charbon Crossley, Blake, Maiche, Ader, Lock-Labye, Mackenzie, etc. — Les microphones. — La bobine d'induction en téléphonie. — Portée des transmissions. — L'induction dynamique. — Téléphones pour grandes distances. — Système Dolbear. — Système Herz. — Système Maiche. — Transmission en duplex. — Téléphones divers. — Téléphones thermiques. — Système Preece; système Amsler. — Emploi du téléphone. — Réseaux urbains en Amérique et en Europe. — Le réseau de Paris. L'exploitation de la Société Générale des téléphones en France. — Pose des lignes. — Les câbles en égout. — Entrée chez les abonnés. — Bureaux centraux. — Le bureau de l'avenue de l'Opéra. — Installation modèle. — Communications entre abonnés. — Développement de l'industrie téléphonique.

Le téléphone est bien la plus merveilleuse des inventions modernes.

« Je viens de voir la merveille des merveilles, s'écriait sir William Thomson en 1876, devant l'Association britannique, à son retour de l'Exposition de Philadelphie. » L'illustre électricien n'avait rien exagéré dans son enthousiasme. Pour notre part, nous ne savons trop aujourd'hui ce qu'il faut le plus admirer, des résultats obtenus ou de la simplicité des moyens employés pour les atteindre. Le téléphone est l'instrument simple par excellence! bien plus rudimentaire qu'un télégraphe quelconque et bien

autrement fin et complet. L'appareil est admirable (1). Beaucoup de personnes encore maintenant ne se rendent pas bien compte du jeu de l'instrument. Essayons en quelques lignes d'en faire saisir le principe.

Tout le monde connaît le téléphone à ficelle : deux petits cornets en carton avec membrane de parchemin, deux petits tambours de basque si l'on veut, réunis par une corde de coton ou de soie. On parle dans l'un, et la voix arrive assez distinctement dans l'autre, jusqu'à environ 150 ou 200 mètres de distance. Que se passe-t-il? Absolument ce qui s'observe quand on frappe un coup avec un marteau sur l'extrémité d'une pièce de bois, et qu'on prête l'oreille à l'autre extrémité; les vibrations se transmettent à travers le bois. La voix fait vibrer la membrane du cornet transmetteur; les vibrations se communiquent par la ficelle tendue jusqu'à la membrane du cornet récepteur. On parle d'un côté, on entend de l'autre. Le son ne va pas bien loin dans ce cas, parce que les vibrations s'éteignent progressivement en suivant la corde, et quand la distance est un peu grande, tout le mouvement est anéanti avant d'atteindre le cornet récepteur. Mais n'est-il pas évident que si l'on parvenait à faire vibrer à une distance quelconque la

(1) Trois physiciens peuvent se partager la gloire de l'avoir inventé. Elisah Gray et Graham Bell prirent un brevet provisoire aux États-Unis le *même jour*, le 14 février 1876. Edison, le 14 janvier 1876, avait déjà demandé un  *caveat* . Les trois brevets sont très-analogues. Le téléphone avait d'ailleurs eu de nombreux ancêtres. Nous ne pouvons, dans cette rapide esquisse, insister sur les origines de l'invention et les droits de priorité apparente des inventeurs. On trouvera un historique complet de la question dans un excellent livre qui porte la signature autorisée de M. le comte du Moncel, *le Téléphone*, Hachette éditeur.

membrane du cornet récepteur, absolument comme vibre celle du cornet transmetteur, n'est-il pas clair qu'on pourrait porter la parole à toute distance? Or, dans la télégraphie, c'est un courant électrique qui met en mouvement l'appareil récepteur de la dépêche; dès lors, pourquoi un courant électrique ne serait-il pas de même utilisé pour faire vibrer au loin la membrane d'un cornet? C'est ce qu'a réalisé M. Graham Bell.

Dans son appareil, les vibrations du cornet dans lequel on parle sont transmises, avec une vitesse en quelque sorte instantanée, à l'appareil récepteur par un courant électrique. Tel est le principe. Maintenant, très-brièvement, le dispositif.

Dans un téléphone à ficelle, remplaçons la membrane

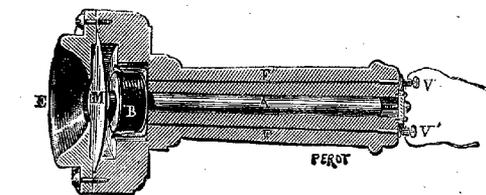


Fig. 150. — Coupe du Téléphone Bell

de parchemin par une membrane de tôle en fer très-mince M; en arrière, dans l'axe même du cornet, fixons

un gros clou d'acier A d'environ un décimètre de long. Cette tige d'acier est aimantée. Enfilons sur son extrémité qui touche presque à la membrane une petite bobine de bois B en tout semblable à celles dont se servent les dames ; seulement, au lieu d'un fil uniquement en soie, il s'y trouve enroulés des fils fins de cuivre recouverts de soie. Ainsi, une membrane vibrante, au-dessous une bobine de fils dans le creux de laquelle on a passé une tige de fer aimantée : voilà le téléphone Bell.

On parle devant la membrane ; elle vibre ; en vibrant elle se rapproche et s'éloigne alternativement du clou aimanté et de sa bobine. Le rapprochement de la rondelle mince de fer de la tige d'acier surexcite son aimantation ; l'éloignement ramène le magnétisme à son taux normal. Or, nous l'avons déjà répété à plusieurs reprises, chaque fois qu'on fait varier la force d'un aimant placé à proximité d'une bobine de fils, on produit un courant instantané dans les fils. Donc, les vibrations de la membrane engendrent des courants électriques. On relie les fils FF' de la bobine du téléphone aux fils de ligne VV', et les courants s'en vont jusqu'au cornet récepteur.

Le téléphone récepteur est identique au premier. Les courants produits entrent dans le fil de la bobine. Or, on sait bien encore qu'un courant qui circule dans les spires d'une bobine au milieu de laquelle on a placé une tige d'acier surexcite l'aimantation de cette tige. Donc, les courants transmis accroîtront l'aimantation de la tige d'acier qui attirera plus énergiquement la rondelle de tôle. Sous cette influence, alternativement attirée par l'aimant et ramenée dans sa position par sa propre élasticité, elle vibrera,

et elle vibrera tout comme la rondelle de tôle du téléphone transmetteur. Les vibrations seront synchroniques. L'appareil répétera donc la parole prononcée. Bref, au départ, la voix crée le courant, qui mécaniquement, à l'arrivée, met en mouvement la rondelle. Est-ce assez simple?

Le téléphone peut être regardé comme un véritable générateur d'électricité dont la force motrice a pour origine les vibrations sonores. La rondelle vibrante s'approche et s'éloigne de l'aimant et de la bobine;

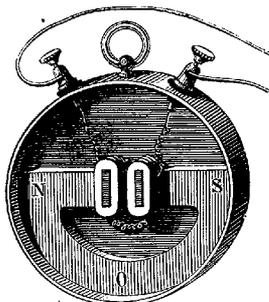


Fig. 151. — Disposition de l'aimant à double branche NOS, dans le Téléphone Gower.

en s'approchant elle crée dans les fils, comme dans les machines dynamo-électriques, un courant inverse, et en s'éloignant un courant direct. Si le premier diminue l'aimantation du récepteur, le second l'augmente; pour cette raison la rondelle métallique est plus ou moins attirée et vibre. Les deux téléphones se trouvent ici dans les mêmes conditions qu'une machine dynamo, qui fait fonctionner à distance une seconde machine dynamo. C'est un transport élec-

trique de la force de la voix! cette force si infime est transmise jusqu'à 300 kilomètres!

Le téléphone de Graham Bell a donné naissance, depuis 1876, à un certain nombre de téléphones analogues: téléphones de Gray, de Phelps, de Gower, d'Ader, etc. Dans ces appareils, au lieu de faire vibrer

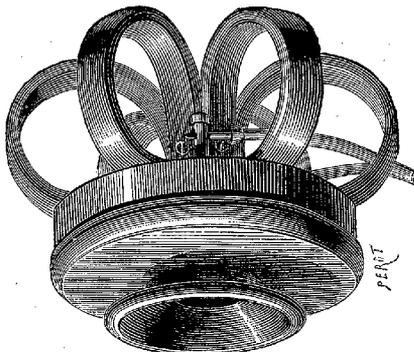


Fig. 152. — Crown-Téléphone de M. Phelps à six aimants recourbés.

le mince diaphragme de tôle par l'action du pôle unique d'une tige aimantée, on l'influence à la fois par les deux pôles d'une tige d'acier recourbée en fer à cheval. L'aimant prend la forme bien connue des aimants dont se servent les enfants. On fixe sur chaque pôle une bobine en regard du diaphragme vibrant; il y a donc deux bobines en action au lieu d'une. L'effet sonore est multiplié.

M. Ader a été plus loin encore dans cette voie. Au-dessus du diaphragme vibrant, à la base de l'embouchure, il dispose un petit anneau de fer doux. Cet

anneau de fer accroît par sa présence l'aimantation des deux pôles de l'aimant d'acier; et le son rendu est plus intense et plus net. Le téléphone à surexcitateur

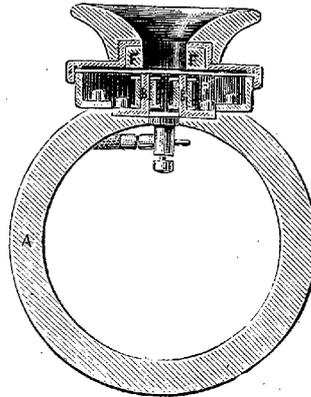


Fig. 153. — Coupe du Téléphone récepteur d'Ader. FF surexcitateur, BB noyaux des bobines.

de M. Ader est le plus employé en ce moment en France.

Les téléphones *réversibles*, c'est-à-dire les téléphones qui peuvent servir indifféremment de transmetteurs et de récepteurs sont connus sous le nom générique de *Téléphones magnétiques* : ils n'utilisent en effet, pour fonctionner, que les courants engendrés par des variations dans l'énergie des aimants, par des variations de magnétisme.

