

STRATEGIES, AMORTISSEMENT, RENTABILITE, TRAVAUX D'EVOLUTIONS

1908 PREMIERES CONFERENCE INTERNATIONALE DES TELEGRAPHISTES

La conférence qui vient de se tenir en septembre 1908, s'est réunie à **Paris**. Elle a réuni, non seulement des représentants de toutes les nations d'Europe, mais même des délégués venus d'Amérique des sociétés les plus importantes de téléphonie. C'est dire l'ampleur qu'ont pu y prendre les débats.

La liste des sujets soumis à la discussion arrêtée par le Comité Directeur institué par la première conférence, tenue à **Vienne**, est :

- Service téléphonique manuel ou automatique.

- Standardisation des circuits et des appareils.

- Procédés de conservation, des poteaux.

- Coexistence des courants forts et des courants faibles.

Septembre 1911 DEUXIEME CONFERENCE INTERNATIONALE DES TELEGRAPHISTES

Au mois de septembre, s'est réunie à **Paris**, sous la présidence de M. Millerand, ministre des Travaux Publics, des Postes et des Télégraphes, un Congrès des techniciens des administrations télégraphiques.

Ces avancées et innovations sont transcrites dans les comptes rendus au fil du temps par Mr. **Devaux Charbonnel**, Ingénieur en chef des Télégraphes, sur la Télégraphie et la Téléphonie, dans la revue "La Lumière Electrique"

Mais avant d'entrer dans la contenu de cette conférence, faisons le point sur l'exploitation téléphonie avant 1911 en France :

Le premier brevet de central téléphonique à cadran, n° 222 458, connu a été demandé le 10 septembre 1879 et délivré le 9 **décembre 1879**, conjointement à MD **Connolly**, de Philadelphie; T. A. **Connolly**, de Washington, D. C. ; et T. J. **McTighe**, de Pittsburgh. Ce système n'a été que expérimental. S'en suivit de nombreux systèmes et de brevets, le 10 mars **1891** est déposé le Brevet Strowger, amélioré en 1897 ... qui deviendra le système Bell le plus répandu dans le monde, puis en Europe en commençant en Allemagne à partir de 1908.

Au cours des dernières années du XIXe siècle, de nombreuses fonctionnalités ont par ailleurs été introduites pour économiser l'effort d'exploitation, telles que la sonnerie automatique d'un abonné appelé lorsqu'un opérateur se branche sur sa prise, et le déclenchement automatique de la sonnerie lorsqu'il répond. Tous ces développements et bien d'autres ouvraient la voie à un système avec la numérotation vraiment satisfaisant.

Le premier besoin réel d'opération de numérotation dans le système Bell est apparu dans certaines des petites communautés où il n'y avait pas d'exploitation à temps plein d'opérateur, donc le service 24 heures sur 24 devenait très coûteux.

Les travaux ont donc commencé vers 1900 sur le développement d'un petit central téléphonique et, en 1902, un système de 50 lignes a été mis en service expérimental dans le Queens, Long Island. Au cours de l'année suivante, il a été remplacé par un système à 100 lignes.

D'autres systèmes de ce type, d'une capacité de 20 et 100 lignes, ont été construits en 1904 et 1905, pour un total de plus de 40.

Une nouvelle société, la Société Internationale de l'Autocommutateur Lorimer, a été créée à Paris en 1908 pour commercialiser le système.

La France a acheté deux commutateurs pour Paris et Lyon. Le lundi 28 décembre 1908, est mis en service en France, à Lyon, à titre d'essai, c'est le tout premier système à commutation automatique expérimenté sur le réseau public français, 200 abonnés peuvent alors s'appeler directement entre eux, sans passer par une seule opératrice. L'autre commutateur est mis en démonstration commerciale à Paris.

En 1910, le 5 septembre, se tient à la Sorbonne la deuxième Conférence internationale des techniciens des Administrations des Télégraphes et des Téléphones, placée sous la présidence de M. le Ministre Travaux publics, Postes et Télégraphes – Alexandre Millerand. L'ordre du jour est la Communication téléphonique par voie automatique.

L'expérience a montré que l'utilisation d'équipements de commutation avec la numérotation dans des bureaux sans surveillance entraînait des exigences supplémentaires qu'il était difficile, voire impossible de satisfaire à l'époque. En conséquence, ces installations ont ensuite été reconverties en exploitation manuelle. Ce n'est que plusieurs années plus tard que la commutation avec numérotation pour les petits bureaux sans surveillance s'est avérée techniquement et économiquement réalisable.

À peu près à la même époque, cependant, il a commencé à devenir évident qu'avant de nombreuses années, la commutation avec la numérotation serait nécessaire pour répondre aux conditions complexes des grandes villes, où il était prévu qu'il n'y aurait pas un nombre suffisant d'opérateurs compétents disponibles pour effectuer toutes les commutations manuellement.

En conséquence, le développement de la commutation de numérotation au sein du système Bell s'est transformé en un programme intensif en 1905.

Bien que de nombreux brevets aient été délivrés sur les systèmes de commutation avec cadran avant le début des travaux du système Bell vers 1900, et que la plupart des principes de commutation élémentaires aient été divulgués, aucun des systèmes qui ont été conçus n'a bénéficié d'une utilisation commerciale étendue, à l'exception de celle d'Almon B. Strowger et de ses associés.

1906 Au USA, le développement du système automatique a commencé avec un brevet reçu par Edward E. Clement, (avocat spécialisé en propriété industrielle à Washington, DC).

En 1907, North et Faller s'associent à Edward E. North a acheté la National Engineering Co. de Baltimore parce qu'ils détenaient de nombreux brevets et demandes de brevets, au nom d'Edward E. Clement, qui s'appliquaient exclusivement à la commutation semi-automatique et automatique impliquant des relais. North Electric a ensuite complété un système semi-automatique, l'Automanual. Le premier centre a été établi en 1908 à Ashtabula Harbor, Ohio.

Depuis longtemps les questions d'exploitation, c'est-à-dire les règles concernant l'échange des correspondances postales, télégraphiques ou téléphoniques et les tarifs à appliquer, ont fait l'objet de conférences internationales qui ont permis l'élaboration des règlements indispensables au fonctionnement commode et économique de ces importants services publics.

Les conditions purement techniques dans lesquelles ces mêmes services doivent être installés n'avaient jamais, jusqu'en ces dernières années, été étudiées à un point de vue international. Il y avait là une lacune regrettable. Nombre de communications télégraphiques et téléphoniques sont établies aujourd'hui entre pays différents.

La construction des appareils, l'établissement des lignes deviennent des questions dont l'importance dépasse les frontières d'un Etat. Il n'est plus suffisant de régler les conditions administratives et financières des échanges; il faut choisir quelques principes généraux, quelques règles techniques qui puissent être universellement adoptés pour l'exploitation en commun des communications internationales.

C'est là une tâche dont la difficulté apparaît immédiatement. Pour la mener à bonne fin, il faudrait être à la fois praticien, technicien et diplomate. Elle ne peut donc être assumée que par des gens connaissant parfaitement les nécessités des services et les ressources que la science met à leur disposition pour les satisfaire, ayant de plus la largeur de vue et l'esprit de conciliation qui permettent de s'élever au-dessus des mesquines questions d'amour propre national, pour n'envisager, dans ces importants problèmes, que la solution réellement conforme à l'intérêt général.

Devant la complexité de pareilles questions, il serait puéril de s'attendre à ce que des solutions fermes et définitives puissent immédiatement intervenir. Il est absolument inévitable que les premières conférences ne présentent qu'un caractère préparatoire.

Elles ne peuvent être qu'un échange de vues sur les points principaux à étudier, qu'un classement des problèmes à résoudre, qu'une amorce des résolutions qui seront prises plus tard.

La conférence qui vient de se tenir est la deuxième de l'espèce. Elle a réuni, non seulement des représentants de toutes les nations d'Europe, mais même des délégués venus d'Amérique des sociétés les plus importantes de téléphonie. C'est dire l'ampleur qu'ont pu y prendre les débats.

La liste des sujets soumis à la discussion avait été arrêtée par le Comité Directeur institué par la première conférence, tenue à Vienne, en septembre 1908. La voici :

- Service téléphonique manuel ou automatique.

- Standardisation des circuits et des appareils.

- Procédés de conservation, des poteaux.

- Coexistence des courants forts et des courants faibles.

La téléphonie à grande distance.

Systèmes télégraphiques à grand rendement.

Les procès-verbaux des séances viennent d'être publiés. Le moment semble donc venu d'examiner le travail qui a été fait et de voir les enseignements qu'on en peut déduire et le profit qu'on peut en tirer.

Nous passerons succinctement en revue les sujets traités dans l'ordre où leur discussion était inscrite au programme, nous bornant aujourd'hui à la première de ces questions, de beaucoup la plus importante.

I. — Service Manuel ou automatique.

Depuis quelques années, le téléphone a pris un développement considérable. Il est devenu un objet de première nécessité, au même titre que l'eau, le gaz, la lumière électrique; non seulement il est un instrument indispensable pour les relations commerciales et industrielles, mais encore il s'introduit dans la vie familiale et fait partie du confort moderne.

La France est toujours restée un peu en arrière de ce grand mouvement, tant à cause des habitudes du public que de l'élévation des tarifs. Mais cette situation ne peut se modifier et il faut songer aux moyens de mettre le téléphone à la portée de tous, dans des conditions pécuniaires modérées, il faut s'apprêter à donner satisfaction à une demande intense de postes d'abonnement. Les procédés employés jusqu'à présent permettent-ils de résoudre ces deux problèmes : augmentation considérable du nombre des abonnés, diminution des tarifs ?

On peut répondre, sans aucune hésitation : non.

En effet, par un phénomène en contradiction avec les conditions ordinaires de l'évolution économique, plus le téléphone se développe, plus il doit être cher. Les dépenses afférentes à la construction des lignes et des appareils d'abonnés, au delà d'un certain développement, restent à peu près constantes pour chaque abonné; mais les frais nécessaires pour mettre en communication les abonnés entre eux deviennent de plus en plus considérables. Au début, les abonnés sont reliés à un seul bureau central. Il faut, pour permettre la liaison de deux abonnés quelconques, que la ligne de l'un d'eux puisse être réunie à toutes les autres. Ceci ne s'obtient que par le multiplage des jacks et ce multiplage est d'autant plus coûteux qu'il y a plus d'abonnés. Par la suite, quand le nombre des postes augmente, un seul bureau central devient insuffisant. Il faut installer des bureaux secondaires et les relier entre eux par des lignes auxiliaires. Il y a là des frais très élevés de construction, il y a également des dépenses plus grandes d'exploitation, car il faut alors deux téléphonistes, au minimum, au lieu d'une pour établir une communication, puisque la plupart de ces communications passent par deux bureaux. Même s'il s'agit de très grandes villes, dont la population est en perpétuel accroissement et dont la superficie s'étend en conséquence, les frais de construction des lignes d'abonnés tendent à devenir plus élevés; car ces lignes deviennent plus longues, et il faut leur donner un diamètre plus fort.

L'évolution du téléphone paraît donc soumise à des lois toutes spéciales qui tendent à entraver son essor.

Pour voir dans quel sens doit s'orienter l'ingénieur pour résoudre le difficile problème en face duquel il se trouve placé, il est indispensable de passer en revue les moyens généralement employés pour établir les communications entre abonnés. Nous parlerons d'abord du service manuel, le seul usité en France, puis du service automatique.

Prenons le cas le plus général, celui où deux bureaux doivent intervenir. Disons tout de suite que ce cas est tellement général, qu'on a trouvé avantageux à Paris, même si un seul bureau est intéressé, de séparer les places "A", où est reçu l'appel de l'abonné, des places "B", où se fait la liaison avec le correspondant. L'abonné demandeur appelle donc le bureau auquel il est rattaché. Une téléphoniste A lui répond et prend la demande.

Elle demande alors, au moyen d'une ligne de conversation, l'abonné demandé à une téléphoniste B du bureau correspondant ; elle reçoit de cette dernière l'indication de la ligne auxiliaire qui va servir à établir la liaison. La téléphoniste A relie le demandeur à la ligne auxiliaire, la téléphoniste B y relie le demandé et la communication est établie. L'emploi à Paris de la batterie centrale a permis d'apporter une grande amélioration dans le service. Cette batterie n'est pas intégrale, car elle n'est pas chargée d'alimenter les microphones des abonnés qui ont conservé leurs piles individuelles; elle a été appliquée seulement aux signaux d'appel et d'occupation. Par son usage, le fait seul de décrocher le récepteur produit l'appel ; le fait de le raccrocher indique que la conversation est finie. Il en résulte de grandes commodités pour l'abonné et une grande facilité au bureau pour la surveillance des communications.

En particulier, les lignes auxiliaires peuvent être immédiatement rendues libres, sans risquer soit d'interrompre intempestivement une communication, soit de les laisser inutilement inoccupées.

Si les téléphonistes sont instruites, attentives à leur service, l'exploitation d'un réseau téléphonique dans ces conditions peut se faire d'une façon irréprochable. On ne peut lui trouver qu'un défaut, c'est son prix élevé de revient.

Voyons maintenant comment fonctionne en général le système automatique.

Ici il n'y a plus de téléphoniste : les liaisons nécessaires sont effectuées par des organes mécaniques. L'abonné est chargé de mettre en œuvre les différents appareils qui doivent lui donner son correspondant. Pour ne parler que du système [Strowger](#) qui seul, soit dans sa forme primitive, soit avec de légères modifications, a été mis régulièrement en service, les organes principaux sont des sélecteurs.

On appelle ainsi un appareil placé dans un bureau et qui comprend essentiellement des lames multipliées correspondant à des lignes auxiliaires, disposées sur une partie de cylindre vertical, sur l'axe duquel se trouve un arbre portant des frotteurs. Cet arbre peut avoir un mouvement de rotation dans le sens horizontal et un mouvement de translation dans le sens vertical.

Chez l'abonné se trouve un [disque portant des chiffres](#) ou tout autre dispositif permettant de figurer le numéro demandé, et la suite des opérations est la suivante. Supposons qu'on veuille appeler le numéro 4 727. Le demandeur manœuvre son disque, en mettant par exemple l'index dans le trou n° 4, faisant tourner jusqu'à un arrêt fixe et laissant ensuite le disque revenir sur lui-même. Pendant cette opération, un courant sera envoyé 4 fois au sélecteur auquel est relié l'abonné demandeur, ceci aura pour effet d'élever l'arbre et les frotteurs à la hauteur de la quatrième rangée, où sont des lignes auxiliaires, dix en général, correspondant aux numéros compris entre 4 000 et 4 999. Le sélecteur tournant alors horizontalement choisira la première ligne libre sur les 10 qui composent la rangée. (Le mécanisme de ce choix, le verrouillage de l'arbre dans la position choisie, etc. sont toutes opérations qui sont réalisées d'une manière très simple et très ingénieuse, mais qui ne saurait être décrite en détail ici.)

L'abonné, après cette première opération, se trouve relié à une ligne auxiliaire qui lui permet d'atteindre un deuxième sélecteur où il pourra choisir, dans le sens de la hauteur, des lignes auxiliaires correspondant, la première aux numéros de 4000 à 4099, la deuxième de 4100 à 4199, etc. Pour avoir l'abonné 4 727, il faudra donc toujours, au moyen du disque du poste d'abonné, faire mouvoir 7 fois le deuxième sélecteur, qui s'arrêtera toujours de la même façon sur une ligne auxiliaire libre allant au groupe des abonnés compris entre 4500 et 4799. Nous arrivons ainsi au dernier sélecteur qui a reçu le nom de connecteur et qui comprend 100 lignes d'abonnés répartis sur 10 rangées horizontales, la première contient les numéros de 4700 à 4709, la deuxième de 4710 à 4719, etc. Pour avoir le 4727, il faudra élever l'arbre du connecteur de deux rangées et le faire tourner de 7 crans dans le sens horizontal.

En résumé, quand il y a moins de 10 000 abonnés dans un réseau, il faut disposer d'un premier sélecteur, d'un deuxième sélecteur et d'un connecteur. Si le nombre des abonnés est supérieur à 10 000, il faut un sélecteur de plus. Les difficultés mécaniques de construction de ces systèmes automatiques ont été très habilement vaincues et, à l'heure actuelle, un grand nombre de réseaux importants sont en service. Il y en a plus de 150 en Amérique. Nous citerons le réseau de Los-Angeles, en Californie, qui a 33 000 abonnés, celui de Columbus (Ohio) 13 000 abonnés, etc.

En Europe (1911), il n'existe jusqu'à présent que de petits réseaux, celui de Hildesheim (Hanovre) pour 1 000 abonnés et celui de Munich desservant 3 000 abonnés.

Certains réseaux des Etats-Unis sont en service depuis plus de 9 ans..