Ces instruments sont excellents et suffisants en pratique pour transmettre la parole à de petites distances, d'une rue à une rue voisine, d'un bout à l'autre d'une propriété, ou d'une usine, etc. Ils porteraient

la voix beaucoup plus loin sans les phénomènes d'induction qui gênent la transmission. Ces courants produits directement par la force motrice de la voix sont en définitive assez faibles ; aussitôt que la distance devient grande, qu'il faut transmettre

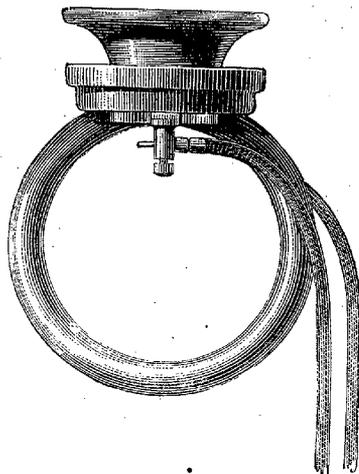


Fig. 154. — Vue extérieure du récepteur Ader.

dans une ville sillonnée par des réseaux télégraphiques, par des conduites de gaz, d'eau, etc., le petit courant du téléphone se perd au milieu des courants multiples accidentels, qui circulent à côté de lui et qui influencent son fil. La transmission manque de netteté et peut même s'annuler. Il faut avoir recours, dans ce cas, à d'autres appareils plus puissants, aux *Téléphones à pile*.

M. Edison est l'heureux inventeur du premier

téléphone à pile. Il était naturel, puisque les courants du téléphone magnétique étaient insuffisants, de songer à employer un courant plus énergique emprunté à la pile. Mais comment obliger ce courant d'intensité constante à varier de force avec les ondulations de la voix, comment par son intermédiaire faire vibrer la membrane à l'arrivée comme au départ?

Pour résoudre ce problème, M. Edison a tiré parti d'un fait signalé en 1855 par M. du Moncel et employé par M. Clérac dès 1863. Quand on fait passer un courant électrique à travers deux pastilles ou rondelles de charbon, superposées ou accolées, le courant circule d'autant mieux que ces deux rondelles sont plus pressées l'une contre l'autre. Donc, plaçons sous le diaphragme vibrant d'un téléphone une pastille adhérente de charbon; au-dessus en contact, une seconde pastille en communication avec une pile. Il est clair que, selon les vibrations imprimées par la voix au diaphragme, le contact entre les deux charbons deviendra plus ou moins intime, et le courant pénétrera dans le fil de ligne avec une intensité qui dépendra en définitive de l'énergie même des vibrations. A l'arrivée, le courant fait vibrer synchroniquement la rondelle d'un récepteur ordinaire.

Ici, on le voit, il faut une pile, un téléphone transmetteur spécial et différent du téléphone transmetteur. Chaque poste exige donc deux appareils distincts, un pour parler, l'autre pour écouter. En revanche, le courant étant assez fort, se confond moins avec les courants accidentels qui peuvent circuler en même temps sur la ligne. Toutefois, sans un artifice d'une grande importance, le nouveau téléphone n'aurait encore pu transmettre le son bien loin, à moins

d'augmenter indéfiniment la puissance de la pile.  
M. Edison songea à une disposition déjà appliquée en

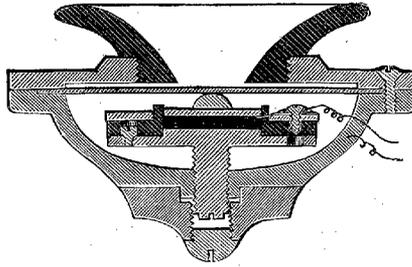


Fig. 155. — Transmetteur à charbon d'Edison. Coupe.

1874 par M. Elisah Gray dans un téléphone musical.  
Au lieu d'envoyer directement les courants de la pile

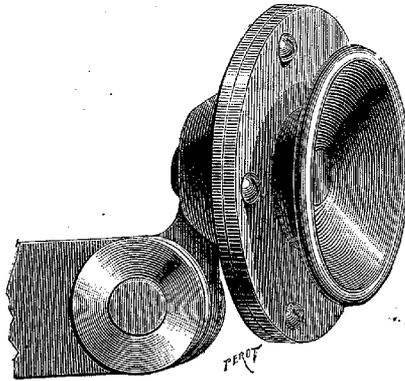


Fig. 156. — Transmetteur à charbon d'Edison. Vue perspective.

à l'appareil récepteur, il les fit passer préalablement  
dans une petite bobine de Ruhmkorff, ce qui, comme

nous le savons, les transforme en courants de haute tension. Or, les courants à grande tension franchissent facilement des longueurs de fils considérables. Ce stratagème permet de transmettre nettement la

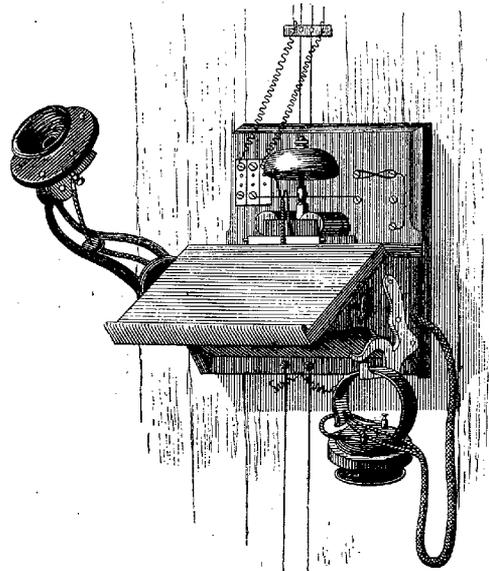


Fig. 157. — Poste téléphonique Edison.

voix, avec quelques éléments de pile seulement, à plus de 125 kilomètres de distance.

Le téléphone à pile avec bobine d'induction date de 1876 (1). On en a imaginé, depuis, plusieurs va-

(1) Si M. Edison n'a pas revendiqué comme sien le téléphone magnétique, on affirme que c'est parce qu'il le considérait comme insuffisant. Il l'avait laissé de côté pour atteindre son but, c'est-à-dire le téléphone à pile.

riantes, dont il serait superflu, dans ce coup d'œil rapide, d'indiquer les dispositifs.

En 1877, M. Hughes, l'éminent électricien anglais, faisait connaître au monde savant un type de transmetteur encore bien plus rudimentaire que le télé-

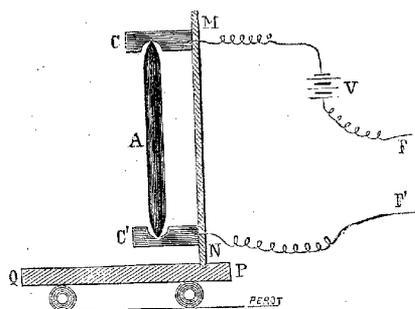


Fig. 158. — Microphone. NM planchette vibrante. A charbon. CC' supports, QP socle, F' ligne, V pile.

phone à pastilles de charbon de M. Edison. C'est le microphone. Une petite baguette de charbon conducteur A est plantée verticalement sur un petit support de même matière C ; son extrémité supérieure s'engage aussi dans une cavité creusée dans un support également en charbon C ; la baguette peut jouer tous les deux fois librement entre ses supports. Le courant passe par le support supérieur, traverse la baguette et va par le support inférieur dans le fil de ligne ; il suffit de parler dans le voisinage des charbons pour que la voix ébranle le système, modifie les contacts des charbons et fasse varier l'intensité du courant. Au poste d'arrivée, un téléphone

récepteur trahit les plus petites variations du courant et reproduit très-bien les sons articulés.

Les microphones se sont substitués depuis lors au premier transmetteur d'Edison. On a multiplié les dispositifs; on a essayé un peu de toutes les combinaisons. On comprendra que l'imagination des inven-

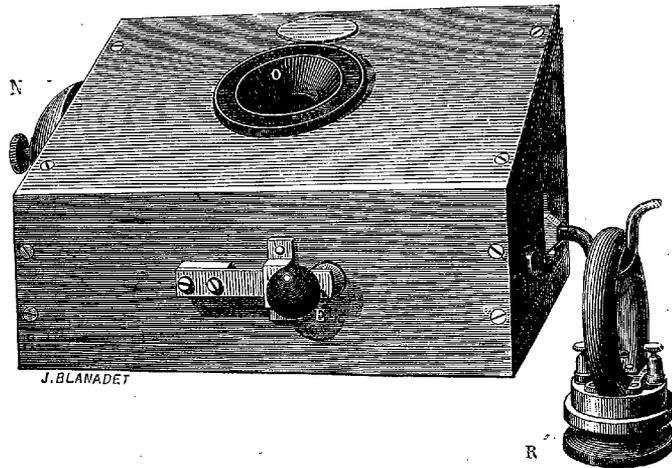


Fig 159. — Transmetteur Crossley. O embouchure, E bouton d'appel, R récepteur, N sonnerie.

teurs ait pu se donner facilement libre cours, puisqu'il s'agit de disposer les charbons de façon à accroître le nombre des contacts sans trop augmenter la résistance au passage du courant. Nous avons eu ainsi les transmetteurs téléphoniques Navez, Pollard et Garnier, Hellesen, Righi, Boudet de Paris, Paul Bert et d'Arsonval, Hopkins, etc.