Le service automatique est donc capable, aussi bien que le service manuel, d'établir correctement la liaison des abonnés dans de grands réseaux. Au point de vue exploitation, l'automatique présente la particularité de n'exiger l'intervention d'aucun facteur humain.

Est-ce là un avantage, est-ce un inconvénient ? Les avis sont très partagés sur cette question. Il est bien évident que si le service manuel est fait par un personnel mal discipliné, négligent, il faut lui préférer l'automatique.

Mais, dans ce dernier système, l'abonné est obligé de faire lui-même le travail de commutation. Il a l'avantage, pendant qu'il procède à cette opération, de ne pas remarquer le temps qu'elle demande, et il lui semble qu'il est servi plus rapidement. Ceci est plutôt une illusion qu'une réalité, et il est à craindre que, après quelque temps de pratique, bien des abonnés ne se plaignent qu'on les oblige à faire eux-même une partie du travail qui doit être assuré par l'administration ou la société d'exploitation.

Il serait fort intéressant d'autre part de considérer le côté économique de la question.

Malheureusement, en ce qui regarde les très grands réseaux, il n'a pas été apporté à la conférence de données bien précises à ce sujet. Il semble cependant résulter des renseignements fournis par **M. Milton**, ingénieur de l'administration française, que les frais d'installation des bureaux centraux sont à peu près les mêmes pour le service manuel et pour le service automatique. Pour les postes d'abonnés eux-mêmes, le prix est plus élevé. Quant aux frais d'exploitation, il paraît assez généralement admis qu'ils se trouveront sensiblement réduits dans le cas de l'automatique.

D'une façon générale, le problème se présente sous des aspects très différents suivant l'importance des réseaux. Aussi allons-nous le diviser en trois paragraphes : grands, moyens et petits réseaux.

Grands réseaux.

La question de savoir si on doit, pour les très grands réseaux, préférer l'un ou l'autre des deux systèmes en présence a été traitée, d'un point de vue fort élevé, par **M. Carty**, ingénieur en chef de l'American Telephone Co. Le développement du réseau téléphonique de New-York se produit dans des conditions et des proportions que bien peu de personnes en Europe sont en état de soupçonner. Aussi, la compagnie exploitante est-elle obligée de faire des prévisions dont l'ampleur n'a jusqu'ici d'égale en aucune autre ville. Pour 1900, elle prévoyait 5 140 postes et 43 bureaux centraux pour 3 437 000 habitants ; Pour 1910, 376 000 postes et 52 bureaux centraux pour 4 800 000 habitants. Pour 1930, elle prévoit 2 142 000 postes et 109 bureaux centraux pour une population de 8 800 000 habitants.

Devant de semblables chiffres, il était du plus haut intérêt de recueillir l'opinion de l'ingénieur qui a la charge d'un pareil réseau; d'ici longtemps encore, il est peu probable qu'on soit obligé, en Europe, de songer à faire l'ace à de pareils besoins, mais il faut néanmoins, s'attendre à un développement très marqué du téléphone ; il est sage, dès maintenant, de s'intéresser à la question et de s'efforcer de profiter de l'expérience acquise.

M. Carty estime que, dans le cas d'un grand réseau, le qualificatif d'automatique est trompeur, car son exploitation nécessite le concours d'un nombreux personnel : des

mécaniciens pour la surveillance constante des centraux, et des mécaniciens même tellement habiles qu'ils découvrent instantanément la défectuosité d'un mécanisme et la réparent de suite ; des téléphonistes pour les communications taxées, pour les communications à grande distance, pour répondre aux abonnés qui demandent un renseignement, etc. Et en somme, quand on pénètre dans un bureau automatique, on y trouve des locaux confortablement aménagés, des lavabos, des salles de repos, enfin toutes les commodités désirables dans un système manuel.

Il convient, d'autre part, de ne pas se laisser séduire trop vite par un genre de commutateur qui pourrait répondre aux besoins présents. Il faut envisager l'avenir et dans l'avenir tenir compte non seulement du service local, mais du service urbain et même du service international. De plus, en Amérique au moins, il faut songer au service bureaux privés annexes, c'est-à-dire de commutateurs placés chez les abonnés, reliés au central par plusieurs lignes auxiliaires et desservant un nombre parfois très considérables de postes répartis chez l'abonné. Certains de ces bureaux comprenant jusqu'à 1 500 postes. Leur nombre est considérable : il y en a 12 000 à l'heure actuelle, desservant 163 000 postes.

Ils comprennent donc près de la moitié du total des abonnés. Malgré toutes les recherches faites jusqu'à ce jour, il n'a pas paru possible de supprimer les téléphonistes dans ces bureaux annexes. Une étude faite récemment a conduit M. Carty à estimer que le système manuel exigeait 13 000 téléphonistes et que l'introduction du système automatique en tenant compte des bureaux annexes, des communications taxées, du service interurbain, et des surveillantes, ne permettrait pas de réduire leur nombre à un chiffre inférieur à 10 000. Et il convient encore de tenir compte des mécaniciens. Une étude faite pour l'Etat de Connecticut a montré qu'il fallait 892 opératrices dans le système manuel et 600 dans l'automatique. Tout ceci tend à montrer que le système automatique, qui présente tant d'aspects attrayants quand il s'agit d'un réseau restreint, devient moins avantageux dès que le réseau prend du développement.

Enfin, au point de vue économique, M. Carty ajoute que des études ont été faites de la façon la plus sérieuse en tenant compte de tous les facteurs qui interviennent, entretien, amortissement, impôts, assurances, etc., et que l'avantage s'est trouvé du côté du système manuel. Si, de calculs faits par des partisans de l'automatique, on a pu tirer des conclusions différentes, cela provient de ce que, dans beaucoup de cas, on venait de remplacer un meuble manuel, démodé et usé, par un automatique tout neuf, du type le plus perfectionné.

Les considérations et les arguments produits par M. Carty nous paraissent de la plus haute valeur. Dans le cas de très grands réseaux, le terme automatique est certainement trompeur. On ne peut éviter la présence d'un grand nombre de téléphonistes et alors l'automatique devient plutôt un semi-automatique. Mais le commutateur manuel n'est-il pas lui-même un semi-automatique ? Ne rentre-t-il pas, avec les dispositifs de la batterie centrale, de plein droit dans cette catégorie ?

Voici, en conclusion, les propres paroles de M. Carty : Ayant dépouillé notre question de son déguisement verbal, nous voyons que les deux systèmes ne sont pas aussi antagonistes que cela pourrait paraître à première vue. Ils s'appuient tous les deux sur une base commune. Chacun reconnaît l'importance des opérations manuelles, guidées par l'intelligence humaine ; chacun reconnaît l'importance du mécanisme automatique ; chacun emploie les deux méthodes ; chacun est semi-automatique. La question devient un problème de la division du travail, consistant à répartir les opérations de telle façon que le travail guidé par l'intelligence humaine soit employé là où il est le plus efficace et que le mécanisme automatique soit de même employé là où il est aussi le plus efficace.

Ainsi établie, la question est la suivante : quel est le meilleur type de commutateur semiautomatique à employer ?

C'est bien ainsi, à notre avis, que la question doit être posée. Si on l'envisage à ce point de vue, on doit chercher, dans chacun des deux systèmes, ce qui doit être sacrifié et ce qui doit être conservé, de façon à constituer l'idéal recherché. Tout d'abord, dans l'automatique, le dispositif d'appel placé chez l'abonné prête à de graves critiques. La manœuvre, s'il s'agit de plus de 10 000 abonnés, est pénible et fastidieuse ; que sera-t-elle pour un réseau de 100 000 ou de un million ?

De plus, l'appareil en lui-même devient fort compliqué et par conséquent cher. La nécessité de le rendre néanmoins accessible oblige à le construire un peu légèrement, et à sacrifier la solidité au bon marché. Pour le manuel, le grand reproche qu'on peut lui adresser est l'entente nécessaire entre les téléphonistes A et B pour trouver la ligne auxiliaire convenable et relier deux abonnés. On peut aisément trouver une solution qui soit à l'abri de ces divers inconvénients. Conservons chez l'abonné le poste ordinaire et, au bureau, la téléphoniste A ; mais remplaçons la téléphoniste B par un sélecteur. Nous y trouverons nombre d'avantages. Tout d'abord, le sélecteur sera mis en œuvre par une téléphoniste, exercée à cette manœuvre et qui, par conséquent, commettra moins d'erreurs qu'un abonné et sera mieux placée que lui pour parer à une défaillance du mécanisme ; de plus, ces appareils seront beaucoup moins nombreux que ceux des abonnés, ils pourront être établis dans des conditions bien meilleures de solidité, tout en restant à des prix raisonnables. Enfin, il y aura suppression des téléphonistes B, par conséquent non seulement économie pécuniaire, mais aussi suppression des erreurs qu'elles peuvent commettre et qui, d'après les statistiques, sont assez nombreuses. Ajoutons enfin que la manœuvre faite par la téléphoniste A, pour chercher l'abonné demandé, pourra être plus rapide que dans le service manuel ; il y aura avantage pour le demandeur, et aussi pour l'exploitation, car le nombre des abonnés à desservir par une même téléphoniste A pourra être augmenté. L'expérience de ce système va être tentée à New-York et, si elle donne des résultats satisfaisants, ce sera une précieuse indication pour les ingénieurs chargés de l'entretien de grands réseaux téléphoniques.

Réseaux moyens.

Mais la question des très grandes villes n'est pas la seule qui mérite d'attirer l'attention des techniciens. Pour des réseaux de moindre importance, la comparaison entre l'automatique et le manuel se présente sous un aspect différent qu'il convient maintenant d'aborder. Pour cela, nous allons quitter la vaste Amérique et ses cités, au vertigineux développement économique, pour revenir en Europe. Aussi bien nous nous étions posé deux questions : comment le téléphone peut-il se développer de manière à satisfaire à un accroissement considérable du nombre des abonnés ? Comment pourra-t-on diminuer son prix de manière à le mettre à la portée de tout le monde ?

Nous avons trouvé la réponse à la première question, mais la deuxième n'a pas encore été effleurée.

M. Steidle, assesseur supérieur des Postes, en Bavière, et qui était chargé des fonctions de rapporteur général à la conférence, a présenté, à ce sujet, une étude des plus sérieuses et des plus complètes.

La contribution qui est demandée à un abonné correspond à un certain nombre d'éléments. Tout d'abord, il faut construire une ligne, puis donnera l'abonné un appareil et le relier à un dispositif d'appel au bureau central. Ceci correspond à une dépense qui, dans un réseau donné, peut être considérée comme constante, en admettant que la ligne est comptée pour chaque abonné pour une longueur moyenne, ce qui est équitable, car le service rendu entre abonnés est réciproque et celui qui est plus près du central ne retire pas moins d'avantages du téléphone que celui qui en est éloigné, au moins pour ce qui concerne l'agglomération principale.

Il faut encore envisager la dépense du matériel nécessaire pour établir les communications entre les différents abonnés et le personnel qui doit intervenir dans ces opérations.

Ces divers frais dépendent de l'intensité du trafic et doivent, approximativement, être proportionnels au nombre des conversations.

Il convient encore d'ajouter une somme pour frais généraux, frais d'assistance, etc., qui est aussi proportionnelle au trafic.

Finalement, pour un réseau important, le tarif devra se composer d'une somme fixe, représentant les frais fixes, et d'une somme additionnelle proportionnelle au nombre des conversations. Dans le cas d'un réseau manuel de 10 000 abonnés, pour une ligne de 2,5 kilomètres et pour dix conversations par jour, M. Steidle arrive aux chiffres suivants :

		Pour cent du tarif des conversations.	Pour cent du tarif total.
1	Ligne	22	10
2	Appareils	28	12
3	Intercommuni- cation	13	7,5
4	Personnel	30	17
5	Total	93	46,5

On voit, d'après ce tableau, que la dépense la plus élevée est celle du personnel.

En examinant le cas du semi-automatique, M. Steidle arrive à conclure que la somme des titres 3 et 4, c'est-à-dire les dépenses en matériel et en personnel pour l'établissement des communications, tombent respectivement à 20 % au lieu de 43 et à 12 % au lieu de 24,5 pour le tarif des conversations et le tarif total. Pour l'automatique complet, on arrive à une économie encore plus grande, car les chiffres précédents tombent à 12 etc.

D'après M. Steidle, la solution automatique serait donc un moyen efficace de diminuer le prix de revient du téléphone. On peut, d'ailleurs, chercher à agir sur les autres facteurs, par exemple, sur la ligne et les appareils.

Dans un certain nombre de pays, il y a des lignes communes, plusieurs abonnés étant montés sur la même ligne (party lines). Dans ce cas, les frais de construction de la ligne sont divisés par le nombre des abonnés, ainsi que les frais d'installation des moyens d'appel au bureau central.

On peut aussi diminuer le prix des lignes d'une autre manière. On peut grouper dans une sous-centrale un certain nombre d'abonnés, de petits abonnés causant peu, et ne les relier au central que par un petit nombre de lignes auxiliaires. Le service de la sous-centrale peut être manuel ou automatique.

L'économie en frais de construction de ligne sera très sensible. Les liaisons des abonnés à la sous-centrale pourront être réalisées au moyen de câbles de très faible diamètre, et

les liaisons des sous-centrales à la station principale seront d'usage commun.

Les avantages économiques que peut présenter le système semi-automatique pour les réseaux de moyenne importance ont été exposés encore par *M. Ambrosius*, ingénieur à Leipzig, et *M. Hersen*, ingénieur à Berlin.

Le premier s'est particulièrement attaché à la suppression des téléphonistes B, par l'installation de sélecteurs et le second à l'installation des sous-centrales dans lesquelles on peut placer un sélecteur d'appel, un présélecteur, permettant de choisir une ligne libre pour faire parvenir l'appel jusqu'au bureau principal. Ce système paraît préférable quand il s'agit de petits abonnés, au distributeur d'appel qui permet, au lieu de donner l'appel toujours à la même téléphoniste A, de le renvoyer automatiquement, au bureau principal lui-même, sur le poste de celle des téléphonistes A qui est libre au moment où parvient cet appel.

Pour mieux faire comprendre comment on peut, suivant ces principes, organiser un réseau de moyenne importance nous ne pouvons mieux faire que de donner la description sommaire du réseau de Copenhague que nous empruntons à une brochure de *M. Johannsen*, directeur de la Compagnie des Téléphones de cette ville.

Il y a dans la ville 31 000 abonnés, dont les deux tiers environ ont de petits abonnés.

Voici d'ailleurs leur tableau de répartition.

Nombre de conversations par an.	Pour cent d'abonnés.	Pour cent de conversations.
Moins de 1 000	33	10
1 000 à 2 000	33	20
2 000 à 4 000	18	20
Plus de 4 000	16	50
Total . . .	100	100

Il existe trois sous-centrales, comportant chacune 6 000 petits abonnés, reliés au moyen de fils de 0,5 millimètre pris dans des câbles à 700 paires.

Les gros abonnés sont reliés directement au bureau principal qui est à multiplage complet.

Leurs communications leur sont données par une seule téléphoniste. Dans les sous-centrales, il y a des téléphonistes A et B.

En résumé, les renseignements qui ont été apportés à la conférence permettent de prévoir de quelle manière on pourra réduire les frais d'exploitation de manière à abaisser les tarifs pour les petits abonnés. Ces petits abonnés, dans le cas de villes importantes, devront être groupés dans des sous-centrales auxquelles ils seront rattachés au moyen de lignes peu coûteuses. Là, un service manuel de téléphonistes leur donnera les communications avec les autres abonnés au moyen de dispositifs qui auront probablement avantage à être automatiques.

Si la ville est moins importante et qu'un bureau central unique soit suffisant, on pourra encore constituer des sous-centrales, mais il y aura avantage à placer dans ces stations un dispositif automatique, un présélecteur d'appel qui fera parvenir au central les appels des petits- abonnés au moyen d'un nombre restreint de lignes; les gros abonnés seront reliés directement au poste principal.

Petits réseaux.

Reste à examiner le cas des petits réseaux.

Là on peut dire que la solution de la question dépend surtout des circonstances locales et il serait imprudent d'en préconiser une, à l'exclusion de toutes les autres. Remarquons tout d'abord que, étant donné le petit nombre des abonnés, la manœuvre d'un appareil d'abonné entièrement automatique n'aura aucun des inconvénients qu'on rencontre dans un grand réseau. Par conséquent, ce mode d'exploitation pourra être admis et il offrira l'avantage de fonctionner de tout temps, pendant toutes les heures de jour et de nuit, sans arrêt les jours fériés. Si le centre est relié à un ou deux centres voisins par des circuits interurbains dont le trafic est peu chargé, le commutateur automatique pourra permettre d'atteindre les villes voisines sans qu'il soit nécessaire de mettre au bureau de départ une téléphoniste. L'automatique pourra donc être une solution très commode, économique et simple.