A l'Exposition, on pouvait voir encore les transmetteurs Locht-Labye, Maiche, Herz, Mackenzie et

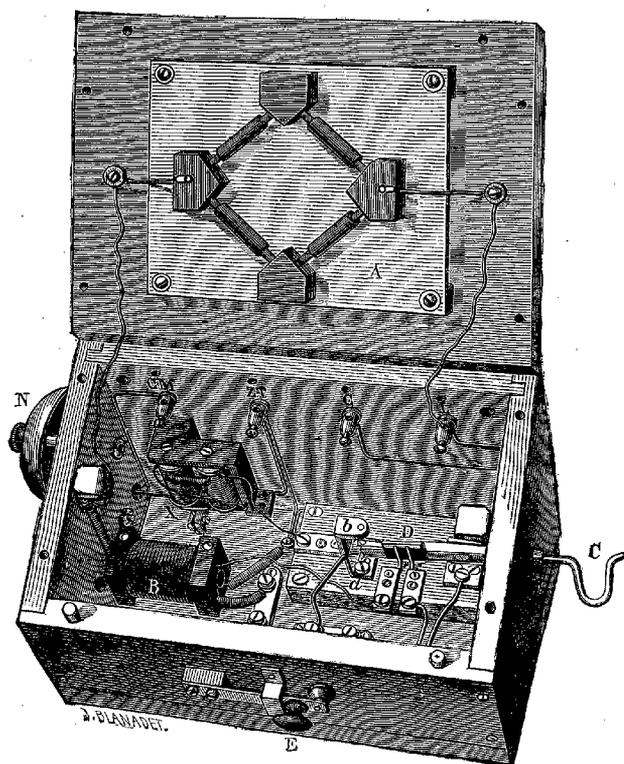


Fig. 160. — Transmetteur Crossley; vue intérieure. A microphone, D commutateur, B bobine d'induction, X électro-aimant de la sonnerie.

surtout le transmetteur Ader. La nomenclature en serait longue pour être complète. Les uns disposent

les charbons en carré, en losange, avec des supports aux quatre coins; les autres les placent horizontalement, verticalement, etc. D'autres opèrent le contact à l'aide d'un charbon et d'une petite rondelle de pla-

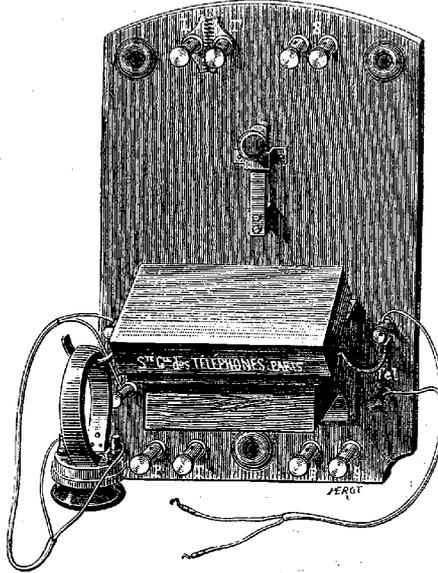


Fig. 161. — Poste téléphonique Ader (modèle avec applique).

tine, etc.

En pratique, on ne s'est réellement servi jusqu'ici que des appareils microphoniques Blake, Crossley, Ader. Le Crossley est employé en France. La Société générale des Téléphones tend à remplacer, selon les applications, les Crossley, les Edison, par les Ader.

Elle s'est assurée la propriété exclusive des transmetteurs à charbons, de la bobine d'induction associée au parleur, et des récepteurs à surexcitation de M. Ader.

Dans le transmetteur Ader, les charbons sont fixés

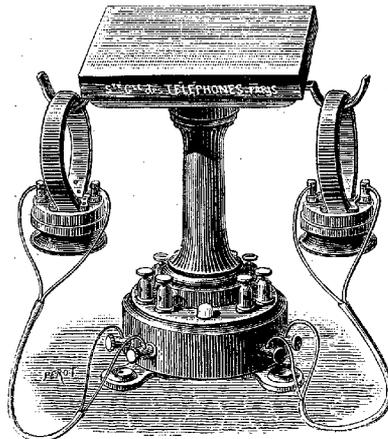


Fig. 162. — Poste téléphonique Ader (modèle portable).

au revers de la petite planchette de sapin qui forme comme le couvercle d'un pupitre. Les petites baguettes de charbon cylindriques sont posées à frottement doux et parallèlement dans de petites encoches ménagées dans des tiges parallèles : il y a cinq tiges parallèles et deux groupes de baguettes transversales. On dirait assez bien une courte échelle à cinq montants. Les contacts sont multiples, et le système est suffisamment mobile pour être bien influencé par les vibrations de la planchette de sapin. Chaque poste

Ader se compose par conséquent du transmetteur, forme pupitre à droite et à gauche duquel sont suspendus deux appareils récepteurs. Le récepteur Ader offre l'apparence d'un anneau d'acier poli, d'un bracelet dans lequel, en guise de perle, on aurait enchâssé une embouchure en ébonite. Généralement on applique contre l'oreille les deux récepteurs à la fois. La transmission avec cet appareil est excellente.

Sur les très-longues lignes, les systèmes actuels sont encore mis en défaut; sur les lignes très-voisines enfermées dans un même câble, les réactions électriques des courants les uns sur les autres gênent les transmissions; les phénomènes d'induction sont les plus grands ennemis de la téléphonie. Tout ce qui se passe dans un des conducteurs retentit sur les autres. Il y a bien longtemps que sans beaucoup de succès on tente de tourner la difficulté : on y est parvenu dans certaines limites pour l'induction électro-statique, en faisant parcourir la ligne par des flux successifs d'électricité contraire; la charge des uns est détruite par la charge contraire des autres. M. Varley a tiré bon parti de la méthode pour les transmissions sous-marines. Mais l'induction dynamique, celle qui résulte de la réaction d'un courant sur le fil voisin, est bien difficile à affaiblir, sinon à corriger complètement. En ce qui concerne l'induction sur les lignes téléphoniques, quelques systèmes ont été préconisés dans ces derniers temps. M. le docteur Herz a combiné plusieurs dispositifs. Dans l'un d'eux, il s'est servi, comme M. Dunand, comme M. Dolbear, de la section américaine, d'un condensateur pour récepteur. Une pile auxiliaire charge sans cesse le condensateur au même potentiel et les variations d'intensité du courant de

transmission augmentent ou diminuent ce potentiel; il en résulte des vibrations dans le condensateur qui reproduit les sons articulés. Si le potentiel n'était pas porté préalablement à un niveau fixe, les sons seuls seraient reproduits, mais non pas les sons articulés. Dans ces conditions, en portant la charge préalable assez haut, et en se servant de courants à haute tension, les effets d'induction sont atténués, quand ils sont engendrés par les courants ordinaires de la télégraphie ou de la téléphonie. Mais on peut se demander si l'on tirerait réellement quelque avantage de cet artifice, quand le même système serait appliqué sur tous les conducteurs d'un même câble. Dans un autre dispositif également ingénieux, le courant de la pile se bifurque d'une part dans la ligne, de l'autre dans une dérivation qui va à la terre et dans laquelle on a intercalé le transmetteur. Les variations de résistance créées dans la dérivation par les oscillations du transmetteur refoulent le courant dans la ligne, dont la résistance est invariable et les modifications d'intensité du courant de ligne sont d'autant plus accentuées qu'est plus grande la résistance de la dérivation à la terre. On peut ainsi accroître l'écart des intensités et l'amplitude des vibrations. Mais ici encore, ce qui est vrai pour une ligne l'est encore pour la ligne voisine quand on y applique le même système et le rapport des effets produits doit rester sensiblement le même, c'est-à-dire que si l'induction est affaiblie, la transmission doit l'être aussi. Cependant M. Herz affirme avoir pu transmettre avec son système jusqu'à 1100 kilomètres de distance.

M. Maiche a de même imaginé plusieurs artifices en apparence très-séduisants. Nous ne pouvons in-

sister sur ces différents systèmes qui n'ont pas encore fait suffisamment leurs preuves.

Il faut signaler toutefois, en passant, dans un autre ordre d'idées, les expériences curieuses répétées à plusieurs reprises par M. Maiche à l'Exposition. C'est habile

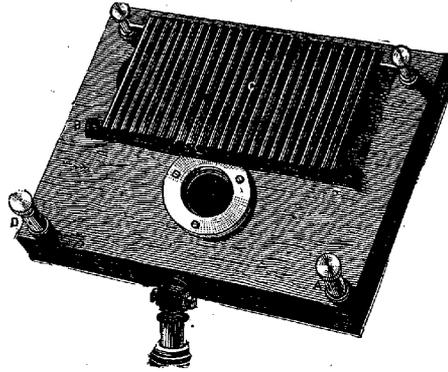


Fig. 163. — Microphone Paul Bert et d'Arsonval.

électricien fait simultanément travailler sur un même fil deux téléphones; avec l'un, il transmet les sons articulés, avec l'autre les sons musicaux. En appliquant un récepteur à chaque oreille, on peut à la fois entendre un air de musique et une conversation. C'est ainsi que nous avons très-bien pu distinguer les airs transmis par une boîte à musique et la lecture à haute voix d'un journal; en éloignant de l'oreille un des récepteurs, on percevait, à volonté, ou la parole ou la musique. Pour transmettre ainsi par un même fil et simultanément la parole et la mu-

sique, M. Maiche utilise tout bonnement le courant direct de la pile et à la fois les courants de tension de la bobine interposée dans le circuit. Les sons articulés sont reproduits par les courants de la bobine, et les sons musicaux par les courants directs qu'on fait passer en même temps. On sait que les courants

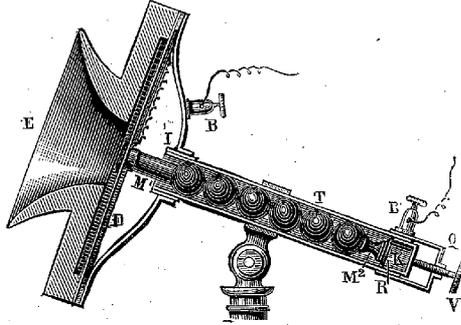


Fig. 164. — Microphone Boudet de Paris à sphères de charbon. E embouchure, D plaque vibrante, T charbons, K vis de réglage.

d'impulsion et les courants interrompus jouissent de la propriété de ne jamais se confondre dans une même ligne. Ainsi s'explique le secret de la téléphonie en partie double de M. Maiche.

A côté des téléphones dont nous venons de parler, nous pourrions en décrire toute une classe qui ne présentent au fond qu'un intérêt spéculatif. La véritable théorie du téléphone est loin d'être établie; ces différents appareils en apportent plus d'une preuve démonstrative. Il est certain que les vibrations du diaphragme des téléphones ne donnent pas seules les

sons, et la meilleure preuve est que l'on peut s'en passer. On peut se servir de plaques très-épaisses, et cependant la parole est encore reproduite. On peut remplacer tout le système du récepteur Bell par les deux charbons en contact d'un microphone, et la parole est encore reproduite, bien que très-mal.

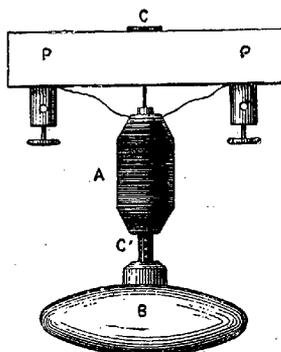


Fig. 165. — Téléphone sans diaphragme de M. Ader. B loquet de porte, CC' tige de fer doux. PP planchette de sapin. A bobine enroulée sur un tuyau de plume d'oie.

M. Ader a même réalisé un appareil récepteur uniquement formé d'une tige de fer piquée sur une planchette. En transmettant avec un appareil à charbons, et en approchant l'oreille de la planchette, on perçoit encore faiblement quelques mots articulés. Aussi est-on porté à admettre que les réactions des spires sur les aimants, du courant sur la plaque, etc., engendrent aussi des sons, ainsi que Page le démontra en 1837. Ces réactions jouent leur rôle dans la transmission. Le téléphone musical de Reiss, qui date de 1860,

était fondé sur ces réactions curieuses. Une simple aiguille à tricoter entourée de spires métalliques rend un son quand les spires sont traversées par un courant interrompu, provenant du transmetteur. On peut ainsi, avec différentes aiguilles, transmettre les sons musicaux. Nous signalons ces appareils unique-

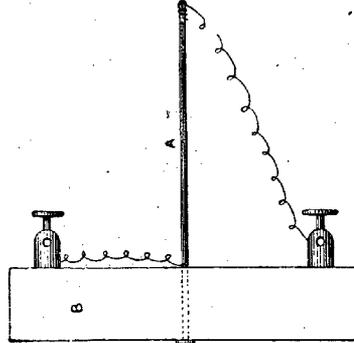


Fig. 166. — Téléphone à fil de fer de M. Ader, sans diaphragme, sans aimant et sans bobine. B planchette de bois, A tige de fer doux.

ment pour montrer que les causes exactes des phénomènes complexes qui se produisent dans les téléphones sont encore à déterminer.

C'est dans cette classe d'appareils scientifiques plutôt que pratiques qu'il faut aussi placer le téléphone thermique de M. Preece et le micro-téléphone à flamme de M. Amsler exposé dans la section suisse. L'appareil récepteur de M. Preece ne consiste qu'en un fil de platine de sept centièmes de millimètre de diamètre, long de 15 centimètres, fixé par un bout à un support et par l'autre à un disque en métal ou en

carton faisant vibreur. Les courants transmis successivement échauffent ce fil très-fin, et les dilata-tions et les contractions engendrent des vibrations qui reproduisent faiblement les mots prononcés devant l'appareil transmetteur. Le micro-téléphone de M. Amsler est, au contraire, un transmetteur. Ce ne sont plus des charbons qui, en vibrant, font varier l'énergie du courant transmis, c'est une flamme, au milieu de laquelle est placé un fil de platine conduc-teur du courant. La flamme vibre quand on parle devant elle, et ces oscillations ont pour conséquence des changements de température, et par suite, de résistance dans le conducteur, et des variations d'in-tensité dans le courant. Ces variations se répercutent sur l'appareil récepteur. Laissons ces curiosités et revenons à la pratique.

L'emploi du téléphone s'est très-vite répandu aux États-Unis. Il existe en Amérique plus de 85 villes qui l'utilisent pour des communications quotidiennes; on compte les abonnés aux Compagnies téléphoniques par milliers à New-York, Chicago, Philadelphie, Boston, etc. L'usage du téléphone a relativement passé assez vite d'Amérique en Europe. La France, l'Angleterre, la Belgique, l'Allemagne ont déjà leurs réseaux téléphoniques.

A Londres, on se sert principalement du transmet-teur Crossley avec le récepteur Gower-Bell. En Bel-gique, c'est le transmetteur Blake qui a la préférence avec le récepteur ordinaire de Bell; on objecte que le système d'Edison exige un réglage difficile du contact des charbons et que le réglage se déränge à la moin-dre secousse, qu'en outre il faut parler dans une

embouchure, ce qui est en effet un inconvénient; il est désagréable d'avoir à mettre la bouche dans un instrument qui sert à plusieurs personnes. Quoi qu'il en soit, le réseau belge, très-bien mené, avec une

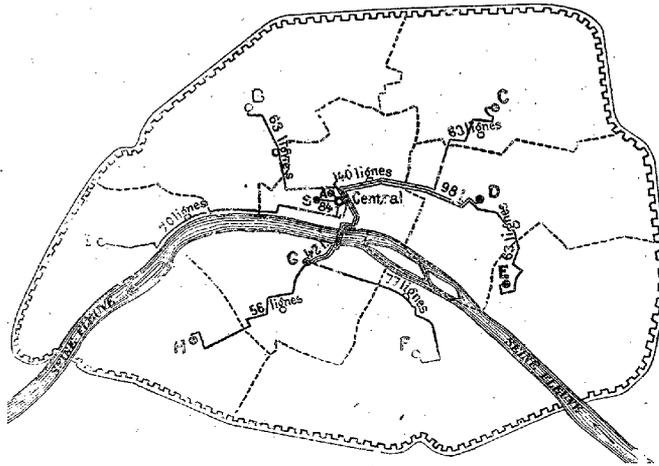


Fig. 167. — Plan du réseau téléphonique de Paris.

direction habile et très-active, s'étend déjà sur 1,500 kilomètres et réunit plus de 2,000 abonnés. 1,800 sont reliés, 250 sont à relier. Les lignes sont aériennes et ont en moyenne 1 kilomètre et demi de longueur. Le prix de l'abonnement est de 250 à 300 fr.

En Allemagne, c'est l'État qui, jusqu'à nouvel ordre, exploite pour son compte. Le prix est provisoirement de 250 francs, pour une distance inférieure

a 2 kilomètres. Chaque kilomètre en plus est payé 45 francs.

En France, les trois sociétés primitives propriétaires des systèmes Blake, Gower et Edison ont fusionné. La Société générale des Téléphones actuelle est liée avec l'État par le cahier des charges du 26 juin 1879. Le réseau est établi par les soins du Service des télégraphes aux frais de la Société. Les tarifs à percevoir par voie d'abonnement sont arrêtés par le Ministère des postes. Une lettre ministérielle du 25 décembre 1880 a fixé le tarif d'abonnement à 600 francs pour Paris et 400 francs pour la province.

Outre un cautionnement de 25,000 francs, la Société doit à l'État une annuité calculée à raison de 10 0/0 des recettes. La Société paie en outre une redevance à la Ville pour le droit de passage des fils dans les égouts (1).

Le réseau téléphonique de Paris qui, en 1880, n'avait que 440 kilomètres de développement, a aujourd'hui plus de 2000 kilomètres (2). Le nombre des abonnés de la Société des Téléphones s'est élevé en deux ans de 450 à 2,500 pour Paris. Il est de 2000 déjà dans les grandes villes où des bureaux ont été installés : Lille, Lyon, Marseille, Nantes, le Havre, Bordeaux et Rouen.

La Société fabrique elle-même maintenant à l'usine de Bezons les câbles qu'elle avait beaucoup de peine à se procurer jusqu'ici. L'usine a été placée sous la haute direction de M. Richard, ancien Directeur In-

(1) 20 francs pour les 500 premiers kilomètres, 30 francs pour les 500 kilomètres suivants, 40 francs ensuite et enfin 50 francs. Le droit pour les fils aériens est de 10 francs, quelle que soit la longueur de la ligne.

(2) Il n'y a sur ce chiffre que 107 kilomètres de fils aériens.

génieur des Télégraphes, un de nos électriciens les plus expérimentés. La construction des lignes pourra se faire désormais rapidement et il n'est pas douteux que le réseau ne s'étende considérablement. On relève pour les 2,000 abonnés reliés en ce moment une moyenne de 130,000 communications par semaine ; l'année dernière, la même moyenne pour les 825 abonnés reliés n'était que de 22,334 communications. Quand la Société aura obtenu de réunir la banlieue à Paris, ce chiffre augmentera dans une proportion considérable.

Chaque abonné a forcément son fil spécial. Au début de l'exploitation, on se servait d'un seul fil ; maintenant, et jusqu'à ce qu'on puisse l'éviter, on a recours à un double fil pour l'aller et le retour du courant. Les deux courants circulant en sens inverse, leur action sur les fils voisins est annulée à très-peu près, et l'on supprime ainsi les inconvénients de l'induction des conducteurs les uns sur les autres. Pour établir économiquement un réseau téléphonique dans une ville aussi étendue que Paris, on se garde bien de faire converger vers un centre unique les fils des abonnés disséminés dans tous les quartiers. On divise la ville en circonscriptions bien définies, et les abonnés qui s'y trouvent enfermés sont reliés à une station choisie le plus possible au centre de la région. Ces bureaux régionaux sont eux-mêmes reliés entre eux par autant de fils directs auxiliaires que le service l'exige. Aussi, lorsqu'un abonné veut correspondre avec un autre abonné, il consulte la liste qui lui est envoyée chaque mois, il voit à quel bureau son correspondant est relié et demande communication avec ce bureau. Le bureau avertit le correspondant,

et en moins de temps qu'il ne faut pour l'écrire, les communications sont établies. On compte à Paris en ce moment 10 bureaux disséminés dans tous les arrondissements (1).

Les câbles téléphoniques en service aujourd'hui à Paris sont d'un modèle récent. La gutta-percha des premiers câbles était trop mince; elle était difficile à poser de façon à garantir l'isolement; l'Administration des télégraphes en refusait souvent la réception. On a augmenté l'épaisseur de l'isolant. Maintenant les conducteurs sont formés de trois brins de fil de cuivre de un demi millimètre tordus ensemble. Il y a dans la même gaine de plomb 14 conducteurs, soit 7 conducteurs doubles pour l'aller et le retour. Chaque conducteur est recouvert de trois dixièmes de millimètre de gutta-percha; ce qui donne au total un diamètre de 2<sup>mm</sup> 4, à peu près. Le câble avec son plomb a un diamètre de 18 millimètres. Les essais de ces câbles donnent par kilomètre pour la résistance de chaque conducteurs 30 ohms; l'isolement est de 4,440 mégohms. La résistance des anciens conducteurs à fil de 0 millim. 7 était de 45 ohms. On y a donc gagné sous ce rapport si l'on y a perdu comme prix. L'ancien câble coûtait le kilomètre 1,550 francs; le nouveau environ 2,900 francs.