Si, au contraire, il y a dans le petit réseau un trafic interurbain important, si plusieurs abonnés peuvent fréquemment avoir besoin aux mêmes heures des mêmes circuits, il semble bien difficile d'éviter la présence d'une téléphoniste et, dans ce cas, le service devra plutôt être manuel.

C'est ainsi que l'installation d'un commutateur automatique à Munich pour 3 000 abonnés a été reconnue avantageuse; de même à Gratz (Autriche), 200 abonnés vont être reliés par ce même système.

En résumé, c'est pour des bureaux d'importance moyenne et pour les petits bureaux qu'on doit surtout se rallier à l'opinion, exprimée par M. Steidle, que le service automatique présente une souplesse et une sûreté de fonctionnement, au point de vue mécanique et électrique, qui lui permet de répondre à tous les besoins, mais que son adoption dépend, dans chaque pays, de raisons économiques. Il semble bien que les ressources et les facilités nouvelles présentées par des dispositifs automatiques sont de nature à rendre beaucoup moins onéreuses la construction des lignes et l'installation des moyens d'intercommunication. Il y a donc là un motif suffisant pour fonder de sérieuses espérances sur le développement intensif et à bon marché du téléphone, en proportionnant toujours son prix au service rendu.

Pour les très grands réseaux, la solution ne laisse pas d'être complexe. Il ne s'agit plus seulement de se limiter à l'étude d'un problème de téléphonie. La question est beaucoup plus haute et plus vaste. C'est un véritable problème d'économie politique; et ce n'est qu'après avoir observé et prévu les lois du développement de tout un pays, de ses besoins industriels et commerciaux, des modifications du groupement de la population, qu'on peut espérer arriver à la conception d'un système de téléphonie en harmonie avec l'état présent de ce pays et capable de se plier dans l'avenir aux nécessités que le progrès viendra révéler.

En réalité, ces travaux n'ont pas, en général, abouti à des conclusions explicites et formelles. La Conférence a plutôt posé les questions qu'elle ne les a résolues.

Prenons la standardisation, par exemple : le cas des lignes homogènes a donné lieu à des études précises. Mais il n'en a pas été de même des lignes hétérogènes, qui sont, en fait, plus intéressantes.

De même, en traitant la délicate question de la coexistence des lignes à courant fort et à courant faible, le Congrès n'a pu donner de règles fermes, relativement aux lignes à simple fil.

Dans la téléphonie à grande distance, la « pupinisation » joue un rôle dont l'intérêt n'est pas contestable lorsqu'il s'agit de lignes souterraines. Pour les autres lignes, elle permet bien de réaliser une économie, mais permettrait elle d'accroître sensiblement leur portée ?

On a indiqué d'intéressants procédés de conservation des poteaux; enfin, l'examen des systèmes télégraphiques à grand rendement, a fait l'objet de la sixième et dernière question examinée par le Congrès.

Si beaucoup de ces questions, comme l'indique M. Devaux-Charbonnel, restent encore à l'étude, il n'en est pas moins vrai que le Congrès de 1910 a très activement contribué à débayer le terrain, sur lequel le prochain Congrès de 1913, pourra, on doit l'espérer, édifier des constructions stables et précises....

II. — LA standardisation.

La deuxième question traitée à la Conférence internationale est celle qui a le plus d'importance, car elle a pour but de réaliser un accord international au sujet de la construction des lignes et des appareils. Sous le titre général de standardisation, on a groupé toutes les études qui ont pour objet, soit la recherche du type le plus parfait de lignes ou d'appareils, soit celle d'un type qui puisse servir d'étalon, de terme de comparaison.

Les études de ce genre sont d'autant plus nécessaires que les différents pays ont adopté, pour les lignes et pour les appareils, des dispositions particulières qui correspondaient à certaines conditions climatiques ou à certaines nécessités locales. Il n'y a pas lieu d'espérer pouvoir ramener à l'uniformité cette diversité qui a partout sa raison d'être. Mais il est indispensable de pouvoir comparer entre elles les diverses solutions qui ont été adoptées, de pouvoir les classer par ordre de valeur et se mettre ainsi à même de profiter des progrès réalisés.

Comme les différents rapports présentés arrivaient à des conclusions sensiblement différentes, on jugea opportun de nommer une commission chargée d'étudier et de présenter des propositions qui puissent être soumises à l'approbation des membres de la Conférence. Il nous suffira de rendre compte de ses travaux, pour faire un exposé complet de la question de la standardisation .

Nous y ajouterons d'ailleurs un résumé des discussions qui se sont engagées sur chacun des points envisagés.

Fréquences des courants téléphoniques. —

Il a paru tout d'abord indispensable de se mettre d'accord sur un point essentiel de théorie : les courants téléphoniques doivent-ils être envisagés avec la complexité énorme

des fréquences différentes qu'ils renferment ?

Y a-t-il, au contraire, parmi ces fréquences, quelqu'une qui soit d'une importance prépondérante ?

Peut-on ramener, au point de vue pratique, tous les problèmes de téléphonie à l'étude des propriétés d'un courant sinusoïdal d'une fréquence donnée ?

De nombreuses expériences faites par divers expérimentateurs semblent bien indiquer que cette dernière hypothèse est légitime. Nous rappellerons les expériences de MM. Cohen et Shepherd qui se servaient d'une ligne artificielle chargée de bobines de self induction, de manière à éteindre certaines fréquences bien déterminées. Ils trouvèrent la parole n'était intelligible que quand on conservait les fréquences comprises entre 800 et 1 600. M. Haupt employait une ligne formée de deux résistances égales réunies par leur milieu par une dérivation qui pouvait être, à volonté et au moyen d'un commutateur, constituée par une résistance ohmique ou par un condensateur. En réglant le condensateur de manière qu'il fût équivalent en impédance à la résistance, on avait $R = 1 / \omega C$ d'où l'on pouvait tirer 'w impédance'. On trouva ainsi que la fréquence était voisine de 700 pour une voix d'homme, et de 900 pour une voix de femme. Nous-même, nous avons analysé au moyen de l'oscillographe les courants microphoniques. Nous avons trouvé que le son fondamental de la voix humaine, variant de 150 à 250 vibrations à la seconde, n'était pas la fréquence la plus importante. Les harmoniques jouent un rôle prépondérant et en cherchant à éteindre soit les sons graves au moyen d'un faible condensateur, soit les sons aigus par une forte self-induction, nous avons trouvé que les fréquences indispensables à l'intelligibilité de la parole sont comprises entre 800 et 1 200.

Enfin, toutes ces expériences, et bien d'autres de même genre, amènent à conclure que les fréquences les plus importantes de la voix sont certainement comprises entre 700 et 1 000. Aussi, dans les rapports présentés sur cette question, M. Martin proposait d'adopter le chiffre de 750, M. Wagner 800 et nous-mêmes 950. Seul, M. Béla Gati proposait 1 600. Ce chiffre est évidemment trop élevé, s'il s'agit de représenter le nombre moyen des vibrations les plus importantes en téléphonie. Il est certain qu'il y a dans la voix humaine des notes très aiguës. L'analyse y révèle des sons ayant 2000 et 3000 vibrations à la seconde, mais ces sons ne sont pas ceux dont l'amplitude est la plus grande. Il ne faudra pas les négliger si on veut faire une étude complète des propriétés d'un dispositif téléphonique quelconque, mais leur fréquence n'est pas celle qu'il convient d'adopter, s'il s'agit de trouver le courant sinusoïdal qui peut être substitué au courant téléphonique.

Néanmoins, la fréquence joue un rôle important dans les propriétés des lignes et appareils. Leur impédance, tout d'abord, en est une fonction bien connue; mais, pour les lignes, l'élément le plus important, le coefficient d'affaiblissement, subit des variations très notables avec la fréquence. Les lignes aériennes en cuivre de fort diamètre font seules exception à cette règle; mais les lignes en câble, les lignes munies de bobines Pupin, sont loin de jouir du même avantage. Il en résulte que le timbre de la voix est généralement déformé et qu'il l'est plus ou moins suivant les lignes qui servent à la transmission. Il a paru, en conséquence, nécessaire à la commission chargée d'étudier cette question, tout en adoptant un chiffre pour la fréquence du courant sinusoïdal qui, au point de vue de l'intensité, peut remplacer le courant téléphonique, de conseiller de prendre en considération des fréquences voisines pour étudier plus rigoureusement les propriétés d'un dispositif et tout particulièrement les questions de timbre.

Finalement, le texte qui a été admis est le suivant:

Dans les calculs pratiques, le courant téléphonique peut être remplacé par un courant sinusoïdal. Pour ce qui est relatif à l'intensité, la pulsation de 5 000 peut être adoptée comme chiffre moyen. Il convient de considérer en outre les pulsations de 3 000 et de 7000 pour ce qui concerne les questions de timbre.

La ligne étalon. — Cette question de l'équivalence du courant téléphonique et d'un courant sinusoïdal simple, question fondamentale en téléphonie, ayant été ainsi tranchée, il convenait d'examiner s'il était possible de trouver un étalon qui permit de comparer les lignes entre elles. Le problème revient à rechercher une ligne, de propriétés convenables, qui puisse servir de commune mesure à toutes les autres.

La commission a été unanime à reconnaître qu'aucune ligne ne possédait toutes les qualités nécessaires pour être choisie comme étalon. En effet, il se produit entre la ligne et les appareils de conversation des phénomènes de réflexion assez complexes. Il en résulte que l'intensité du courant ne varie pas d'une manière simple en fonction de la longueur de la ligne, surtout si la longueur de cette dernière est faible. Ainsi, le courant peut être plus fort pour une ligne de certaine longueur que pour une ligne très courte. Il résulte de là un certain nombre de conséquences très curieuses. Supposons qu'on ait adopté une ligne étalon. Une autre ligne, qui sera trouvée équivalente à une certaine longueur de l'étalon, pour un appareil déterminé, ne lui sera plus équivalente, si on change d'appareil. Si on considère, d'autre part, deux longueurs de ligne et leurs équivalents en ligne étalon, la somme des deux longueurs ne sera pas égale à la somme de leurs équivalents. Il n'est donc pas possible de trouver un terme général de comparaison.

Les phénomènes qui se produisent en téléphonie sur les lignes dépendent uniquement de deux quantités. L'une est la caractéristique, ou mieux l'impédance caractéristique, qui régit surtout les phénomènes de réflexion qui prennent naissance, soit entre une ligne et les appareils de transmission, soit au point du raccordement de deux lignes de spécification différente. La caractéristique joue donc un rôle très important. Mais ce rôle est certainement beaucoup moindre que celui de l'exposant d'amortissement, qui donne la loi exponentielle suivant laquelle le courant va en s'affaiblissant, à mesure qu'il se propage sur la ligne. C'est pourquoi, à défaut d'un étalon qui soit d'usage universel, la commission a émis l'opinion suivante :

Il est désirable, au point de vue international, d'avoir un terme de comparaison qui permette d'apprécier les qualités auditives des lignes téléphoniques. Le terme de comparaison le plus convenable est l'exposant d'amortissement.

Amortissement pratique. — Il a paru nécessaire d'indiquer quelles étaient les limites qu'on pouvait accepter pour l'amortissement.

Pour donner des chiffres, il faut naturellement bien définir les conditions dans lesquelles on se place. On a proposé depuis quelque temps des transmetteurs très puissants, qui ont une portée bien plus grande que ceux ordinairement en usage. D'ailleurs, leur emploi n'a pas encore été rendu absolument pratique. D'autre part, il y a, comme nous l'avons rappelé, des phénomènes de réflexion qui dépendent de la nature des appareils et des lignes et qui interviennent pour modifier très notablement la valeur du courant. On a pensé qu'on devait se limiter aux conditions qui se rencontrent réunies le plus généralement, tout en attirant l'attention sur ce fait que les chiffres donnés ont le caractère d'un simple renseignement et peuvent être modifiés si les conditions ne sont pas les mêmes. Voici le texte qui a été adopté.

Avec les appareils actuellement en usage et dans le cas d'une ligne aérienne ordinaire en cuivre, raccordée directement aux appareils, on est généralement d'accord sur les relations suivantes entre l'audition et l'exposant d'amortissement :

Audition très bonne ... Exposant 2.5

Audition bonne3.5

La limite pratique d'audition est atteinte pour la valeur 4,8 de l'exposant d'amortissement. Pour les autres lignes uniformes, il peut y avoir lieu de modifier les nombres ci dessus, ce qui pourra se faire soit au moyen du calcul, soit au moyen d'expériences.

Enfin, un dernier paragraphe est destiné à attirer l'attention des techniciens sur la question délicate des réflexions.

Dans le cas d'une ligne non uniforme, il sera nécessaire d'examiner si on ne doit pas tenir compte des phénomènes de réflexion.

La question de la standardisation a donc été non pas résolue par la conférence, mais nettement posée, et il y a tout lieu d'espérer que, l'attention des techniciens ayant été appelée sur ce sujet si important et si délicat, des résolutions plus nettes et plus impératives pourront être prises à la prochaine réunion.

Lignes artificielles. — Avant d'en terminer avec cette question des lignes, il convient de signaler les différents moyens qui ont été indiqués pour déterminer l'exposant d'amortissement. Nous ne parlerons pas du calcul qui est évidemment le procédé le plus simple, une fois que des expériences préalables et faites en général sur de courtes sections de lignes, ont permis de mesurer les valeurs des constantes électriques.

Nous ne ferons que signaler la méthode de mesure que nous avons présentée et qui consiste à comparer le courant au départ et à l'arrivée au moyen d'un thermo-galvanomètre de Duddell. Nous reviendrons très prochainement sur cette question et nous lui consacrerons un article spécial.

Mais il est indispensable de dire quelques mots de la question des lignes artificielles.

Kennelly a montré déjà depuis longtemps qu'une ligne téléphonique pouvait être figurée, pour un courant sinusoïdal de période donnée, par deux dispositifs très simples.

L'un est le dispositif en T. Il comporte deux résistances égales et un shunt inductif en leur milieu. L'autre est un dispositif en II et comprend une résistance ohmique, shuntée à ses deux extrémités par des shunts inductifs égaux.

Le premier de ces dispositifs a été réalisé par M. Breisig et le deuxième par nous-même. Quel que soit le principe sur lequel ils sont établis, on ne peut malheureusement réaliser qu'un type de ligne bien défini.

Ces lignes peuvent donc servir à étudier commodément les propriétés d'une ligne déterminée, en particulier la façon dont elle se comportera avec des appareils de nature différente, mais elles ne pourront servir à déterminer, au moyen d'expériences d'audition, l'exposant d'amortissement, que si elles ont été établies pour représenter le type de lignes à étudier. Cette remarque montre donc l'utilisation qu'on en peut faire et tendrait à donner une certaine préférence aux lignes artificielles qui ne sont pas invariablement construites, et dont les divers éléments peuvent être rapidement et commodément modifiés pour pouvoir représenter un type de ligne quelconque.

Standardisation des appareils. — La recherche du meilleur modèle d'appareil est une question qui, à l'heure actuelle, est très peu avancée. Il nous suffira de donner en quelques mots les conclusions des mémoires qui ont été présentés sur cette question.

M. Béla Gati estime que la résistance ohmique des récepteurs devrait être aussi faible que possible; il en devrait être de même de celle des transformateurs; mais ces derniers devraient avoir un rapport de transformation élevé. Pour le transmetteur, il est utile que sa résistance soit grande. M. Béla Gati signale aussi que la plaque des microphones doit avoir une période de vibration propre plus élevée qu'elle ne l'est généralement. Il conseille 800, qui est, d'après ce que nous avons déjà exposé, la fréquence la plus importante dans la voix humaine.

M. Breisig, examinant le cas où un transformateur est intercalé pour relier un circuit à une ligne d'abonné, arrive à conclure que le rapport de transformation n doit être égal à la racine carrée des caractéristiques des lignes à réunir:

$n = \text{racine carrée de } z_1/z_2$

M. Pleijel arrive à peu près à la même conclusion.

Enfin, nous-même avons montré que le rapport de transformation de la bobine d'induction ordinaire devrait être convenablement choisi, suivant la résistance du micro la caractéristique de la ligne. Toutes choses égales, ce rapport doit être inversement proportionnel à la racine carrée de la résistance du microphone.

Nous croyons d'ailleurs utile d'insister sur la remarque suivante : la marge qu'on peut se permettre dans le calcul des appareils est assez grande.

Après avoir calculé une bobine d'induction et l'avoir construite, avec tout le soin voulu, on ne constate pas toujours que son emploi réalise une amélioration très notable. C'est pourquoi les appareils usuels, qui ont été établis par des moyens empiriques, bien que ne répondant pas toujours aux conditions que leur imposerait la théorie, font néanmoins un très bon service.

Piles primaires. — Enfin, il est une question qui peut être rattachée à celle des appareils, c'est celle des piles primaires qui sont encore, usitées dans les petits bureaux pour microphones, les appels et les signaux.