On groupe les sept conducteurs sous le même plomb pour gagner de la place et diminuer le poids de plomb. Un seul câble peut desservir sept abonnés. On relie

(1) Opéra A. Parc Monceau B. La Villette C. Château d'eau D. Rue de Lyon E. Avenue des Gobelins F. Rue du Bac G. Rue Lecourbe H. Passy I. Le quartier de l'Opéra a deux bureaux, celui de l'avenue de l'Opéra, n° 27, et celui du Siège social, 66, rue des Petits-Champs.

l'extrémité de chaque double conducteur à un petit câble à deux fils qui fait la jonction de l'égout à la maison de l'abonné. Le câble de jonction passe par le branchement d'égout qu'aux termes du règlement toutes les maisons doivent avoir ouvert sous le trottoir, et de là on l'introduit le long de la façade ou des escaliers de service jusqu'à l'appartement de l'abonné. On perce le mur à la mèche et l'on raccorde

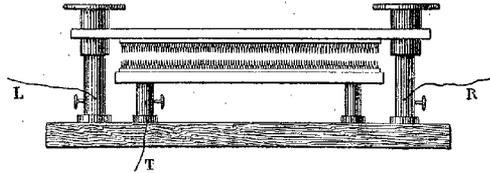


Fig. 168. — Paratonnerre téléphonique à pointes.

les deux fils du câble à des conducteurs recouverts de soie. La liaison téléphonique est effectuée. On intercale le téléphone dans le circuit avec la sonnerie d'appel et l'on place la pile dans une armoire ou dans un coin quelconque (1). La longueur moyenne d'une ligne entre un bureau et un abonné est de 1,446 mètres dont 833 mètres dans le câble et 313 dans le petit câble supplémentaire.

La ville de Paris a autorisé la Société à placer des câbles à la voûte des égouts sur une largeur de 30 centimètres. On peut grouper ainsi 51 câbles, soit 357 lignes.

Nous avons vu le câble pénétrer dans la maison de l'abonné, examinons maintenant son entrée dans un

(1) On ne met de paratonnerres que lorsque la ligne est aérienne ou mixte, c'est-à-dire soumise aux actions atmosphériques.

bureau. Ici l'installation est complexe. Quand il s'agit d'un bureau auquel est relié un très-grand nombre d'abonnés, comme celui de l'avenue de l'Opéra, il faut le mettre à l'abri de l'enchevêtrement des fils. Tous les fils pourraient se mêler comme les fils d'un éche-

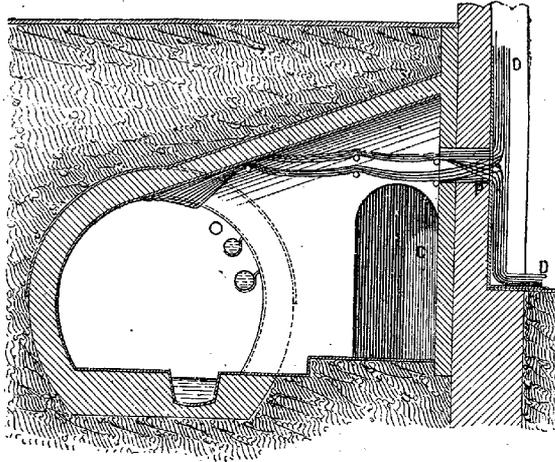


Fig. 169. — Entrée du poste (27, avenue de l'Opéra). C accès, PDD fils téléphoniques.

veau. La paroi du sous-sol est percée d'un soupirail s'ouvrant sur l'égout et clos par une épaisse plaque de bronze percée d'autant de trous qu'il y a de câbles à faire passer. En face de cette entrée se trouve un immense cadre circulaire de bois établi verticalement comme une grande roue à larges bords. On dirige le faisceau de câbles vers ce cadre; on les ouvre et l'on attache chaque double fil qu'ils renferment sur

COUPE LONGITUDINALE.

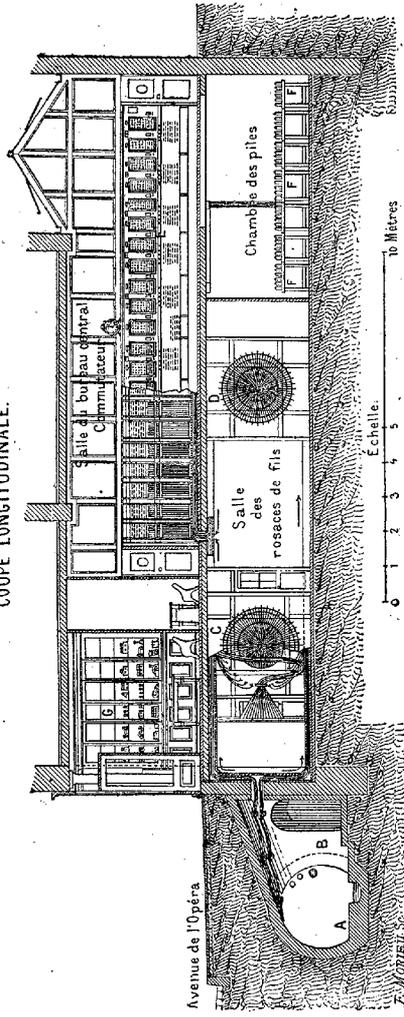


Fig. 170 — Installation du bureau central téléphonique de l'Opéra, à Paris.  
 A égout de l'Opéra. — B branchement particulier. — C rosace des lignes d'abonnés. — D rosace des lignes auxiliaires.  
 E commutateurs. — F table à piles. — G bureau de vente.



ingénieurs téléphonistes des pays étrangers qui ont pu l'examiner. Elle fait honneur à M. Berthon, ingénieur en chef du service, qui l'a étudiée dans tous

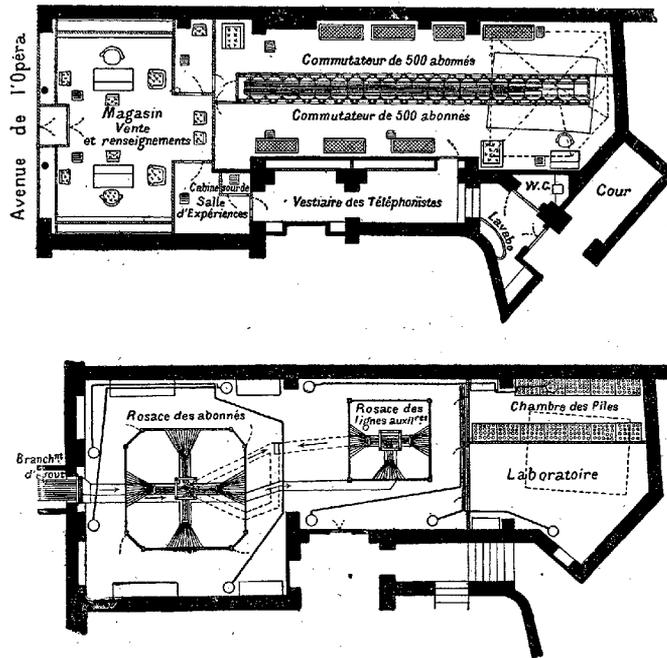


Fig. 172. — Plans du rez-de-chaussée et du sous-sol des bureaux.

ses détails. Elle a été très-habilement exécutée par M. Gilquin, chef des ateliers de la Société des Téléphones.

Les fils de liaison qui partent de la rosace passent

à travers le plancher, du sous-sol au rez-de-chaussée, et vont se distribuer derrière une cloison de bois sur

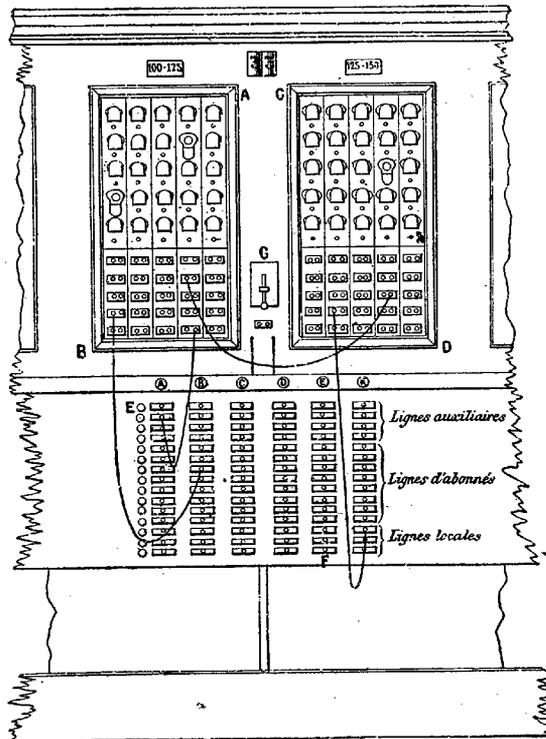


Fig. 173. — Groupe de tableaux. — Indicateurs. — Jackknife. — Jacks.

le devant de laquelle on a établi les *avertisseurs* et les *commutateurs*.

Il faut bien que l'abonné fasse savoir au bureau quand il désire parler. Pour cela, il appuie à plusieurs reprises sur un bouton que porte son appareil transmetteur. Le courant circule et vient faire tomber au bureau un petit volet qui, relevé, cache le numéro d'ordre de l'abonné. On a groupé dans une sorte de tableau analogue aux tableaux indicateurs en usage dans les hôtels les avertisseurs en rangées parallèles. Avec le signal d'appel qui frappe l'œil, retentit une sonnerie qui frappe l'oreille.

L'appel fait, l'abonné décroche l'appareil récepteur suspendu à un petit levier aux côtés du pupitre du transmetteur. Le levier en s'abaissant met la ligne, jusque-là en relation avec la sonnerie d'appel, en communication avec le téléphoniste du bureau; l'abonné fait savoir avec quelle personne il veut communiquer. Le téléphoniste sonne cette personne pour la prévenir qu'on la demande. Si elle accepte la communication, l'employé réunit les fils des deux abonnés par un cordon flexible de jonction (1).

La liaison, à vrai dire, n'est pas aussi directe. Les fils de ligne se distribuent sur des bandes métalliques verticales percées de trous et disposées parallèlement; des bandes horizontales également parallèles et percées de trous croisent les premières. On choisit une bande horizontale en relation à la fois avec les deux bandes verticales qui contiennent les fils des abonnés. On fixe dans le trou, qui est au point de croisement, une cheville métallique et dans le trou qui correspond

(1) Ce service est confié pendant le jour à des jeunes filles dirigées par des sous-maîtresses. C'est un travail difficile qui exige une attention soutenue pendant de longues heures, il est fait maintenant à la satisfaction des abonnés.

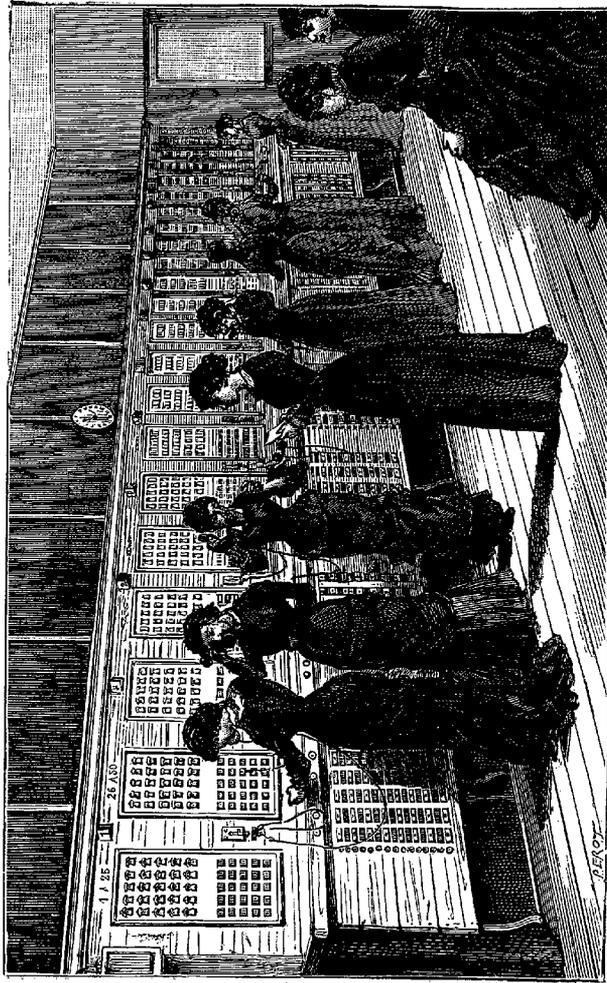


Fig. 171. — Bureau téléphonique de l'Opéra, à Paris. Mise en communication des abonnés.

aux fils de l'autre abonné une seconde cheville métallique. Les deux chevilles formant les extrémités du cordon de jonction, la connexion est établie. Ces commutateurs fonctionnent très-simplement et très-régulièrement.

Lorsque la conversation est terminée, l'abonné doit presser le bouton d'appel pour faire marcher le signal et indiquer que l'on peut se servir de la ligne auxiliaire de bureau à bureau qui pendant sa conversation n'était plus libre. On retire les chevilles et le cordon souple. Et tout rentre dans l'ordre et est prêt pour une nouvelle communication (1).

Tel est très-succinctement le système adopté à Paris. Il a été reconnu pratique et il est vraisemblable qu'il se généralisera à l'étranger comme en France. Nous ne pouvons quitter la Société des Téléphones sans mentionner la part considérable qu'a prise au développement incessant et au succès de l'entreprise son directeur M. Lartigue, l'ingénieur de mérite si connu du monde savant.

M. Caël, Directeur Ingénieur des Télégraphes, nous permettra d'inscrire ici son nom. Chargé par l'État du service laborieux et difficile de la pose des câbles, on peut certainement dire que si le réseau parisien s'est si rapidement développé, on le doit pour une large part à son précieux concours et à l'expérience consommée qu'il a sans cesse mise si bienveillamment à la disposition des ingénieurs de la Société des Téléphones.

(1) Consulter pour les détails un intéressant Mémoire de MM. Niaudet et Berthon. *L'Électricien*, 15 mars et 1<sup>er</sup> avril 1882.

## XV

Les auditions téléphoniques théâtrales. — Le réseau théâtral de l'Exposition. — Les salles d'audition au Palais de l'Industrie système Ader. — L'Opéra et la Comédie Française à domicile. — Netteté des transmissions. — Difficultés vaincues. — Conservation du rapport entre les intensités des différents sons. — Perspective sonore. — Impression du déplacement des artistes sur la scène. — Illusions acoustiques. — Installations à l'Opéra et à l'Opéra-Comique. — Groupement des transmetteurs et des récepteurs. — Auditions doubles. — Conséquences. — Montage des appareils à l'Exposition et fils de transmission. — Les groupes de récepteurs. — Inégalité des transmissions perçus selon les téléphones mis à l'oreille. — Les téléphones théâtraux au Ministère des Postes. — Applications en Europe. — Avenir de la téléphonie théâtrale.

Le succès des auditions théâtrales téléphoniques du Palais des Champs-Élysées n'a pas d'équivalent dans l'histoire des Expositions : il a été immense, il a excité au plus haut degré la curiosité, l'étonnement et même l'enthousiasme du public. On a compté certains soirs jusqu'à plus de 4,000 personnes faisant queue pendant des heures aux abords des salons réservés, dans l'espoir d'entendre pendant les *deux minutes* réglementaires l'orchestre et les chants de l'Opéra. Souvent beaucoup d'entre elles, après avoir entendu une première fois cherchaient, vers la fin de la soirée, à rentrer dans le rang pour courir la chance d'entendre encore. L'attrait des auditions a été irrésistible.

L'installation du réseau téléphonique théâtral de l'Exposition était sans précédent. On avait bien déjà transmis à distance, il est vrai, des chants, un solo, quelques morceaux d'orchestre même. Mais aussitôt que l'on essayait d'augmenter le nombre des chanteurs et des instruments, l'audition devenait confuse et incomplète. C'est la première fois assurément que toutes les difficultés ont pu être vaincues et le problème résolu dans ses détails.

Depuis l'Exposition, on commence à installer en Allemagne, en Italie, en Belgique dans les grands centres, dans les villes d'eaux en France, dans quelques villes de province, des auditions analogues. Leur succès est assuré.

L'initiative de l'installation des Champs-Élysées a été prise par M. le commissaire général Georges Berger. M. le ministre des postes et télégraphes l'a vivement encouragée; dès le mois de janvier 1880, M. Antoine Bréguet, chef des services de l'Exposition, préparait les premières expériences. La Société générale des Téléphones mettait à la disposition du Commissariat son ingénieur, M. Clément Ader. De cette collaboration multiple est sortie, non sans efforts cependant, après plusieurs mois d'études, le système complet qui fonctionna régulièrement pendant toute la durée de l'Exposition, à la grande satisfaction du public (1).

Quelques personnes, qui n'ont sans doute pu pénétrer dans les salles d'audition, s'imaginent que les

(1) Le système des auditions théâtrales est breveté; il a été exposé simultanément par la Société générale des Téléphones, propriétaire des brevets, par M. Ader, inventeur des téléphones employés, et par la maison Bréguet, qui avait construit les appareils.

chœurs et la musique sont incomplètement transmis et qu'on entend la voix et les instruments à l'Exposition avec un timbre imparfait. Autrefois, il est vrai, le téléphone transmettait les sons avec un timbre métallique désagréable, souvent, comme on disait alors, avec une voix de polichinelle. Il y a de cela au moins trois ans; mais tout est bien changé aujourd'hui; la voix n'est plus altérée, le timbre est le même; la reproduction est étonnante de vérité. On n'entend plus ces « crachements », ces « grésillements » insupportables, qui gênaient l'audition. Tous les sons, les plus forts comme les plus doux, sont transmis avec une merveilleuse délicatesse. Les auditeurs ne revenaient pas de leur étonnement; ils croyaient entendre la voix de Mlle Krauss comme de très-loin, derrière un « brouillard sonore »; or, toutes les nuances, les finesses du chant sont reproduites avec une netteté, une fidélité incroyables; on entend mieux, ce qui paraît invraisemblable et qui cependant est exact en général, les voix et la musique dans le téléphone que dans la salle même. C'est plus correct, plus délié, plus dessiné, plus ferme; tout se détache mieux avec moins de sonorité, mais avec plus de netteté. On distingue jusqu'à la respiration de l'artiste, jusqu'au moindre bruit; pendant le ballet, on peut suivre de l'oreille le pas des danseuses, leur déplacement sur la scène; les applaudissements arrivent si bruyants au téléphone qu'on est tenté d'applaudir aussi.

La scène de l'orgie du *Comte Ory*, le duo de Faust et Méphistophélès de la fin du premier acte, la Bénédiction des poignards, le trio de *Guillaume Tell*, l'air du Songe du *Prophète*, produisent dans le téléphone un effet saisissant.

Pendant les entr'actes on percevait le bruit confus de la salle. L'illusion était complète; en fermant les yeux, on se serait cru à l'Opéra. Aussi bien, en retirant de l'oreille le téléphone et en l'y replaçant quelques secondes après, on éprouve un peu l'impression que l'on ressent quand on quitte quelques instants une loge pour y revenir aussitôt. Son téléphone en main, l'auditeur est parfaitement dans la salle de l'Académie de musique. Il entend avec le téléphone comme il voit la scène avec sa jumelle. Lorsque la science nous aura donné aussi une jumelle photophonique, nous n'aurons plus, les soirs de neige, qu'à assister, près du feu, dans un bon fauteuil aux représentations de l'Opéra.

L'installation du réseau théâtral du Palais des Champs-Élysées mérite d'être décrite avec quelques détails, car elle est destinée à se généraliser. Nous souhaitons que le public soit bientôt mis à même d'assister au bout d'un fil télégraphique aux représentations de l'Opéra, de l'Opéra-Comique et de la Comédie-Française. Il est de règle en ce monde que toute chose nouvelle doit passer par une période d'évolution. On commencera par aller entendre l'Opéra dans un local approprié, qui remplacera les salons de l'Exposition; puis peu à peu on tiendra à rester chez soi et à entendre ce qui se passe à la Comédie, puis à la place Favart; on réclamera un réseau théâtral. On s'abonnera aux téléphones de l'Opéra, de l'Opéra-Comique, etc., comme on s'abonne aujourd'hui aux téléphones de la Société générale. Et dans dix ans, on vous invitera à prendre le thé et à assister à une première. Au lieu de la mention devenue vulgaire « on dansera », « on fera de la musique », les cartes d'invitation porteront : « Audition théâtrale. » Et ail-

leurs, « à dix heures, *Robert-le-Diable* », « à onze heures, Monologue par Coquelin cadet, etc., etc... » L'Exposition d'électricité aura imprimé sa griffe, même sur nos habitudes mondaines!