M. Lucas, dans une étude très documentée, a présenté des données très intéressantes, au sujet de la durée des piles Leclanché. Il a constaté l'avantage marqué du bioxyde de manganèse en poudre sur le bioxyde en grains, la capacité d'un élément étant, dans le premier cas, de 47 ampères-heure, au lieu de 4 dans le second. Il a remarqué aussi que la solution de chlorure d'ammonium peut être avantageusement remplacée par du chlorure de manganèse. Il ne se dégage plus de gaz ammoniac. L'élément peut être complètement fermé, ce qui supprime l'évaporation, et, par conséquent, rend l'emploi beaucoup plus commode.

III. — Coexistence des lignes A COURANT FORT ET A COURANT FAIBLE.

Par la dénomination courant fort et courant faible, il faut entendre les lignes industrielles, d'une part les lignes télégraphiques, téléphoniques et de signaux de chemins de fer, d'autre part. Aussi, l'expression n'est peut-être pas très heureuse, car elle ne correspond pas toujours à la réalité des faits.

M. Hollos a proposé à la Conférence la classification plus exacte en courants industriels et courants de communications intellectuelles. Cette proposition n'a pas été adoptée et, faute de mieux, on a accepté une terminologie imparfaite qui oblige à attribuer aux mots un sens qu'ils n'ont pas explicitement.

Quoi qu'il en soit, le problème posé à la Conférence comporte deux parties : étude des influences réciproques des courants forts et des courants faibles; précautions à prendre pour éviter que ces influences ne soient nuisibles ou dangereuses pour les personnes et pour les choses, précautions qui doivent être rendues obligatoires par des textes réglementaires ou législatifs.

La première partie, influences des courants forts sur les lignes à courants faibles, a été examinée dans la plupart des rapports et a conduit leurs auteurs à des conclusions concordantes. Les lignes à courants faibles, quand elles se trouvent au voisinage des lignes industrielles, deviennent impraticables si elles sont à simple fil, à cause des dérivations du courant fort qui pénètre par les terres et de l'induction. Les appareils à forte self-induction, comme les appareils Morse, sont moins gênés que les autres. Mais les appareils télégraphiques plus sensibles, et tous les appareils téléphoniques sont fort troublés. Pour les lignes à double fil, les influences sont beaucoup moindres. On peut supprimer l'effet des dérivations par une bonne isolation. Reste l'induction et surtout l'induction électrostatique en présence des lignes à haut voltage. On peut néanmoins se mettre à l'abri de ces perturbations par une construction rationnelle, en enroulant, par exemple, les deux fils des lignes à courant faible en hélice, de façon à égaliser les influences, sur chaque fil, et à rendre leur effet négligeable sur les appareils placés aux extrémités.

Mais il est nécessaire d'ajouter que l'équilibre ainsi réalisé est toujours assez précaire. M. Martin cite de nombreux exemples de ce fait, et M. Pleijel, traitant la question par le calcul, établit d'une façon simple et élégante des formules qui permettent de déterminer la tension et l'intensité du courant induit ainsi que le courant qui doit se produire dans les appareils, dans le cas d'une perte en ligne. Les résultats du calcul sont d'accord avec les faits cités par M. Martin.

Les effets du courant fort sont surtout nuisibles quand il circule sur des lignes qui ne sont pas elles-mêmes équilibrées.

C'est le cas des tramways et chemins de fer électriques. Leur voisinage est particulièrement gênant, quand il s'agit de traction par courant monophasé. Bien que la fréquence soit très basse, 15 à 25 périodes, le courant monophasé comporte des harmoniques élevées qui rentrent dans la catégorie des sons perceptibles par l'oreille, et influencent les lignes téléphoniques. Quant aux lignes télégraphiques, qui peuvent généralement être maintenues au simple fil devant les lignes de traction, à condition que les prises de terre soient suffisamment éloignées et convenablement établies, quand le courant de traction est continu ou du moins dénommé comme tel, ces lignes télégraphiques à simple fil sont soumises à une induction intense de la part du courant monophasé qui circule, lui aussi, dans un fil unique.

Mais, si l'on connaît bien la nature du mal, il n'est pas commode de trouver le remède à lui apporter. Une solution qui se présente tout d'abord à l'esprit paraît être de nature à donner complète satisfaction. C'est de ne construire les lignes à courants faibles qu'en employant le double fil et en disposant ces fils en hélices, de manière à réaliser un équilibre parfait. Pour le téléphone, cette solution n'est pas difficile à adopter, car il a été reconnu depuis longtemps que les lignes à double fil présentaient des avantages indiscutables. Mais il n'en est pas de même pour les lignes télégraphiques. Les doubler devient une opération non seulement coûteuse, mais très difficile à adopter, à cause de l'encombrement que sa réalisation apporterait sur les appuis et des modifications profondes à introduire dans l'installation des bureaux.

Aussi, la question n'a-t-elle pas reçu, jusqu'à présent, une solution satisfaisante. Et cependant il serait fort désirable, comme l'expose M. Muller, que des prescriptions uniformes soient imposées aux constructeurs et entrepreneurs, afin qu'ils puissent se rendre compte des charges auxquelles la réalisation de leurs projets est soumise.

Au point de vue réglementaire, devra-t-on imposer une double protection, c'est-à-dire exiger que chaque installation, celle à courant faible ou celle à courant fort soit établie, entretenue et exploitée de manière que sa propre protection et celle des autres installations soit assurée ? Si, au contraire, une seule protection suffit, à qui devra-t-on l'imposer ? Ce devrait être, en toute justice, à celle des installations qui est postérieure en date.

Cependant, certaines installations sont dangereuses, même pour la vie des personnes, et il semble que c'est d'elles que l'on doit exiger des précautions, parce que c'est là seulement qu'elles seront réellement efficaces. D'autre part, quand il s'agit de simples troubles inductifs, il y a bien des cas où les précautions sont plus faciles à réaliser, si elles doivent être prises par les installations de courants faibles.

En résumé, nous nous trouvons là en présence d'un problème, dont les données sont nettement posées, mais dont la solution n'est pas encore trouvée, et devra faire l'objet des délibérations des conférences futures.

IV. — LA TÉLÉPHONIE A GRANDE DISTANCE.

L'étude de cette question se ramène à celle des moyens à employer pour étendre aussi loin que possible la portée de la téléphonie.

Il est donc naturel, si on veut se rendre un compte exact de l'état de la technique à cet égard, d'examiner séparément chacun des facteurs qui influent sur la distance franchissable pour le courant téléphonique.

Tout d'abord, le courant est engendré par un transmetteur dont la puissance sera l'élément le plus important sur la portée du courant. C'est le transmetteur qui lui donnera ses qualités principales, sa force électromotrice et sa composition.

Ensuite, le courant sera affaibli par les lignes sur lesquelles il se propagera, soit par amortissement, soit par réflexion entre les différentes parties de ces lignes entre elles.

Enfin, ce courant aura à traverser dans les bureaux un certain nombre d'organes de connexion qui contribueront à diminuer son intensité; mais, d'autre part, ce courant pourra être revivifié, régénéré à travers des relais ou des retransmetteurs.

Nous allons passer en revue ces différents éléments en commençant par les appareils.

Transmetteurs. — Les transmetteurs téléphoniques sont toujours basés sur le même principe, c'est celui du microphone; mais, depuis quelque temps, des recherches fort intéressantes ont été entreprises pour en augmenter la puissance. M. Béla Gati conseille de prendre des membranes de microphone ayant une fréquence propre beaucoup plus élevée que celles qui sont généralement adoptées et de s'approcher autant que possible de la fréquence 800, qui est considérée comme la plus importante dans la voix humaine. MM. Egner et Holmstrom ne sont pas complètement de cet avis et déclarent que le microphone à grande puissance qu'ils ont construit et qui a permis d'atteindre des distances jusqu'ici inconnues, doit ses propriétés à d'autres causes. La membrane a une période propre qui ne dépasse pas 200 vibrations par seconde. Mais le diaphragme est fortement tendu et l'électrode étant assujettie à la partie centrale du diaphragme, chaque point de l'électrode qui se trouve en contact avec les granules de charbon vibre exactement avec la même phase et la même amplitude. D'autre part, comme le voltage employé est assez élevé et le courant intense, un dispositif de refroidissement empêche le transmetteur de s'échauffer.

Avec un pareil microphone, M. Egner déclare qu'on a pu parler sur des circuits réels dont l'exposant d'amortissement était 8, et sur des lignes artificielles dont l'exposant était de 12. Il nous suffit de rappeler que le maximum admis par la commission de standardisation, pour les microphones ordinaires, est de 4,8 pour faire comprendre combien le microphone de MM. Egner et Holmström est plus puissant que ceux qui ont été usités jus-qu'ici. Il convient de ne pas oublier qu'il s'agit d'un exposant d'amortissement et que l'amortissement varie dans des proportions considérables.

$$e^{1,8} = 121,5 \quad e^8 = 2980$$

Le courant doit donc être environ 23 fois plus puissant dans le second cas que dans le premier.

Il est à souhaiter que ces nouveaux microphones deviennent pratiques et puissent présenter les mêmes commodités que les modèles actuellement usités.

Relais téléphoniques. — La question des relais téléphoniques a fait en ces dernières années de très grands progrès. On se rappelle les résultats très intéressants obtenus au moyen du relais Brown basé sur les grandes variations de résistance que présente un intervalle d'air de très faible épaisseur. Le courant de ligne passe dans un électro aimant et les mouvements de très faible amplitude de l'armature font varier la grandeur d'un espace d'air placé dans le circuit de la pile qui doit produire le courant dans la secc partie du circuit. Mais le moyen d'utiliser d'une façon absolument pratique ce relais n'est pas encore trouvé, et nous en sommes toujours à la période d'essai. Il convient aussi de tenir compte, ainsi que le fait remarquer M. Béla Gali, de ce que souvent les circuits téléphoniques sont parcourus par des courants parasites qui atteignent, lorsque la ligne est longue, une intensité comparable à celle des courants téléphoniques eux-mêmes. Le relais amplifiera ces courants de la même manière que les courants de ligne. Aussi, convient-il de prendre certaines précautions dans l'installation des relais, et tout particulièrement il n'est pas avantageux de les placer trop loin sur les lignes, en des points où le courant est trop affaibli.

Commuteurs. — Le passage du courant à travers les bureaux est une cause bien connue d'affaiblissement. M. Lüschen a étudié, dans son rapport, la grandeur des pertes qui proviennent des dérivations à travers les transformateurs, relais de fin ou de supervision, etc. Ces pertes peuvent augmenter l'exposant d'amortissement de 0,15 à 0,20 par bureau ; elles ne sont donc pas négligeables. D'ailleurs, l'auteur indique que l'insertion d'une bobine de self-induction peut avoir un effet très avantageux.

En résumé, l'on a le sentiment que de grandes améliorations vont très probable ment être apportées à la téléphonie du côté des appareils; des microphones plus puissants donneront un courant plus intense, des relais pourront retransmettre à plus grande distance, les pertes dans les bureaux intermédiaires seront diminuées, mais ce sont là des surprises agréables que l'avenir nous réserve et, pour le moment, les seuls progrès bien acquis qu'a fait la téléphonie sont ceux qui sont dus au perfectionnements des lignes. Nous allons en dire un mot.

Lignes aériennes. — Des résultats très intéressants ont été obtenus par la pupinisation des lignes aériennes. Pendant longtemps ce procédé a donné lieu à des mécomptes. Les bobines destinées à augmenter la self des conducteurs étaient indépendantes. Il était très difficile de leur donner une self identique; des influences extérieures, coups de foudre, courants accidentels intenses, faisaient varier l'état magnétique des noyaux; d'autre part, l'isolement des raccords avec les fils de ligne était mal assuré. Les fils de ligne se trouvaient mal équilibrés et étaient troublés par l'induction des fils voisins. De plus, l'isolement étant imparfait, l'affaiblissement était augmenté dans de notables proportions et on perdait de cette façon une grande partie de l'amélioration due à l'augmentation de la self-induction.

Les procédés de fabrication et d'installation des bobines se sont notablement perfectionnés. On dispose aujourd'hui les deux bobines, qui doivent servir aux deux conducteurs, sur le même noyau; on supprime ainsi le déséquilibre dû aux variations d'aimantation. Une attention particulière a été apportée à la confection des raccords. De sorte qu'aujourd'hui les qualités d'une ligne pupinisée sont devenues à peu près indépendantes des troubles atmosphériques, pour arriver à ce résultat, employer des bobines de pupinisation d'une construction spéciale, des bobines quadruples, comportant quatre enroulements.

Les circuits fantômes, formés avec des circuits ordinaires, sont en général équivalents aux circuits composants, c'est-à-dire qu'ils ont un amortissement à peu près égal et la raison en est que la résistance du circuit fantôme est à peu près moitié moindre, mais que, d'autre part, la capacité est environ deux fois plus grande et la self deux fois plus petite. Si les circuits sont au contraire pupinisés, rien n'empêche de construire les bobines de telle manière que la self du circuit fantôme soit égale à celle des circuits composants. Aussi, M. Carty déclare-t-il que l'efficacité des circuits fantômes est supérieure à celle des circuits composants, et que, par ce moyen, on espère établir un circuit praticable entre New-York et Denver, soit sur une longueur de plus de 3500 kilomètres. Si ce circuit fonctionne d'une manière satisfaisante, ce sera là un fort joli résultat, car nous n'avons jamais pu franchir jusqu'ici, en Europe, des distances aussi considérables.

Ajoutons encore, pendant que nous parlons des merveilles réalisées au delà de l'Atlantique, que les circuits téléphoniques sont aussi utilisés par des communications télégraphiques, chaque fil d'un circuit pouvant être exploité en duplex, de sorte que, par exemple, entre New-York et Denver, on aura les communications suivantes, qui seront obtenues au moyen de quatre fils et sans aucune gêne mutuelle :

- 3 circuits téléphoniques New-York-Chicago ;
- 3 circuits téléphoniques Chicago-Denver;
- 1 circuit téléphonique New-York-Denver;
- 8 communications télégraphiques.

En France, nous avons toujours évité jusqu'à présent la superposition du télégraphe et du téléphone, à cause des facilités avec lesquelles se produisent des dérangements pour le téléphone.

Il y aura le plus grand intérêt à savoir comment se comportent en Amérique ces dispositifs que nous avons jusqu'ici regardés comme imparfaits.

Lignes souterraines. — Pour les lignes souterraines, encore plus que pour les lignes aériennes, l'amortissement peut être réduit au moyen de l'augmentation de la self-induction. Deux solutions sont ici en présence : les bobines Pupin, et le procédé Krarup, dit du cuirassement, qui consiste à placer un ou plusieurs fils de fer fins autour du conducteur de cuivre. La comparaison des deux procédés doit être faite à deux points de vue différents : au point de vue économique et au point de vue technique. Au point de vue économique, il est certain que le procédé Pupin est moins coûteux; il permet d'employer des conducteurs de moindre diamètre, il diminue plutôt qu'il n'augmente l'encombrement, ce qui est une considération de grande importance ; au point de vue technique, il donne aux lignes une grande caractéristique, ce qui est quelquefois désavantageux, comme nous le verrons plus loin, quand il s'agit d'amorces souterraines à relier à des lignes aériennes ordinaires ; de plus, il introduit sur les lignes des résistances qui augmentent l'amortissement. Si on laisse de côté la question économique, et qu'on ne considère que la question technique, on trouve que la construction de câbles ayant un amortissement inférieur à 6, pour 1000 kilomètres, est déjà très difficile. M. Ebeling pense cependant qu'on pourra arriver à 4 et même à 2,5. Si on parvenait à ce chiffre, ce serait un résultat très remarquable et qui ne saurait être atteint par aucun autre procédé connu jusqu'ici.

Les câbles cuirassés sont certainement moins avantageux, car la self-induction ne peut en être augmentée que dans une proportion beaucoup moins élevée. Pour leur donner de l'efficacité, il faut réduire la résistance, ce qui oblige à choisir de gros conducteurs. Les câbles sont lourds et dispendieux. On peut cependant arriver, de cette façon, à faire des câbles dont l'amortissement ne serait pas supérieur à 6, pour, 1000 kilomètres. Ces câbles ont, au point de vue technique, l'avantage d'avoir une caractéristique égale à celle des lignes aériennes ordinaires et il semble qu'on pourrait, pour le moment, juger ainsi la question de supériorité entre les systèmes Pupin et Krarup.

Quand il s'agit de lignes souterraines de grande longueur, les lignes pupinisées sont à la fois celles qui sont les plus économiques et les meilleures au point de vue de l'audition. Pour les lignes qui doivent être raccordées aux lignes aériennes, il conviendra de prendre des lignes souterraines pupinisées, si les lignes aériennes sont de ce même type. S'il s'agit de lignes aériennes ordinaires, la question devra être étudiée de plus près. Il sera, en tout cas, avantageux de choisir un type de ligne souterraine dont la caractéristique soit voisine de celle de la ligne aérienne. Si la ligne souterraine est de faible longueur, il pourra arriver que la self d'une ligne pupinisée ne puisse être suffisamment répartie pour qu'un effet favorable soit obtenu, et qu'au total elle soit moins bonne qu'une ligne non pupinisée. Dans ce cas, il y aurait lieu de songer à une ligne cuirassée. Enfin, dans certaines circonstances spéciales, par exemple s'il s'agit de lignes sous-marines, il pourra arriver que l'installation des bobines soit peu commode et présente même certains inconvénients au point de vue de la conservation de l'isolement et de l'entretien ultérieur. Le câble cuirassé pourrait alors, dans ces conditions, présenter de grands avantages et donner une solution avantageuse à tous égards.

Phénomènes de réflexion. — Un mémoire des plus intéressants a été présenté sur ce sujet par M. Pleijel. L'auteur fait remarquer que la propagation de l'onde électrique peut être traitée comme celle d'une onde lumineuse ou d'une onde sonore qui, au passage d'un milieu dans un autre, subit à la fois des phénomènes de réflexion et de réfraction. Il arrive ainsi à donner une méthode de calcul très élégante qui, dans quelques cas particuliers, conduit d'une manière très simple et très rapide au résultat. D'une manière générale, les phénomènes de réflexion sont nuisibles et on doit s'efforcer, par le mode de construction des lignes et par le choix judicieux des appareils, d'en réduire les inconvénients. Pour cela, il faut que les différentes impédances caractéristiques soient aussi voisines que possible les unes des autres, et c'est à ce point de vue que nous avons signalé plus haut le désavantage des lignes pupinisées à grande caractéristique quand elles doivent être reliées à des lignes ordinaires.

V. — Procédés de conservation des poteaux.

On sait que les poteaux en bois ne se conservent que s'ils ont été soumis à une préparation spéciale. Longtemps l'injection de sulfate de cuivre, par le procédé Boucherie, a paru le moyen le plus commode, et le plus économique. Appliqué à des arbres fraîchement coupés, il permet d'en éliminer la sève, et de la remplacer par une substance métallique qui, au bout d'un certain temps, se combine avec la fibre du bois et en produit une sorte de minéralisation. Ce procédé est celui qui est appliqué en France et dans un certain nombre d'autres pays d'Europe, en Hollande, par exemple. En ayant soin de tailler en cône la pointe du poteau et d'y appliquer tous les deux ans une couche de peinture, toute la partie du poteau hors de terre se conserve remarquablement bien. La partie enterrée est moins résistante. Cependant, dans la plupart des cas, c'est-à-dire quand le poteau n'est pas implanté dans des terrains septiques, renfermant des germes de pourriture, il peut résister indéfiniment. Certains poteaux ont, en France, plus de quarante années de service. En moyenne, la durée est de quinze ans. Toutes choses égales d'ailleurs, la créosote paraît donner de

meilleurs résultats et assurer une vie moyenne de vingt années. Mais ce produit présente de nombreux inconvénients. Il brûle les vêtements et attaque les mains des ouvriers. Si le climat est chaud, il se produit des suintements qui rendent très pénibles les opérations d'entretien des lignes et, de plus, la substance préservatrice se trouve ainsi peu à peu éliminée. M. Carly indique à cet égard qu'au bout d'une dizaine d'années, toutes les parties constituant de la créosote, ou des huiles de goudron employées dans le même but, dont la température d'ébullition est inférieure à 2400, ont complètement disparu. On doit cependant ajouter, en faveur de la créosote, que les procédés nouveaux Rüpin et Guido Rütgers ont beaucoup amélioré le procédé primitif d'injection de Béthell. La quantité de créosote absorbée est réduite au tiers ou au quart, le liquide imprègne seulement les tissus circonscrivant les cellules, de sorte que les suintements ultérieurs, surtout si la température n'est pas trop élevée, sont complètement évités, en même temps qu'une bonne conservation du bois est assurée.

Les deux procédés sont, en somme, absolument comparables dans les cas ordinaires ; mais, s'il s'agit de terrains septiques, qui contiennent de nombreux germes de pourriture ou qui ont été contaminés par des poteaux antérieurs, le procédé au sulfate de cuivre est insuffisant. Il n'empêche pas l'attaque des végétations mycotiques et souvent le poteau ne dure même pas un an.

La kyanisation ou injection de bichlorure de mercure paraît donner de meilleurs résultats que le sulfate de cuivre. Ce procédé est employé en Bavière. Les poteaux y durent treize à dix-sept ans. Mais ce produit est éminemment toxique et son maniement n'est pas sans présenter de danger. En Angleterre, on y a renoncé, à cause du danger d'empoisonnement des sources d'eau, par l'entraînement du produit par les eaux pluviales.

En somme, dans le cas de terrains malsains, c'est surtout la partie enterrée du poteau qu'il faut immuniser. On a cherché à y parvenir par différents procédés. En Amérique, on enduit à la brosse le pied du poteau de goudron de houille ou de créosote ; en France, on emploie une substance particulière, l'injectol, composée d'hydrocarbures et de substances antiseptiques qui est facilement absorbée par le bois. On a essayé également l'emploi d'une sorte de cuirasse, en toile d'amiante enduite de goudron, qui protège la partie la plus exposée, c'est-à-dire le collet du poteau. Tous ces procédés sont de date relativement récente, et leur réelle efficacité ne pourra être connue avant quelques années d'expérience.

On a proposé également d'employer des socles en maçonnerie, béton, ciment, etc., de manière que le poteau ne soit jamais enterré.

Ce moyen est en effet très efficace puisqu'il supprime la cause du mal. Mais, il est coûteux et mal commode et ne peut être employé que dans certains cas spéciaux.

En résumé, le créosotage et le sulfatage paraissent être les deux procédés les plus employés. La préférence à accorder à l'un ou à l'autre doit être dictée par des considérations locales, où les conditions climatiques doivent surtout entrer en ligne de compte.

VI. — Les SYSTEMES TÉLÉGRAPHIQUES A GRAND RENDEMENT.

Des rapports très intéressants ont été présentés à la Conférence par MM. Addey et Taylor sur les procédés employés par le Post Office pour l'exploitation des lignes télégraphiques.

Ces procédés diffèrent totalement de ceux qui sont usités en France et par le principe et par le détail. En France nous adoptons en général le principe de la retransmission et le relais est peu usité; nous ne superposons pas non plus très volontiers plusieurs communications sur le même fil.

En Angleterre, le principe est tout différent. Le système quadruplex exploité au Morse est très en faveur. On dispose sur un seul fil, à la fois des relais polarisés et des relais ordinaires, munis de ressorts de rappel, qui fonctionnent par variation d'intensité de courant. On obtient ainsi deux communications distinctes qui peuvent être montées en duplex, ce qui donne quatre communications entre deux points. Mais on peut encore faire

mieux. Au moyen de translateurs, on arrive à réaliser un nombre très varié de combinaisons et, en particulier, on peut installer des communications directes entre des postes dont les lignes transitent par des bureaux intermédiaires qui ne sont nullement dérangés par les communications des bureaux extrêmes.

Quant aux générateurs de courant, nous avons l'habitude en France d'en disposer dans chaque bureau. Nous avons bien réalisé quelques timides essais de batterie centrale, mais jusqu'ici ce dispositif n'a pas eu la faveur des services d'exploitation. En Angleterre, au contraire, ce système paraît avoir été très sérieusement expérimenté et a pris, depuis quelques années, un grand développement. Les avantages sont d'ailleurs bien connus. Le générateur de courant n'est installé que dans des bureaux importants où il est bien surveillé et bien entretenu. On réalise ainsi une économie très grande par la suppression des piles dans les bureaux satellites, en même temps qu'on assure un service plus parfait. Enfin, le montage des bureaux satellites peut être simplifié, ce qui est très précieux quand l'exploitation de ces bureaux est confiée, comme il arrive souvent, à un personnel peu expérimenté et qui est surtout préoccupé par des opérations d'ordre postal.

M. W. Blanchon a présenté sur cette question un rapport qui est la reproduction d'articles parus dans cette revue et où il présente le système de son invention.

Il serait certainement à désirer que l'administration française mette à l'étude les différents systèmes qui sont actuellement connus et qu'elle recherche consciencieusement si elle ne pourrait pas faire son profit de dispositifs qui ont donné autre part des résultats fort intéressants.

M. Taylor expose les installations réalisées en Angleterre et a donné la description des batteries, des sounders et des relais, ainsi que des rosaces de concentration des fils. Il donne aussi quelques détails sur des dispositions particulières intéressantes : la batterie pour lignes omnibus, la batterie montée temporairement pour des événements extraordinaires (courses de chevaux, procès sensationnels, etc.), les moyens à employer quand la ligne est mal isolée, etc. Il y a là une documentation de grand intérêt et dont il convient de faire son profit.

Enfin, des questions d'ordre plus général ont été abordées. M. Wittichen a étudié les avantages présentés par la construction d'un réseau souterrain, tant au point de vue de la sécurité des communications, que de l'économie de l'entretien, et M. Strecker a exposé des idées fort judicieuses sur l'organisation des bureaux d'essais et d'études pour la télégraphie. Le personnel devrait y être versé à la fois dans les questions de théorie et dans celles de pratique. Comme ces qualités se trouvent rarement réunies en une seule personne, il convient d'appeler dans ces bureaux, des savants, des techniciens et des constructeurs qui, dans une collaboration intelligente et féconde, étudient et solutionnent les problèmes difficiles de la télégraphie.

Le Congrès s'est clos le 10 septembre et l'année 1913 a été choisie comme date de la future réunion. Il est à espérer que la prochaine Conférence pourra trancher un certain nombre de questions qui restent encore à l'étude. Le Congrès actuel a eu pour lui le mal de débayer le terrain, et ce sera justice de ne pas oublier l'utilité de son travail, quand, plus tard, les problèmes qu'il a indiqués et posés auront reçu leur solution définitive.

DEVAUX-CHARBONNEL.

Dans "La Lumière Electrique" DEVAUX-CHARBONNEL continue d'exposer ses travaux (principalement sur les cables téléphoniques sous-marins) ainsi les progrès en télégraphie et téléphonie:

1913 C'est à M. Devaux Charbonnel que nous devons naturellement nous adresser pour avoir des aperçus autorisés sur l'avenir de ces deux branches spéciales de l'électricité : la télégraphie et la téléphonie.

Sa grande compétence et ses travaux récents, couronnés par le succès si remarquable de la téléphonie par câble sous-marin entre Paris et Londres, augmentait encore, si possible, l'intérêt actuel de ses opinions.

De grands progrès techniques dans la télégraphie et dans la téléphonie, on n'en voit, selon M. Devaux Charbonnel, que deux qui sont, il est vrai, d'importance : dans ces dernières années, la télégraphie a été dotée des appareils rapides que nous connaissons, et la **téléphonie des appareils automatiques dont l'usage est déjà répandu aux Etats-Unis**. Il semble que l'on soit ainsi parvenu à la limite du perfectionnement désirable, ou presque. Du moins paraît-il que le problème qui se pose désormais soit plutôt de bien savoir utiliser les éléments dont on dispose, que de chercher à gagner encore quelque chose sur les perfectionnements techniques de ces éléments.

En télégraphie, par exemple, voici que les appareils Mercadier-Magunna réalisent cette vitesse de transmission vraiment étonnante de 12 dépêches sur un même fil à la fois; et leur emploi peut se généraliser sans aucune difficulté. Mais, au contraire, le service de la remise des télégrammes (une fois arrivés à destination) comporte encore des pertes de temps considérables, sur lesquelles il serait intéressant de pouvoir faire quelques économies. Si, en effet, nous suivons le télégramme depuis le moment de son expédition jusqu'à son arrivée, nous voyons ceci, qui montre combien le côté technique est en avance sur la partie « organisation » proprement dite. Entre le moment où un télégramme est déposé à Marseille, par exemple, à destination de Paris, et celui où l'employé de Marseille le transmet, il s'écoule, mettons dix minutes. De Marseille à Paris, la transmission proprement dite sera instantanée, au retard près dû à l'encombrement des lignes : très peu de chose dans tous les cas; mais une fois arrivé à Paris, ce télégramme peut mettre deux heures avant d'arriver à son destinataire ; ainsi, c'est là, entre le bureau d'arrivée et un domicile, situé dans la même ville, que va se produire la seule perte de temps importante. On voit combien ceci est peu rationnel. Y aurait-il un remède ? Oui, sans doute ; il suffirait de créer deux catégories de télégrammes, chacun avec un régime différent.

Pour certaines personnes, en effet, le télégramme est simplement un moyen de communiquer sensiblement plus vite que par lettre. Un télégramme étant envoyé à telle heure arrive le jour même quelques heures après; cela suffit. Dans ce cas, le télégramme ordinaire est, d'après ce que nous venons de voir, parfaitement acceptable. Dans d'autres cas, au contraire, il s'agit de communications de toute urgence, que leurs expéditeurs désirent très vivement voir arriver dans le temps strictement minimum. Ne serait-il pas possible de prévoir, pour celle deuxième catégorie de télégrammes (moyennant une taxe supplémentaire, que l'expéditeur acquitterait volontiers), une distribution d'urgence que l'on peut concevoir de

bien des manières; ou bien l'employé du poste télégraphique récepteur téléphonerait d'urgence au destinataire, si celui-ci est abonné au réseau téléphonique, ou bien il téléphonerait au bureau le plus voisin du domicile du destinataire, et tout cela abrégé beaucoup la durée de la distribution, par rapport à ce qu'elle est actuellement avec la distribution par tubes et la promenade des petits télégraphistes.

De même en ce qui concerne la téléphonie, le problème du service automatique paraît techniquement résolu.

Il s'agit maintenant de l'introduire peu à peu dans nos services.

Nous disons peu à peu, car il est évident qu'à Paris, par exemple, où l'Administration des Téléphones a dû construire des bâtiments tout récents, datant de quelques années, et adaptés au système manuel, il ne peut être question de jeter bas tout cela du jour au lendemain pour installer un service automatique général.

Mais déjà l'on prépare à Nice des essais de service automatique intégral, et bientôt à Marseille auront lieu des essais de service semi-automatique. Il s'agit du système Rotary de McBerty.

Les avantages pratiques du système automatique, par rapport au système manuel, ne sont pas contestables. L'emploi du système automatique permet de réaliser une économie de personnel et aussi une économie de matériel. Il permet, en outre, de supprimer deux inconvénients fâcheux du régime actuel et qui sont les suivants :

D'abord, on sait qu'aujourd'hui, dans nos réseaux téléphoniques français, les employés du téléphone se mettent en communication de bureau à bureau par des lignes spéciales, dites lignes de conversation; c'est-à-dire qu'à Paris, par exemple, la téléphoniste du bureau Saxe à laquelle vous vous êtes adressé devra se mettre en communication avec la téléphoniste du bureau Port-Royal, qui est celui de l'abonné que vous appelez.

Or, il n'y a pas autant de lignes de conversation que de téléphonistes. Ces lignes au contraire sont communes à un grand nombre d'entre elles, de sorte qu'il existe, dans la rapidité avec laquelle la communication peut être obtenue, un coefficient personnel dû à l'habileté plus ou moins grande que mettra la téléphoniste du bureau appelant à s'introduire sur la ligne de conversation de Port-Royal. On sait qu'avec le système automatique la ligne de conversation est supprimée et par suite l'inconvénient correspondant.

D'autre part, la faculté pour la téléphoniste de répondre « pas libre » à l'abonné appelant, sans que cela puisse être contrôlé, donne lieu à quelques abus. Deux cas sont possibles ; ou bien la ligne n'est vraiment pas libre, ou bien l'employée ne désire pas être dérangée. Or, avec le système automatique, il existe des procédés mécaniques qui assurent la communication si la ligne est libre.

Ainsi se vérifie ce fait que si les problèmes techniques sont résolus, les problèmes d'organisation et d'adaptation de ces progrès à notre régime actuel, télégraphie ou téléphonie, restent à résoudre.

Le 8 juillet 1912 à Nice, la commande de l'autocommutateur Strowger est passée ; après toutes ces études, le tout premier commutateur de type rotatif strowger est mis en service le 19 octobre 1913 à Nice

Dans l'avenir, sans doute, de nouvelles perspectives peuvent s'ouvrir devant la téléphonie lorsque l'on disposera de microphones puissants.

Ceux qui ont été jusqu'à présent essayés sont de véritables petites usines, qui n'offrent pas, par conséquent, de grandes facilités d'utilisation pratique et courante. Il reste à chercher de ce côté, et c'est par ce moyen seulement que l'on étendra la portée des communications téléphoniques.

De même, en ce qui concerne les câbles téléphoniques sous-marins, il reste à en développer l'emploi et à leur appliquer en somme les perfectionnements qui ont déjà fait leur preuve sur les lignes terrestres, notamment la pupinisation.