En attendant, et puisqu'il le faut bien, restons dans

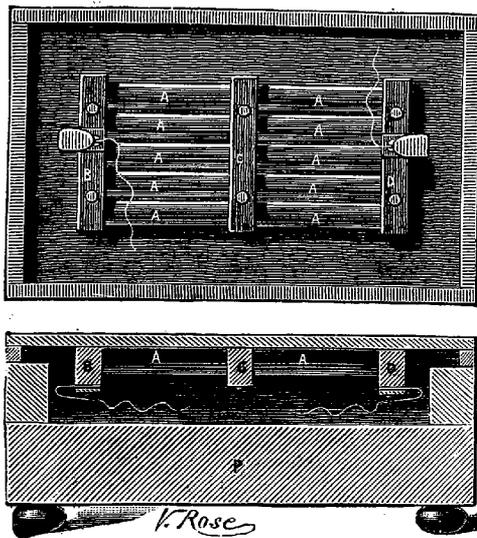


Fig. 175. — Vue en dessous et coupe longitudinale du transmetteur Ader, posé sur un socle en plomb, pour les auditions théâtrales téléphoniques. — A A charbons. — B C D traverses en charbon. — F socle de plomb.

le présent. Nous allons essayer de faire comprendre comment on est parvenu à transmettre aussi complètement les chants et les sons de l'orchestre de l'Académie de musique au Palais des Champs-Élysées.

Les téléphones employés sont exclusivement du système Ader; ce sont ceux qui incontestablement

donnent les meilleurs résultats. Le transmetteur Ader à planchette de sapin avec ses dix charbons groupés par séries de cinq entre trois montants à la façon d'un gril, est d'une extrême impressionnabilité; il recueille les moindres bruits. Le récepteur du même inventeur avec son surexcitateur reproduit les sons avec une intensité convenable et une netteté qui n'a pas encore été dépassée. Tous les détails ont été au

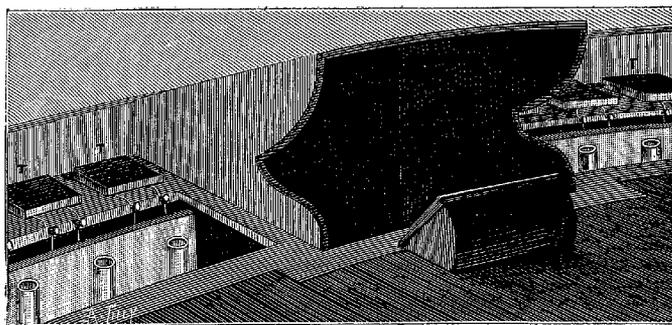


Fig. 176. — Téléphones Ader, à l'Opéra.

surplus étudiés par M. Ader; on s'est trouvé en face de beaucoup de difficultés techniques dont le public ne se doute guère; M. Ader les a toutes levées les unes après les autres avec bonheur. Chacun a sa part à revendiquer dans le succès; mais on sera juste en disant que, le premier, M. Ader aura fait passer définitivement dans la pratique la transmission difficile et très-complexe des chants et d'un orchestre à grande distance. On compte en définitive près de 3,000 mètres de l'Opéra à la salle des auditions, et la transmission

s'effectueraient tout aussi bien dans un réseau d'au moins 8 à 10 kilomètres de rayon.

Les transmetteurs Ader sont installés au nombre de dix sur l'avant-scène de l'Opéra, cinq à droite, cinq à gauche du souffleur, tout près de la rampe, derrière les becs de gaz. A l'Opéra, les becs sont à flamme renversée : disposition excellente qui évite d'abord que le feu se communique aux vêtements des danseuses, ensuite, que les sons ne parviennent dans la salle, déformés et altérés. La rampe, ordinairement avec des flammes droites, produit un courant d'air ascendant, qui sépare au point de vue sonore la scène de la salle. Les ondes sonores sont réfractées par cet obstacle invisible et l'audition est très-gênée.

A la Comédie-Française les becs sont encore à flamme droite; on avait relié également l'Exposition au théâtre de la rue Richelieu; mais l'audition a semblé moins parfaite; peut-être doit-on en attribuer la cause, au moins en partie, à l'influence de la rampe.

Quoi qu'il en soit, à l'Opéra cet inconvénient n'existe pas, et les téléphones transmetteurs, comme des oreilles fines et complaisantes, perçoivent admirablement les moindres sons. On a installé chacun des appareils sur un socle de plomb supporté par quatre pieds en caoutchouc pour empêcher les trépidations du plancher de se communiquer aux baguettes de charbon de la planchette vibrante. Les secousses déplacent bien les supports en caoutchouc, mais elles sont arrêtées en chemin par l'inertie de la masse de plomb. Les téléphones sont impressionnés uniquement par les ondes sonores de l'air.

Chacun d'eux est en rapport avec une pile Leclanché de quelques éléments. Le courant pénètre dans

les charbons qui vibrent sous l'action **du chant**, traverse une petite bobine d'induction et quitte l'Opéra en suivant un câble à deux fils (fil d'aller, fil de retour) placé dans les égouts. Le câble suit le boulevard, la place de la Concorde, les Champs-Élysées, entre dans le Palais et va aboutir aux salles du premier étage. Chaque téléphone a son câble spécial et tout à fait indépendant. Comme les piles se polarisent rapidement, tous les quarts d'heure au moyen d'un commutateur, on substitue aux dix groupes de pile fatiguée dix nouveaux groupes de pile reposée. C'est l'affaire d'une fraction de seconde. Voilà pour l'installation à l'Opéra.

A l'Exposition, les salles d'audition publiques au nombre de quatre sont groupées deux par deux (1). Ces salles sont tapissées de tentures épaisses pour éteindre les bruits du dehors. Le long des murs, sur des crochets, les téléphones récepteurs sont suspendus par paires; dans chaque salle il y a vingt paires de récepteurs, soit quarante appareils. Aussi recevait-on à la fois par salon vingt auditeurs.

Pourquoi, demandera-t-on, employer deux appareils par personne? Est-ce que, pour gagner du temps et augmenter le nombre des auditeurs, on n'aurait pas pu se contenter de mettre un seul téléphone à l'oreille? La réponse est absolument négative. Pour que la transmission atteigne le degré de perfection dont le public a pu juger, il est indispensable de se servir de deux téléphones à la fois. C'est à ce propos qu'il convient d'insister un peu sur le nouveau dis-

(1) Pour faciliter le langage, nous supposons que l'installation de l'Exposition existe encore; elle a été transportée en partie au Palais de l'Élysée.

positif conçu par M. Ader. Nous ne signalerons que pour mémoire l'artifice qui a permis de rendre les transmetteurs plus sensibles à la voix des chanteurs qu'aux sons bruyants de l'orchestre : au début des essais, en effet, les instruments dominaient le chant et la transmission était loin d'être bonne. L'inconvénient a été tourné, après de longs tâtonnements. Mais là n'est pas surtout la nouveauté de la combinaison imaginée par M. Ader ; elle est dans un effet d'acoustique particulier qui rappelle un peu ce qui se passe dans le stéréoscope.

M. Ader a fait pour le son ce que Brewster a fait pour la vue. Il a donné un relief particulier aux sons. Quand on regarde avec les deux yeux une image dans un stéréoscope, on éprouve l'illusion du relief ; de même ici, en appliquant un téléphone sur chaque oreille, on se place dans les conditions ordinaires de l'audition, et l'on parvient, par un moyen que nous allons indiquer, à faire ressortir toutes les nuances, tous les détails de l'impression sonore, à tel point qu'il devient facile de juger du rapprochement ou de l'éloignement des personnes qui parlent.

Quand on écoute dans un téléphone, il est absolument impossible de se rendre compte, même grossièrement, de la distance qui sépare l'auditeur de son interlocuteur. Qu'il soit loin ou près, la voix reste la même ; si deux personnes parlent devant un appareil, l'une à droite, l'autre à gauche, et si elles changent de place, l'auditeur n'en a aucune notion ; c'est toujours le même son, les mêmes intonations, la même intensité. Avec la disposition combinée par M. Ader, c'est bien différent. On ne sait pas non plus, il est vrai, de quelle distance réelle vient le son, mais au

moins on juge très-bien du déplacement de chaque personne; il est même facile de suivre de l'oreille les changements de position des interlocuteurs; l'un passe à droite, l'autre avance, un troisième recule, l'instrument vous renseigne fort bien à cet égard, il vous fournit comme une sorte de « perspective auditive ». Pour le théâtre, on conçoit combien ce résultat est important. On entend réellement comme si, les yeux fermés, on se trouvait à quelques mètres des acteurs; on devine leurs mouvements; on peut les suivre sur la scène. Cet effet d'acoustique est vraiment curieux.

M. Ader l'obtient par une disposition aussi simple qu'ingénieuse. Le téléphone de l'oreille droite n'aboutit pas au même transmetteur que celui de l'oreille gauche. Chaque oreille a sa prise de son distincte; l'une entend les sons recueillis par un transmetteur installé à droite du souffleur, l'autre perçoit les sons recueillis par les transmetteurs placés à gauche.

Si l'on désigne successivement par les numéros 1, 2, 3, 4, 5 etc., les transmetteurs de gauche, ceux de droite, au-delà du souffleur, seront 6, 7, 8, 9, 10, etc. Or, on associe le n° 1 avec le n° 6; le 2 avec le 7, le 3 avec le 8, le 4 avec le 9, le 5 avec le 10. C'est-à-dire que le récepteur de l'oreille gauche d'un auditeur est impressionné par le transmetteur de gauche, et le récepteur de l'oreille droite par le transmetteur de droite.