M. GUILBERT

Nous sommes particulièrement heureux de pouvoir joindre à cette enquête l'opinion d'un technicien aussi averti et compétent que A. G.-F. Guilbert.

Machines

En conformité avec d'autres opinions déjà émises au cours de cette enquête, M. C.-F. Guilbert estime que l'on est arrivé, en ce qui concerne la construction des dynamos, tout près des limites du perfectionnement, qu'il s'agisse du rendement ou de l'utilisation des matériaux. Depuis vingt ans le poids des machines électriques a diminué de moitié, à égalité de puissance; mais il ne saurait être question de continuer à progresser à aussi belle allure; on ne peut espérer gagner que quelques pour « pour cent » encore sur l'économie de matière.

Comme domaine d'applications, on peut prédire un bel avenir aux moteurs à collecteur (monophasés ou polyphasés); on doit espérer les voir utiliser couramment dans la traction électrique.

Centrales

On est arrivé à pousser jusqu'à l'exagération la concentration des puissances dans les usines génératrices, en ce sens qu'on a dépassé les limites raisonnables pour la puissance unitaire des groupes générateurs. Aux Etats-Unis, on a été jusqu'à 30 000 kilowatts par unité ; c'est trop, beaucoup trop. Et, d'autre part, il paraît tout indiqué de scinder toujours en deux nos puissantes centrales modernes; constituées en deux moitiés absolument distinctes, elles ne risquent pas de se trouver totalement paralysées par un accident unique, comme ce fut le cas, dans une occasion récente, pour notre usine de Saint-Denis. Ainsi les services divers et si importants qui dépendent, de nos jours, du fonctionnement d'une centrale, seront assurés dans les conditions de sécurité indispensables.

La même considération fait apparaître les avantages considérables qu'il y a à disposer, pour l'alimentation des grandes villes, d'un groupe de stations interconnectées, prêtes à se prêter un mutuel appui. D'ailleurs, la scission des divers services doit être pratiquée dès la sortie de ce groupe d'usines, afin de permettre, en cas d'accident, une sélection entre les divers services à assurer, tous n'étant pas d'égale importance pour la vie de l'agglomération. De cette même condition de sécurité dans le service découle encore une autre conséquence : c'est qu'il serait désirable de voir s'établir plus d'uniformité dans les différents réseaux de distribution.

L'idéal serait d'adopter une même tension totale pour la traction et les réseaux à trois ou cinq fils. Cet idéal n'est pas chimérique puisque les limites pratiques de tension se rejoignent : 556 volts pour la traction, 400 et 500 volts pour l'éclairage.

Enfin, une question qui se lie de plus près à celles-là. et qui est beaucoup trop négligée en France, est celle de la régulation automatique, dont l'emploi doit se répandre enfin chez nous et sous la forme la plus simple possible. Tandis que nous hésitons entre divers procédés plus ou moins complexes, les Américains emploient beaucoup le système Tirrill qui réalise assurément le maximum de simplicité. Il y a là l'indication d'un ordre d'études qui doit être mené à bien dans le sens de la simplification, afin de permettre la généralisation si désirable du principe de l'autorégulation.

PROBLEMES GÉNÉRAUX

C'est un lieu commun que de rappeler le rendement lamentable de la transformation d'énergie à laquelle nous avons aujourd'hui recours pour produire l'électricité : charbon-chaudière-machine à vapeur-dynamo. Il ne reste en réalité d'utilisable que quelques pour-cent de l'énergie du charbon brûlé!

Une transformation plus directe présenterait donc un immense intérêt. Le problème n'est pas impossible, puisque les piles thermo-électriques le résolvent, quoique dans des conditions encore bien fâcheuses. Soit qu'on puisse améliorer le rendement de ces appareils, soit autrement, c'est dans la voie de la transformation directe de la chaleur en électricité que doit s'orienter l'effort des chercheurs. D'autre part, il n'est pas dit qu'on ne puisse pas un jour puiser directement dans cet immense réservoir d'électricité, toujours prêt à fonctionner, qu'est l'atmosphère.

Enfin, il convient de dire quelques mots du problème connexe de l'accumulation. Et d'abord il y a bien les accumulateurs. Mais M. Guilbert a toujours professé que l'accumulateur est un appareil « qui a retardé de plus de vingt ans le développement de l'électricité »: Le jugeant avec si peu d'indulgence, Ce n'est pas de lui que M. Guilbert attendra la solution idéale. Au contraire, l'emménagement de l'eau dans de vastes réservoirs, idée qui a déjà été proposée, pourrait présenter de grands avantages, puisque la transformation de l'énergie des chutes d'eau en énergie électrique est une de meilleures que nous connaissions, ne coûtant que 2 % environ en pertes. On se rappelle à ce sujet que M. Routin avait proposé d'aménager une vaste usine marchant à pleine charge toute la journée, et servant, aux heures où la demande faiblît, à pomper de l'eau dans un vaste réservoir de plusieurs millions de mètres cubes.

ENSEIGNEMENT

Sur ce sujet spécial de l'enseignement, il y a un desideratum important à faire valoir : il serait à souhaiter que l'on pût unifier, sous le contrôle du Ministère du Commerce, les divers diplômes actuellement délivrés par les écoles techniques, de manière à les hiérarchiser comme de véritables grades universitaires. Au baccalauréat pourrait correspondre un diplôme d'études électriques; au-dessus, un grade analogue à la licence sanctionnerait un enseignement correspondant au niveau actuel de notre École Supérieure d'Electricité. Au-dessus encore, un doctoral serait l'apanage des ingénieurs ayant fait des études supérieures et analogue aux « docteurs ingénieurs » allemands.

Ainsi de véritables facultés techniques correspondraient aux facultés universitaires.

Et, enfin, il serait encore plus souhaitable de voir en France imiter Carnegie fonder des établissements d'enseignement analogues aux facultés ou aux instituts américains.

...

L'étude de M. Devaux Charbonnel, Ingénieur en chef des Télégraphes, sur la Télégraphie et la Téléphonie, que nous commençons aujourd'hui, suscitera un vif intérêt.

L'auteur débute par une analyse succincte des avantages de l'automatique en téléphonie, puis il aborde la question, toute d'actualité, des troubles causés dans les communications télégraphiques et téléphoniques par la traction monophasée.

Nous donnons dernièrement un extrait détaillé de l'étude si intéressante de M. Marguerre sur les perturbations de cet ordre constatées sur le chemin de fer de Rjukan et sur les

procédés qu'on a employés pour y remédier.

M. Devaux Charbonnel reprend cette étude et il rappelle le procédé simple et peu coûteux, imaginé par M. l'Ingénieur des Télégraphes Girousse, pour supprimer dans les appareils téléphoniques les bruits de friture causés par l'induction sur les lignes. Il constate aussi que l'emploi sur les chemins de fer du Sud de la France du récepteur de M. Girousse donne en pratique des résultats satisfaisants. Somme toute, on peut considérer, semble-t-il, le problème de la mise à l'abri des perturbations pour les lignes à courant faible comme actuellement résolu. Il n'y a que la question des troubles causés sur les lignes télégraphiques dont la solution n'ait pas encore reçu la sanction de l'expérimentateur. Aussi est-il à espérer que, dans un bref délai, les Compagnies de traction tiendront à essayer le sectionnement des lignes en plusieurs tronçons, préconisé par notre émulateur; autant qu'on peut en juger a priori, ce sectionnement devrait atténuer dans une large mesure les troubles fort importants que cause sur les appareils télégraphiques le débit du courant produit par la circulation des trains.

L'année 1912 a vu naître bien peu d'idées nouvelles en télégraphie ou en téléphonie.

L'Europe, toujours un peu tributaire de l'Amérique en matière de téléphonie, s'est contentée d'expérimenter quelques-uns des nouveaux systèmes. En France on commence à songer à l'automatique. La mise en usage de la batterie centrale a simplifié les manœuvres des abonnés et des téléphonistes, et a permis à la fois d'améliorer et d'accélérer le service. L'automatique paraît destiné à apporter un progrès sensible dans l'exploitation et une économie importante dans la construction des lignes. La facilité de donner une ligne libre à l'abonné qui désire avoir une communication permet de grouper dans des bureaux satellites un certain nombre d'entre eux et de ne relier ces bureaux au centre principal que par un nombre de lignes réduites, le dixième par exemple du total des abonnés. Il y a là une économie énorme, en même temps qu'un encombrement beaucoup moindre des égouts ou du sous-sol des grandes villes. Des essais vont être tentés dans certaines villes de France, notamment à Nice et à Marseille.

D'un autre côté, les procédés de l'automatique permettent d'utiliser beaucoup mieux le matériel et le personnel. On a déjà commencé à Paris à donner à un abonné plusieurs signaux d'appel, répartis sur différentes tables, la réponse étant servie par la première téléphoniste qui se trouve libre.

Avec l'automatique on peut faire mieux. On peut distribuer les appels et les diriger sans erreur sur un poste inoccupé.

On a même proposé d'aller plus loin dans cette voie. L'appel n'étant plus reçu par un organe individuel appartenant au seul abonné appelant, sa spécialisation devient inutile.

Une grande simplification peut s'introduire dans le montage des meubles. Les relais d'appel, de coupure, et les meubles destinés à les recevoir deviennent inutiles. Le répartiteur intermédiaire, dont le rôle est de répartir les abonnés sur les différents tableaux, de manière à égaliser sensiblement le travail des téléphonistes, peut être purement et simplement supprimé. A côté de ces avantages matériels viennent s'ajouter des avantages d'exploitation. Tout appel arrivant au bureau est immédiatement servi. Le travail est également réparti entre les opératrices qui donnent leur rendement maximum. L'abonné est desservi par une opératrice quelconque, ce qui présente, comme on peut aisément le comprendre, plus d'avantages que d'inconvénients. Enfin le nombre des opératrices peut facilement varier suivant les différentes heures de la journée, de manière à correspondre toujours au trafic du moment.

Il ne paraît pas utile pour l'instant de s'étendre longuement sur ces nouveaux procédés. Il est à présumer que l'expérience viendra confirmer et réaliser les espérances qu'ils font naître dès maintenant. Mais attendons d'être mieux éclairés pour savoir si leur généralisation est désirable.

Nous voudrions entretenir les lecteurs de la Lumière Électrique de quelques autres questions qui sont un peu moins connues et un peu plus nouvelles.

Nous parlerons tout d'abord des troubles causés aux communications télégraphiques et téléphoniques par la traction monophasée et des moyens qui ont été proposés pour y remédier.

Puis nous donnerons avec un peu de détails quelques renseignements sur le problème de la téléphonie sous-marine, et sur les solutions qui peuvent dès maintenant être adoptées pour établir des communications de quelques centaines de kilomètres, en attendant que les procédés de la téléphonie sans fils aient reçu les perfectionnements qui leur sont nécessaires pour entrer dans le domaine de la pratique.

La traction monophasée et le téléphone.

Le problème de la traction électrique sur les longues lignes de chemin de fer paraît avoir trouvé une solution pratique. Le transport à distance de l'énergie, qui s'accommode mal du courant continu, a depuis longtemps engagé les ingénieurs à chercher, dans le courant alternatif seul, un moyen d'alimenter les moteurs de locomotives de grande puissance.

Le courant triphasé a tout d'abord été mis à l'essai, mais la présence de trois fils de distribution complique la construction des lignes et la prise du courant. Le courant monophasé se présente au contraire avec une simplicité d'installation séduisante. Les essais effectués sont très encourageants et il semble bien que pour le moment un bel avenir soit réservé à ce mode de traction. Mais dès les premières mises en service des nouvelles lignes, de grands troubles se sont manifestés sur les lignes télégraphiques et téléphoniques voisines. De même qu'à l'apparition des tramways électriques à courant continu, les ingénieurs des téléphones se trouvent en présence d'un nouveau problème que leur science doit s'efforcer de résoudre. Il faut

que chemins de fer et téléphones vivent en bonne harmonie malgré leur voisinage, car il ne peut être question d'obliger l'une ou l'autre de ces utiles applications de l'électricité à céder le pas à sa rivale. Interdire l'usage des courants monophasés paraît aussi impossible que d'enlever les innombrables fils télégraphiques qui longent les voies ferrées.

L'Elektrotechnische Zeitschrift du 21 novembre dernier publie à ce sujet une étude de M. Marguerre qui est des plus intéressantes. Il s'agit du chemin de fer de Rjukan, en Norvège, qui a déjà été décrit dans cette Revue et qui est destiné à desservir une grande fabrique de salpêtre. Deux lignes sont en service : l'une de 16 kilomètres, l'autre de 30 kilomètres. Elles sont alimentées par du courant à 16 périodes sous 12 000 volts.

Avant la mise en service, on pensa à protéger les lignes téléphoniques en les constituant au moyen d'un câble recouvert d'une enveloppe de plomb. La cherté de la construction d'une ligne souterraine fit songer à la possibilité d'une ligne aérienne suspendue à un câble d'acier. On dut y renoncer parce que les constructeurs ne garantissaient pas la durée d'un câble sous plomb, suspendu à une âme d'acier, dans une contrée où les vents sont parfois fort violents. D'ailleurs, il ne semblait pas, au moment des études, qu'il devait résulter de grands inconvénients de l'emploi des lignes aériennes ordinaires. En effet, les troubles causés par les dérivations provenant du sol ne pouvaient atteindre que les lignes à simple fil et seulement celles qui prenaient terre dans le voisinage de l'installation. Pour ces dernières, il suffisait de les doubler. Quant aux lignes à double fil, elles devaient être peu influencées. Tout d'abord les sons de 16 périodes sont peu perceptibles à l'oreille, mais même en admettant la présence d'harmoniques supérieures, l'équilibre des deux fils de la ligne téléphonique devait en rendre les effets négligeables. D'ailleurs, on avait pris la précaution d'exiger des fournisseurs des alternateurs qu'aucun harmonique ne dépassât 4 % de l'amplitude de l'onde fondamentale.

Dès la mise en service, des troubles se manifestèrent non seulement sur les lignes à simple fil, mais aussi sur les lignes à double fil. Quand aucune locomotive n'était en marche, on n'entendait qu'un bruit sourd, mais dès qu'une machine se mettait en mouvement, le bruit devenait plus aigu et augmentait rapidement d'intensité. Il paraissait dépendre assez peu de la vitesse du train, ou de sa position sur la ligne. Il n'empêchait pas d'ailleurs toute conversation. Cependant, quand le temps était humide, il devenait insupportable.

Pour étudier le phénomène, on prit des relevés à l'oscillographe. A vide, on put reconnaître sur la courbe de tension la présence d'un cinquième et d'un septième harmonique, et surtout un harmonique provenant des encoches qui étaient au nombre de 8 par pôle. L'amplitude était de 2 à 3 % et la fréquence de 560 périodes doubles à la seconde. Quand une locomotive était en marche, ces harmoniques prenaient une amplitude beaucoup plus grande, jusqu'à 17 % de l'amplitude de la période fondamentale. Leur valeur ne paraissait d'ailleurs que très peu affectée par la vitesse.

Des oscillogrammes pris sur les lignes téléphoniques donnèrent des résultats identiques, et il fut ainsi établi que la cause des troubles constatés résidait uniquement dans les génératrices. Faisant ensuite débiter une génératrice sur une simple résistance ohmique, une résistance liquide, par exemple, on constata que les dentelures dues aux harmoniques n'étaient pas plus accentuées sur les courbes du courant que sur celles de tension à vide. Si, au contraire, on faisait débiter une machine sur une résistance inductive, on constatait une augmentation considérable des dentelures, et encore plus marquée si la machine débitait sur la ligne.

M. Marguerre montre qu'il doit bien en être ainsi : à vide il y a deux sortes de pulsations qui interfèrent entre elles et qui sont dues à ce qu'un pôle n'embrasse jamais un nombre égal de dents et d'encoches; en charge, la réaction d'induit est maximum; quand la charge n'est pas inductive, il ne peut se produire d'oscillations. Ces dernières prennent au contraire naissance quand le circuit extérieur est inductif.

Pour supprimer ces perturbations, on ne peut chercher à les atténuer au moyen de dispositifs placés sur les lignes téléphoniques, car leur fréquence est justement de l'ordre des vibrations téléphoniques. On peut essayer de donner aux lignes téléphoniques une symétrie parfaite, en employant des isolateurs pour haute tension et aussi des transformateurs; mais il est bien difficile d'éviter tous les défauts d'isollements et en particulier ceux qui proviennent de causes accidentelles, comme le voisinage d'une branche d'arbre, etc.

Il a paru, au contraire, possible de disposer aux bornes des machines un circuit résonnant ayant pour période celle des perturbations à supprimer; on peut espérer ainsi que la ligne d'énergie sera court-circuitée pour les courants de cette fréquence, et que ces derniers ne pourront s'y manifester.