Il résulte de là que si un chanteur est à droite, assez près de la rampe, l'oreille droite de l'auditeur sera plus impressionnée que l'oreille gauche; mais s'il passe de l'autre côté de la scène, ce sera l'oreille gauche qui sera la plus influencée : on aura donc la

sensation de ce déplacement. Les artistes en scène prennent pour l'auditeur leurs véritables positions relatives; pendant les dialogues, on suit parfaitement

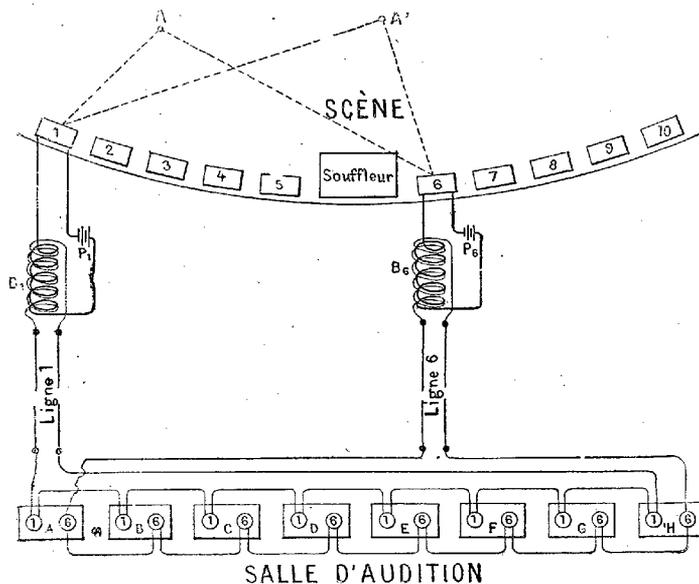


Fig. 177. — Diagramme du montage des téléphones. Dispositif à double transmetteur. AA', double prise du son; P<sub>1</sub>P<sub>6</sub>, piles; B<sub>1</sub>B<sub>6</sub>, bobines d'induction.

de l'oreille le croisement des interlocuteurs. Par suite du même effet de perspective sonore, on s'aperçoit vite quand un chanteur se rapproche ou s'éloigne de la rampe.

Il va sans dire que, si l'on retire un des téléphones de l'oreille, cette impression ne subsiste pas. On en-

tend alors très-différemment de l'oreille droite et de l'oreille gauche. Il est clair que le transmetteur de gauche recueille principalement les chants et les paroles qui se trouvent dans sa sphère d'action; il transmet surtout ce qui se passe dans la moitié gauche de la scène. Le transmetteur de droite, au contraire, transmet les chants et la musique de la moitié droite. Or, l'impression variera entièrement avec le groupement des chanteurs et des chœurs sur la scène. Avec un des téléphones on entendra surtout certaines voix et une partie des instruments; avec l'autre, ce seront des voix différentes et d'autres instruments qui domineront. En général, comme les instruments de cuivre, les timbales, la grosse caisse, etc., sont placés à droite dans l'orchestre; les harpes, violons, etc., à gauche, l'oreille droite aura pour elle les gros instruments; et l'oreille gauche les harpes, les violons, etc.

On voit qu'il est indispensable de se servir de deux téléphones à la fois, non-seulement pour avoir le sentiment du déplacement des acteurs, mais encore pour obtenir des impressions simultanées. Un seul transmetteur est impuissant pour tout recueillir; il en faut au moins deux pour agrandir et compléter le cercle d'action, pour saisir à la fois ce qui se dit ou se chante de chaque côté de la scène. Nous avons aussi une oreille pour la droite et une oreille pour la gauche. Les transmetteurs sont, au fond, de véritables oreilles d'une grande sensibilité.

Lorsqu'on écoute séparément dans chaque appareil, nous venons de le faire remarquer, les effets sonores différent complètement de ce qu'ils sont quand on se sert des deux récepteurs. Mais il y a mieux encore :

selon la position sur la scène des deux transmetteurs conjugués, l'audition dans chaque paire de téléphones qui leur correspondent est elle-même notablement différente; en d'autres termes, l'audition peut changer de nature dans chaque paire de téléphones.

En effet, la paire qui est reliée avec le n° 4 et le n° 6 distingue surtout d'un côté les chanteurs et l'orchestre de l'extrémité gauche de la scène, et de l'autre, les sons vocaux et instrumentaux émis presque au milieu de la scène; le transmetteur n° 6 touche en effet presque au souffleur, l'oreille droite perçoit même souvent ses chuchotements. Au contraire, les n° 3 et 8, qui sont conjugués, se trouvent à la même distance du souffleur et symétriquement placés par rapport au milieu de la scène. Ceux-là évidemment auront à recueillir les sons dans une plus grande étendue et comme les solistes chantent le plus souvent au milieu, ils transmettront la voix avec plus d'intensité.

Ainsi s'expliquent les impressions très-différentes des auditeurs d'une même salle.

Tel n'est pas absolument satisfait de ce qu'il a entendu, tel autre est enthousiasmé, tout dépend, comme nous venons de le dire, de la paire de téléphones que le hasard lui a fait prendre et de la distribution scénique au moment où il se sert des appareils. Nos deux oreilles n'échappent pas non plus à ces variations dans l'audition; deux spectateurs, même assez voisins, n'entendent jamais de la même façon; ils ne voient même pas non plus de la même manière. Le téléphone, en ce qui concerne le son, n'a fait qu'accentuer ces variations.

Nous avons dit qu'on avait placé sur la scène de

L'Opéra seulement dix téléphones transmetteurs, et cependant il y avait quatre salles d'audition pouvant contenir chacune vingt personnes, soit en tout quatre-vingts personnes. Chaque auditeur se servant d'une paire de téléphones, il s'ensuit qu'en apparence les dix transmetteurs de l'Opéra suffiraient à porter les sons à la fois à 160 appareils récepteurs. En réalité, il n'y a jamais eu que deux salles sur quatre qui aient eu leurs téléphones à la disposition du public. On alternait ; tantôt c'était un groupe, tantôt c'était l'autre, à tour de rôle.

Les dix transmetteurs de l'Opéra desservaient simultanément les appareils de deux salles, soit quatre-vingts récepteurs, quarante par salle, vingt paires pour vingt auditeurs.

Sur un même fil transmetteur, on peut en effet parfaitement effectuer plusieurs prises de courant. Il a été possible, sans affaiblir sensiblement l'intensité des sons, de distribuer le courant apporté par un seul transmetteur à huit récepteurs. Les fils de ligne sont dirigés dans chaque salle de façon à conduire devant chaque auditeur à la fois pour son oreille de gauche le courant d'un transmetteur de gauche, et pour son oreille droite le courant d'un transmetteur de droite. Les huit récepteurs correspondant à un transmetteur sont respectivement accolés pour chaque poste aux huit récepteurs correspondant au transmetteur qui lui est conjugué sur la scène. Il y a par conséquent dans chaque salle des séries contiguës de huit postes qui se suivent et qui sont alimentés par les mêmes transmetteurs. L'audition est identique dans ces huit postes successifs. Au-delà et en deçà, les groupements changent et un peu aussi les auditions. Les effets

varient encore bien davantage dans deux salles opposées, puisque les transmetteurs qui sont en relation avec elles ont eux-mêmes des positions relatives différentes sur la scène. Chaque salle a pour ainsi dire sa perspective sonore.

Le service des entrées et des sorties du public avait été très-bien combiné. La durée de l'audition était de deux minutes. On écoutait dans un groupe de deux salles pendant que les uns sortaient et que les autres entraient dans le groupe des deux salles voisines. Au bout de deux minutes, le courant était envoyé d'un groupe au suivant et ainsi périodiquement pendant toute la soirée, sauf naturellement pendant les entr'actes.

Derrière les salons existe un petit local caché dans la galerie, où des employés étaient chargés d'envoyer alternativement le courant dans les deux groupes de salons. A leur arrivée de l'égout dans le local les câbles de transmission s'épanouissent sur une cloison et leurs extrémités peuvent être reliées par le jeu d'une simple bascule, soit avec les salons de droite, soit avec ceux de gauche. Une horloge à contact électrique sonnait toutes les *deux minutes* : aussitôt on changeait les communications. On était certain qu'ainsi chacun avait bien eu sa part exacte d'audition téléphonique.

Chaque transmetteur desservant deux groupes distincts de récepteurs, il a fallu établir pour chacun d'eux un double câble à deux fils, soit quarante fils de jonction entre l'Opéra et le Palais de l'Industrie. Il y en a même eu davantage, car pour satisfaire aux nombreuses demandes des membres du Corps diplomatique, des commissaires étrangers, du jury, etc., on

dut installer encore, quelque temps après l'inauguration, six nouveaux transmetteurs, répartis trois à droite, trois à gauche du souffleur.

Deux de ces appareils supplémentaires ont été destinés à desservir huit paires de téléphones disposés dans un petit salon réservé au Ministre des postes et des télégraphes; dans ce salon, on avait également groupé les téléphones en communication par des lignes spéciales avec l'Opéra-Comique et la Comédie-Française. Deux autres transmetteurs ont été affectés aux services spéciaux de l'Opéra. Les deux derniers enfin ne sont pas reliés avec le Palais de l'Industrie, mais bien avec les salons de réception du Ministre des postes, rue de Grenelle-Saint-Germain. L'Opéra-Comique et la Comédie-Française ont aussi leurs transmetteurs et leurs récepteurs ministériels.

Les membres du Congrès des électriciens, réunis à plusieurs reprises chez le Ministre, ont pu admirer la fidélité extraordinaire des transmissions. Comme on percevait bien le finale des *Contes d'Hoffmann*, et les rires du public, et le rappel des artistes, et le tonnerre des applaudissements! Puis, en changeant de récepteur, on passait sans fatigue de l'Opéra-Comique à la Comédie, de la Comédie à l'Opéra.

L'installation du ministère des Postes et des Télégraphes peut être considérée comme la première application des transmissions téléphoniques théâtrales à domicile.

En résumé, les sceptiques souriaient, il y a trois ans à peine, quand on annonçait qu'il serait possible d'entendre l'Opéra du coin de son feu avec les téléphones. Aujourd'hui la preuve est faite; l'Exposition en a fourni une démonstration complète: avec

quelques fils télégraphiques, on peut entendre les chœurs et la parole dans plusieurs théâtres.

Dans quelque dix ans, lorsque le système sera passé entièrement dans nos habitudes, l'aïeul se complaira à rappeler à ses petits-enfants les premiers débuts de l'invention. « J'ai entendu les téléphones à l'Exposition », dira-t-il. Peut-être même, au milieu des feuilles du temps, retrouvera-t-on cette page volante sur laquelle nous inscrivons, en guise de médaille commémorative, les lignes suivantes :

« M. Grévy étant Président de la République, M. A. Cochery, ministre des Postes et des Télégraphes; M. Georges Berger, Commissaire général, ont été inaugurées au Palais de l'Industrie les auditions théâtrales téléphoniques. — Exposition internationale d'électricité, 1884. »