Il convient d'ailleurs de remarquer que, pour la constitution du circuit résonnant, la self-induction de la machine n'intervient pas, puisque la tension correspondante doit être nulle aux bornes. Après quelques essais, on adopta une capacité de 0,2 microfarad et une self de 0,40 henry, ce qui correspond à une fréquence de 568. Les oscillogrammes montrèrent que les dentelures avaient été considérablement diminuées quand les génératrices débitaient sur la ligne, et l'expérience confirma que les bruits dans les téléphones avaient été réduits d'une façon très sensible.

En résumé, l'étude de M. Marguerre, en dehors de toute considération théorique, établit au moyen des oscillogrammes que l'origine d'harmoniques de même ordre que les sons de la voix humaine provient des génératrices, que l'amplitude de ces harmoniques est considérablement augmentée lors du débit des machines sur des circuits inductifs, et qu'enfin on peut, au moyen d'un shunt placé aux bornes des machines et en résonance

sur la fréquence de ces harmoniques, en atténuer considérablement la valeur, et en envisagées pour faire diminuer sensiblement les effets nuisibles sur les lignes téléphoniques. Cette question prend pour le moment une grande importance, On a constaté aussi en France des troubles très sérieux au voisinage des lignes de traction monophasée, dans les Alpes-Maritimes en particulier, le long du tramway de la Vésubie alimenté sous 6600 volts à 25 périodes. Il en a été de même aux essais effectués par la Compagnie P. L. M. sur la ligne de Cannes à Grasse et par le Midi sur celle de Perpignan à Villefranche. Dans une communication à la Société des Electriciens du mois de juin 1912, M. Girousse a exposé la nature des perturbations qui ont été constatées sur les fils voisins de la ligne de traction. Les unes sont dues aux dérivations provenant des piliers terre, les autres d'un effet d'induction électromagnétique. Ce dernier rend impossible le fonctionnement des lignes à simple fil. Les lignes à double fil, fréquemment c

sont à l'abri des effets d'induction, tant que l'isolement des lignes est satisfaisant. Elles deviennent impraticables dès qu'un défaut se déclare. En dehors des effets électromagnétiques, on constate des effets électrostatiques qui peuvent présenter un certain danger. Le circuit Nice-Saint-Martin de la Vésubie qui est à une distance moyenne de 4 kilomètres de la ligne de traction, est porté au potentiel d'environ 80 volts; celui de la Compagnie des chemins de fer du Sud qui est sur les mêmes appuis que le fil de trolley est porté à 1 200 volts. Les lignes influencées, portées à ces hautes tensions, deviennent aussi dangereuses que des lignes d'énergie, plus dangereuses même, car rien n'avertit qu'elles ne doivent plus être considérées comme inoffensives.

Pour les lignes à double fil, il paraît relativement facile de les protéger. Des croisements anti-inducteurs fréquents, des isolateurs à grande ligne de fuite paraissent devoir suffire pour permettre l'échange régulier des transmissions télégraphiques ou téléphoniques. L'effet des charges électrostatiques pourra être éliminé par des bobines à self convenablement calculées, en dérivation sur la ligne et permettant à ces charges de s'écouler au sol ; pour les postes téléphoniques, leur liaison avec les lignes pourra se faire au moyen de transformateurs à haut isolement. Les lignes elles-mêmes devront être considérées comme des lignes à haute tension, au point de vue des mesures de sécurité à prendre dans leur voisinage et les ouvriers devront avoir soin de les mettre en communication avec le sol, quand ils auront à travailler sur elles.

Pour les lignes à simple fil, M. Girousse a trouvé le moyen d'assurer leur fonctionnement régulier, malgré les courants intenses qui les parcourent, et dont la fréquence, égale à celle des courants de traction, fait vibrer d'une façon continue les armatures des récepteurs. Nous rappellerons que son procédé consiste à prendre des récepteurs à deux enroulements égaux, l'un étant monté en série avec une self et une capacité, l'autre avec une résistance. Les deux enroulements sont montés en différentiel; le courant alternatif s'y partage en deux courants égaux de même phase, et qui par conséquent s'annulent; le courant continu ne passe qu'à travers un enroulement et fait fonctionner le récepteur. Ce dispositif a donné en service de bons résultats, et des appareils de ce modèle sont actuellement en usage dans les Alpes-Maritimes.

En somme, il semble bien que le problème soit tout près de recevoir une solution satisfaisante. Les lignes à courant faible peuvent être mises à l'abri de perturbations. La génération du courant monophasé peut, d'autre part, être améliorée par l'emploi de shunts résonnants. Mais on peut encore faire mieux.

Le shunt résonnant supprime que les harmoniques supérieurs, ceux qui sont gênants pour la téléphonie. Mais on ne peut éviter l'induction causée par la période fondamentale elle-même, qui cause des troubles fort importants sur les appareils télégraphiques.

Ces troubles se manifestent surtout quand la ligne débite, c'est-à-dire quand les trains circulent. Comme, d'autre part, ils sont proportionnels à la longueur du parallélisme entre fils de trolley et lignes télégraphiques, il semble qu'un bon moyen de les atténuer consisterait, ainsi que l'a fait déjà remarquer M. Girousse, à sectionner la ligne de traction en plusieurs tronçons, de longueur réduite, qui seraient alimentés chacun séparément.

De cette façon les parties agissantes du fil du trolley seraient beaucoup plus courtes.

L'emploi de ce procédé paraît a priori devoir être très efficace, et il n'est pas à douter que les Compagnies de traction consentiront à en faire l'essai.

Continuant son étude de Télégraphie et de Téléphonie, M. Devaux Charbonnel entre aujourd'hui dans des détails techniques peu connus relatifs à la téléphonie sous-marine. Alors qu'en 1909, la mise en service d'un câble sous-marin de 80 kilomètres de longueur (Paris-Londres) offrait encore les difficultés les plus sérieuses pour les communications téléphoniques, il est possible à l'heure actuelle de correspondre à 600 kilomètres entre des villes séparées par la mer. Ces chiffres sont assez éloquentes par eux-mêmes, pour qu'il soit inutile d'insister sur l'importance des progrès réalisés. Dans ces dernières années en matière de téléphonie sous-marine. Sans doute, on est loin encore de pouvoir téléphoner comme on peut télégraphier; il existe des câbles de 6000 kilomètres de longueur et les relais permettent d'accroître encore la distance à laquelle la communication est possible.

L'infériorité de la téléphonie sur la télégraphie tient, à deux causes principales.: 1° la mise en jeu par le transmetteur téléphonique d'une énergie d'un ordre de grandeur infime ; 2° la dissipation de la majeure partie de cette énergie par les phénomènes de propagation du courant sur la ligne. C'est seulement, comme l'a fait remarquer, autrefois M.

Devaux Charbonnel, grâce à la merveilleuse sensibilité du récepteur que la téléphonie à distance est réalisable. Dans son exposé d'aujourd'hui, notre collaborateur démontre la possibilité, au point de vue électrique, d'employer des lignes à simple fil pour la téléphonie sous-marine, en mer profonde, ce qui présente un très grand avantage, puisque aucun câble à plusieurs conducteurs n'a pu jusqu'ici être posé dans des fonds moyens (2 500 mètres) ...

A l'heure actuelle, le câble sous-marin paraît être le seul moyen pratique d'établir une communication téléphonique, là où la mer sépare les deux points à relier. La téléphonie sans fil, en effet, n'apporte pas encore une solution satisfaisante du problème. Le microphone convenable n'est pas trouvé,

l'énergie utilisable est trop réduite pour que la portée puisse dépasser une centaine de kilomètres. De plus les procédés mis en œuvre s'adaptent mal aux conditions ordinaires dans lesquelles le public est habitué à se servir du téléphone. Pour toutes ces raisons il devient nécessaire de chercher autre part le moyen de créer des communications téléphoniques, et il semble bien que le câble sous-marin soit l'intermédiaire auquel nous sommes réduits à songer.

Nous avons montré, dans un précédent article ce qu'on avait fait jusqu'ici dans cette voie. Les câbles nouvellement mis en service entre la France et l'Angleterre, entre l'Angleterre et la Belgique, fonctionnent d'une manière très satisfaisante; mais leur affaiblissement kilométrique, bien que très inférieur à ceux des câbles d'ancien modèle, est encore un peu élevé; il atteint 0,01. Si l'on remarque que les villes à relier sont généralement éloignées des points d'atterrissage, il convient de ne consentir à la ligne sous-marine qu'un affaiblissement réduit, bien au-dessous de la limite acceptable pour la téléphonie ordinaire. En général, on admet pour les lignes interurbaines un affaiblissement total de 3,5, afin de permettre d'assurer une bonne audition, malgré les pertes inévitables des bureaux, des lignes auxiliaires et des lignes d'abonnés. Pour tenir compte des liaisons aériennes supplémentaires qui viendront s'ajouter à la ligne sous-marine, il paraît prudent de ne pas donner à cette dernière un affaiblissement supérieur à 2.

Dans ces conditions, les câbles qui ont été posés jusqu'ici ne permettent pas de franchir une distance supérieure à 200 kilomètres.

Nous avons montré qu'on pouvait espérer beaucoup mieux. Il est en effet possible, en employant des quantités de cuivre et de gutta qui ne dépassent pas celles des modèles télégraphiques, d'obtenir un affaiblissement kilométrique de 6×10^{-3} , ce qui doublerait presque la distance franchissable.

Avec de la gutta spéciale, ayant une valeur plus élevée pour l'isolement en courant alternatif, on peut même atteindre un coefficient de $3,5 \times 10^5$, c'est-à-dire une distance franchissable de 600 kilomètres.

Ce résultat est assez satisfaisant et il en courage à étudier la question de plus près.

Dans quelles conditions peut-on réaliser de pareils câbles, tout en restant dans des limites acceptables de prix, et en prenant toutes précautions pour que les opérations de pose et d'entretien ultérieur puissent s'effectuer sans difficulté ?

Quand il s'agit d'établir un câble d'une certaine longueur, il faut s'attendre en général à rencontrer de grandes profondeurs dans la mer. Ainsi la distance de la France à la Corse est inférieure à 200 kilomètres, et cependant les fonds sont supérieurs à 2500 mètres. Or, les communications téléphoniques sont constituées au double fil, et jusqu'à présent, il n'a pas été établi de câbles sous-marins de mer profonde à plusieurs conducteurs. En effet, le câble à deux conducteurs ne présente pas un toron symétrique, surtout pour des âmes un peu grosses. La fabrication doit être particulièrement soignée, et malgré cela, il est toujours à craindre que des déformations ou des écrasements se produisent au moment des opérations de pose, lors du passage sur les tambours d'immersion, ou sous l'effort des tractions auxquelles est soumis le câble, à l'extérieur du navire. Un câble à quatre conducteurs, c'est-à-dire à deux circuits téléphoniques, ne présente pas ces inconvénients, car il est symétrique ; mais il a d'autres défauts. Il est forcément très lourd. Il ne paraît pas possible d'arriver à lui donner, dans l'eau, un poids inférieur à 2 kilogrammes par mètre. Dans des fonds moyens de 2 500 mètres, la tension, à la pose, sera voisine de 5 tonnes. Les machines de pose ne sont pas construites pour résister à une tension aussi élevée. En fait, les difficultés ont paru assez sérieuses, car aucun câble à plusieurs conducteurs n'a jusqu'ici été posé.

On est donc naturellement conduit à songer au câble à un seul conducteur. Cette solution offre un grand avantage au point de vue économique, car les âmes sont chères; elles valent de 2 000 à 3 000 francs le kilomètre. Mais il faut examiner si en dehors des exigences mécaniques et économiques, les conditions électriques seront satisfaisantes.

On doit tout d'abord songer aux inconvénients du retour par la terre pour les lignes téléphoniques, mais en considérant qu'on peut choisir pour points d'atterrissage des régions à l'abri des perturbations ordinaires, ou bien établir un fil de retour de quelques kilomètres allant prendre contact en mer avec le sol, on entrevoit immédiatement un moyen commode et pratique de se protéger contre les phénomènes de dérivation par la terre.

Mais il est deux autres questions qui paraissent plus difficiles à résoudre. Les câbles téléphoniques devront, ainsi que nous l'avons montré, avoir un conducteur de cuivre de gros diamètre; il en résultera que leur caractéristique sera faible. Pour les câbles à un conducteur, la caractéristique est environ la moitié de celle des lignes de même spécification à double fil. D'importantes réflexions sont à craindre aux points de raccordement avec les lignes aériennes ; la ligne à simple fil ne sera acceptable que si on trouve le moyen d'en atténuer les effets.

Enfin les lignes à simple fil sont le siège de phénomènes particuliers. Un courant alternatif développe autour d'elles un champ magnétique assez étendu. Des courants sont induits dans les masses métalliques voisines.

La résistance apparente est augmentée, souvent dans des proportions considérables, et la self-induction au contraire diminuée, car les courants induits étant décalés par rapport au courant inducteur, le champ magnétique est amoindri. Tous ces phénomènes contribuent à augmenter l'affaiblissement de la ligne. En effet, considérons une ligne à double fil; l'affaiblissement kilométrique a pour valeur sensiblement

$$\beta = \frac{R}{2} \sqrt{\frac{C}{L}}$$

Pour une même spécification, la résistance et la self du simple fil devraient être sensiblement la moitié de R et de L, et la capacité environ le double de C, de sorte que devrait avoir la même valeur. L'augmentation de R et la diminution de L, dont nous venons de parler, agissent au contraire dans le même sens pour augmenter β . Nous allons successivement passer en revue ces deux questions de l'affaiblissement et de la caractéristique et voir quel rôle chacun de ces facteurs joue dans les transmissions par câble sous-marin.

1. — Résistance et affaiblissement des lignes à simple fil.

La question des lignes unifilaires a déjà depuis plusieurs années attiré notre attention.

Il ne semble pas impossible, a priori, de se mettre à l'abri des perturbations dues à l'induction des lignes voisines et aux courants parasites de terre, et comme le prix d'un simple fil est moitié de celui des lignes bifilaires, ainsi que son encombrement sur les appuis, il nous avait paru intéressant d'expérimenter leurs qualités électriques.

Malheureusement l'expérience n'avait pas été favorable.

Ayant opéré sur une nappe aérienne très chargée de fils, voici les résultats que nous avons obtenus pour des fils de différents diamètres, par kilomètre (tableau I)

TABLEAU I.

Fréquence.....	1 000 périodes				500 périodes			
Diamètre des fils en millimètres.....	5	4	3,5	3	5	4	3,5	3
Résistance ohmique en ohms.....	0,85	1,40	1,80	2,46	0,85	1,40	1,80	2,46
Résistance mesurée en ohms.....	4,0	3,6	4,1	5,5	1,5	2,3	3,1	3,7
Self-induction en millihenrys.....	1,66	1,66	1,73	1,66	1,91	1,91	1,89	1,91
Capacité en 10^{-5} microfarad.....	9,9	9,4	8,9	8,7	9,8	9,4	9,0	8,7

On voit que les résultats dépendent de la fréquence ; mais ce qui est très frappant, c'est que pour la fréquence 1 000, qui est voisine de celle des sons de la voix, les constantes électriques diffèrent peu, quel que soit le diamètre des fils. Ce fait n'a rien de surprenant quand il s'agit de la self-induction et de la capacité, car il se présente avec les lignes à double fil. Mais la résistance varie très peu avec le diamètre du fil, elle se trouve même supérieure pour le fil de 5 millimètres à celle du fil de 4 millimètres. On peut s'expliquer ces résultats, bizarres à première vue, en considérant que la résistance mesurée est une résistance effective qui est proportionnelle à l'énergie fournie au conducteur par la pile. Cette énergie représente ici non seulement l'énergie dépensée par effet Joule dans le conducteur, mais celle qui est consommée dans tous les conducteurs voisins par induction. Comme la nappe de ces derniers est assez dense, celle énergie, à peu près la même quel que soit le conducteur expérimenté, se trouve supérieure à celle consommée dans le conducteur seul. La résistance mesurée dépend donc surtout des effets parasites et n'augmente que légèrement avec la résistance propre du conducteur. A une fréquence plus basse, le phénomène est un peu moins sensible.

Quant à la self-induction, elle est diminuée d'une manière générale, mais surtout pour les fréquences élevées.

Il résulte de là que sur des lignes chargées, et aujourd'hui c'est un cas assez général, les lignes unifilaires ont au point de vue téléphonique des qualités qui varient peu avec leur diamètre. Il conviendrait donc de n'employer que des diamètres assez faibles. En ne considérant que le fil de 3 millimètres, sa résistance est encore plus du double de celle de la ligne bifilaire; elle serait donc inférieure à une ligne bifilaire de longueur double, elle ne présenterait finalement aucun avantage économique.

Nous avions à la même époque, par curiosité, expérimenté également sur les lignes souterraines isolées au papier. Là encore, nous avons constaté une augmentation considérable de la résistance, mais pourtant moindre que sur les lignes aériennes.

Les quelques chiffres du tableau II le montrent.

TABLEAU II.

CÂBLES A 7 PAIRES ISOLÉS AU PAPIER						
Fréquence.....	1 000 périodes			500 périodes		
Diamètre en millimètres.....	5	4	2,5	5	4	2,5
Résistance ohmique en ohms.....	0,85	1,40	3,5	0,85	1,40	3,5
Résistance mesurée en ohms.....	1,74	2,15	7,08	1,45	1,90	4,83
Self-induction en millihenrys.....	0,532	0,512	1,96	0,570	0,571	2,26
Capacité en microfarads.....	0,053	0,037	0,058	0,053	0,037	0,058
Isolement en mégohms.....	0,55	1,06	1,20	1,05	4,10	2,00

La résistance, ici encore, est fortement augmentée; elle est plus que doublée, mais à l'inverse des lignes aériennes, les fils de gros diamètres restent beaucoup moins résistants que ceux des diamètres plus faibles. C'est qu'ici, en effet, les câbles sont de même modèle et comportent le même nombre de conducteurs; mais, dans les gros câbles, les conducteurs sont plus éloignés les uns des autres et les phénomènes d'induction sont analogues. L'énergie supplémentaire, consommée par induction dans les câbles de diamètre plus fort, devrait être plus grande parce que le conducteur influencé est moins résistant, mais, d'autre part, elle doit être moins grande parce que la distance de l'inducteur est augmentée.

Finalement elle se trouve à peu près égale, pour 1000 périodes, à celle qui est consommée dans le conducteur principal, de sorte que la résistance effective est le double de la résistance ohmique.

Il est d'ailleurs facile de voir que l'augmentation de la résistance effective dépend bien du nombre des conducteurs voisins.

Voici par exemple les résultats obtenus avec des câbles renfermant des fils de 1 millimètre, mais ayant des nombres de conducteurs différents (tableau III) :

TABLEAU III.

Fréquence.....	CÂBLE A 28 PAIRES		CÂBLE A 7 PAIRES	
	1 000	500	1 000	500
Résistance ohmique.....	20,1	20,1	20,1	20,1
Résistance mesurée.....	23,6	22,0	21,0	20,7
Self-induction.....	0,86	0,98	0,812	0,892
Capacité.....	0,063	0,062	0,058	0,059
Isolement.....	0,36	0,67	0,25	0,29

On voit bien que la résistance effective sera d'autant plus augmentée, qu'il y aura dans le voisinage plus de conducteurs dans lesquels pourront être induits des courants.

Enfin nous avons aussi opéré sur des câbles souterrains isolés à la gutta et à la paraffine. Voici les résultats obtenus sur des câbles à 7 conducteurs (tableau IV) :

TABLEAU IV.

Fréquence	CABLE GUTTA		CABLE PARAFFINE	
	1 000	500	1 000	500
Résistance ohmique.....	9,45	9,45	16,9	16,9
Résistance mesurée.....	11,60	11,00	17,4	17,0
Self-induction	1,21	1,32	0,75	0,77
Capacité	0,181	0,182	0,0857	0,0857
Isolement	0,0075	0,0200	0,028	0,110

En résumé, les recherches que nous avons faites jusqu'à présent et qui avaient porté sur des lignes aériennes et des lignes souterraines, nous avaient montré qu'il était prudent de s'attendre à une augmentation notable de la résistance des lignes à simple fil. Cet accroissement dépendait de la nature des lignes. Il était moins considérable avec les lignes souterraines qu'avec les lignes aériennes, mais il dépendait toujours de la nature des masses métalliques au voisinage du conducteur, et de leur distance. Pour avoir une idée de la valeur de l'accroissement de résistance qu'il y avait lieu de prévoir pour des câbles sous-marins, il nous parut indispensable de faire quelques expériences. Nous procédâmes pour cela à des mesures sur le câble franco-anglais de 1912 qui renferme quatre âmes de même spécification : conducteur de cuivre de 3,3 millimètres de diamètre, recouvert d'un fil de fer de 0,3 millimètre enroulé en spires jointives, et isolé par une épaisseur de 3,25 millimètres de guttapercha.

Voici les valeurs des constantes électriques pour 1 000 périodes, pour la ligne à simple et à double fil (tableau V)

TABLEAU V.

	DOUBLE FIL	SIMPLE FIL
Résistance ohmique..	4,00	2,00
Résistance mesurée...	4,60	2,98
Self-induction.....	7,26	3,86
Capacité	0,095	0,188
Isolement.....	0,08	0,20

Ces chiffres montrent que, pour ce modèle de câble, la self en simple fil est plus grande que la moitié de la self en double fil, et que la capacité n'est pas tout à fait doublée. D'après une remarque que nous avons déjà faite, le coefficient serait donc le même que pour le double fil, et même un peu moindre, si la résistance était moitié. Cette condition n'est pas remplie, puisque la valeur 2,98 est supérieure de 30 % à celle qu'elle devrait avoir, 2,30. Il en résulte que le coefficient d'affaiblissement est de $1,2 \times 10^{-2}$ au lieu de $1,0 \times 10^{-3}$, c'est-à-dire supérieur de 20 %.

Des expériences qui ont été faites par le Post-Office ont donné des résultats analogues ; elles ont montré que la résistance d'un câble à simple fil du modèle ordinaire, à faible self-induction, augmentait pour une fréquence de 1 000 de 20 % environ. Mais pour le coefficient d'affaiblissement, les valeurs relativement avantageuses de la self et de la capacité corrigent cet effet, et ce coefficient n'est pas sensiblement augmenté.

N'oublions pas que nous avons surtout à envisager le cas de câbles à forte self-induction.

Si le câble ne renferme qu'un conducteur, il n'y aura pas dans le voisinage de l'âme, d'autres masses de cuivre conductrices, comme dans le cas des câbles multiples ; mais les fils de l'armure seront plus rapprochés. Il sera donc prudent de compter sur l'augmentation de l'affaiblissement que nous a révélé l'expérience, et nous serons ainsi conduits à choisir, au moins pour les premières études à faire, un conducteur tel que son affaiblissement calculé indépendamment du voisinage des fils de l'armure soit de 20 % inférieur au coefficient limite que la longueur du câble nous oblige d'adopter.

Ayant ainsi reconnu la possibilité, sous réserve de quelques précautions à prendre, d'employer pour la téléphonie sous-marine des lignes à simple fil, il reste à examiner les conditions dans lesquelles ces lignes pourront être raccordées aux lignes aériennes.

Ceci nous amène à examiner en détail la question des réflexions téléphoniques, entre lignes de spécification différentes.

Dans sa dernière chronique de Télégraphie et Téléphonie, M. Devaux Charbonnel avait commencé à exposer le côté technique du problème si délicat de la téléphonie sous-marine, en étudiant le rôle de l'affaiblissement.

Aujourd'hui il aborde la question des réflexions téléphoniques. Pour donner une idée nette de ces phénomènes sans recourir à des équations compliquées, l'auteur se borne à examiner deux cas particuliers, celui de lignes très longues et celui de lignes très courtes. Il montre comment on peut calculer d'une façon simple la valeur de l'accroissement d'affaiblissement dû aux phénomènes de réflexion dans un câble ; il prouve qu'on

trouve avantage, dans le cas des lignes très longues, à donner aux lignes qu'on veut relier entre elles les mêmes caractéristiques ; puis il discute le rôle du transformateur téléphonique, dont l'emploi ne peut être avantageux que si les caractéristiques des lignes à réunir sont assez différentes. M. Devaux Charbonnel termine sa remarquable étude par une série de conclusions pratiques qui pourront servir de guide pour le choix des types de câbles à employer, selon les circonstances particulières, dans la télégraphie sous-marine. Nous engageons le lecteur qui voudrait bien saisir la portée technique de cette étude à se reporter aux considérations que M. Devaux Charbonnel a exposées dans la *Lumière Électrique* en 1909. ...

En somme, on est en état dès maintenant d'établir des câbles sous-marins ayant de bonnes qualités téléphoniques, pouvant être constitués à simple fil, et par conséquent ne présentant aucune difficulté particulière de pose ou d'entretien ultérieur. Sans donner aux conducteurs une spécification plus coûteuse que celle des câbles télégraphiques déjà posés, on pourra relier entre eux deux points distants de 400 kilomètres dans tous les cas, quelle que soit la profondeur des mers rencontrées. Si les circonstances sont favorables, si les points sont bons et ne dépassent pas quelques centaines de mètres, on pourra employer sans crainte la pupinisation et atteindre une distance franchissable de 600 kilomètres, tout en assurant une liaison téléphonique satisfaisante entre des points éloignés de quelques centaines de kilomètres des points d'atterrissage.

On voit par ces résultats que le problème de la téléphonie sous-marine a dès maintenant une solution très intéressante. Encore insuffisante pour relier entre eux des continents, elle dispose de moyens capables de réunir à ces continents les îles voisines. C'est un acheminement vers un résultat plus par fait que les prodiges réalisés chaque jour par la technique nous laissent l'espoir d'atteindre dans un avenir rapproché.

Deux conférences internationales ont en 1912 jalonné la marche au progrès de la télégraphie sans fil : la Conférence Radiotélégraphique de Londres (juin 1912) et la Conférence de l'Heure (Paris, octobre 1912).

Le texte des conventions arrêtées par ces assemblées est maintenant connu. Sans nous arrêter à examiner des détails qui ne présentent d'intérêt véritable que pour les spécialistes, nous nous proposons de mettre en évidence dans les nouveaux règlements un peu touffus les points essentiels des accords internationaux qui ont été réalisés.... (consultez *La Lumière Électrique* pour les détails)

En conclusion : Trop modeste pour les audacieux, trop hardie pour les autres, elle semble par cela même se trouver bien proportionnée. En montrant si elle est féconde, l'avenir indiquera en même temps à la Conférence qui, en 1917, se réunira à Washington, quels nouveaux vêtements, quelle nouvelle discipline, il faudra donner à cet enfant prodige qu'est la T. S. F., enfant trop turbulent encore, et dont la prochaine Conférence célébrera peut-être enfin l'assagissement... en même temps que la majorité. La tâche sera lourde si la jeune sœur de la T. S. F., la téléphonie sans fil, termine à cette époque son apprentissage.

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

Avril 1913 L'essai à Paris d'un dispositif permettant à un bureau téléphonique de recevoir les communications destinées à des abonnés absents n'a pas été apprécié autant qu'on aurait pu le supposer par les quelques abonnés du bureau de Wagram qui ont été appelés à en bénéficier depuis quelques mois. Au point de vue technique, cet essai a

donné d'excellents résultats, mais on a pu constater pratiquement que les abonnés qui ont été appelés à en bénéficier n'ont guère fait usage de la nouvelle commodité qui leur était offerte.

Il serait regrettable à notre avis que l'Administration se laissât arrêter par cette indifférence ; aussi souhaitons-nous que les mêmes essais soient poursuivis avec d'autres abonnés qui mettront vraisemblablement à profit la nouvelle commodité mise à leur disposition.

Que de fois, quand on rentre à son domicile ou à son bureau, regrette-t-on de ne pouvoir être mis au courant des communications que l'absence a empêché de recevoir

Le système téléphonique semi-automatique [Rotary de McBerty](#), ayant donné à **Anvers** de très bons résultats, le ministre des Postes et des Télégraphes a décidé, comme on le sait de le mettre à l'essai à **Marseille** et à **Angers**. Les installations devront être achevées au mois de juillet prochain: à Angers, où il y a 1400 abonnés, l'équipement sera disposé de manière à pouvoir en desservir 3 000, et à Marseille qui en compte 7 500, on prévoit un maximum de 20 000 lignes d'abonnés, ce qui correspond au tiers seulement d'un multiple téléphonique récemment construit par une Compagnie suédoise . D'après la convention intervenue entre l'Etat et l'inventeur, le service semi-automatique devra pouvoir fonctionner à plein rendement dès le mois de janvier prochain.

L'avantage du système Mc.Berty est de pouvoir aisément se transformer en un système complètement automatique.

L'inventeur ne sera indemnisé qu'au bout de six mois de bon fonctionnement de ses appareils.

Comme le Gouvernement ne concède pas de monopole, il a été stipulé dans le contrat passé par l'Administration que tous les constructeurs français d'appareils téléphoniques auront le droit de construire les appareils du type Mc. Berty.

D'autres essais officiels sont faits actuellement à **Nice** et à **Orléans** avec le système [Strowger](#). Il est à présumer, d'après les résultats probants obtenus à l'étranger, que l'expérience viendra confirmer et réaliser les espérances que l'automatique, absolu ou mitigé, fait naître en France.

...

M. BÉLA GATI expose ses vues sur l'amélioration des communications téléphoniques sous-marines au moyen de dérivations inductives.

Il montre, avec exemple à l'appui, qu'il convient de donner aux bobines de self-induction une résistance ohmique très faible, de 0,1 à 100 ohms ;

il montre, en outre, que les câbles shuntés sont peu sensibles aux variations accidentelles de l'isolation et que les câbles téléphoniques sous-marins à grande distance devraient être à simple fil krarupisé, ce qui constituerait évidemment la solution la plus économique.

Si ces calculs sont confirmés par l'expérience, il ne serait probablement pas impossible, étant donnés les oscillogrammes que l'auteur nous a communiqués, qu'on puisse avec son système, téléphoner sûrement de Tunis à Marseille, par la Sardaigne, la Corse et Nice, au moyen d'un câble à simple fil....

...

Arrive l'Installation d'un commutateur semi-automatique à Marseille par l'administration des Postes, des Télégraphes et des Téléphones.

On sait que dans le système automatique l'abonné en manœuvrant un dispositif spécial placé auprès de son appareil se met lui-même en relations avec un abonné quelconque de son réseau.

Dans le système semi-automatique, l'abonné qui veut obtenir une communication décroche son téléphone. Ce mouvement le met en relations avec une employée disponible du bureau central. L'opératrice reçoit le numéro de l'abonné demandé et établit la communication en abaissant, sur un appareil placé devant elle, les touches qui correspondent à ce numéro. L'appel de l'abonné demandé et, après la conversation, la rupture des connexions s'effectuent automatiquement.

Des installations semi-automatiques fonctionnent à Ashtabula et à Warren (Ohio) et, en Europe, à Amsterdam. D'autres sont en construction à Pozen, Liegnitz, Dresde et Leipzig. La Bell Telephone Company qui exploite les brevets de ce système a des commandes pour un central à Londres et un à Zurich.

D'après l'Administration, les systèmes semi-automatiques offrent sur le système entièrement automatique l'avantage d'une plus grande simplicité de l'installation du poste d'abonné et permettent de confier les manœuvres du mécanisme à un personnel plus exercé que ne le sont les abonnés.

Le système prévu a cet avantage tout spécial que chaque poste d'abonné sera, isolément et à un moment quelconque, transformable à l'automatique pur.

Les expériences des deux systèmes automatique et semi-automatique que l'administration poursuit, pour le premier, à Nice et Orléans; pour le second, à Marseille et à Angers, permettront de préciser leurs avantages relatifs en ce qui concerne les frais de premier établissement, d'exploitation et d'entretien et surtout la qualité du service.

Le multiple actuel de Marseille est insuffisant et il aurait été nécessaire d'engager pour son extension une dépense de 234 000 francs. Le service, d'ailleurs, n'aurait jamais été assuré dans les conditions qu'une ville aussi importante est en droit d'exiger aujourd'hui. Le meuble est en effet d'un type ancien ne se prêtant pas à l'installation de la batterie centrale; son remplacement se serait imposé à bref délai. Le choix du réseau de Marseille pour un essai en grand du système semi-automatique est donc justifié. D'après les renseignements insérés au rapport supplémentaire de M. Chéron sur le budget général de l'exercice 1913, le projet étudié par l'administration engage une dépense de 1702 500 francs .

...

Dans les réseaux de Dijon et de Limoges, où il peut être contracté des abonnements téléphoniques sous le régime des conversations taxées, l'installation de compteurs automatiques de conversations entraînera la suppression de la tenue des procès-verbaux sur les groupes urbains. Le travail des téléphonistes sera, par suite, simplifié et moins fatigant. Il sera donc possible de confier à une opératrice un plus grand nombre d'abonnés. En ce qui concerne Toulouse, Bordeaux et Lille où, dans la situation actuelle, les abonnements au téléphone ne peuvent être contractés que sous le régime forfaitaire, l'Administration se propose de placer des compteurs pour préparer l'application du régime des abonnements à conversations taxées. Cette installation, nécessaire de toutes façons, a l'avantage, si elle est faite à l'avance, de permettre l'établissement de statistiques rigoureuses susceptibles de fournir à l'Administration les indications les plus précieuses pour la fixation des bases du nouveau régime.

...

1914 La France entre en guerre contre l'Allemagne ...