

TELEGRAPHIE et le TELEPHONE SIMULTANEE

Le sujet est d'importance à cette époque où le télégraphe existait dans le monde entier avec son infrastructure : fils, poteaux, ingénieurs, personnel ... et voici qu'un petit nouveau "le téléphone" voudrait bien s'inviter dans la danse.

- **1880-1881** On doit à un ingénieur des télégraphes belges, **M. Van Rysselberghe**, d'importantes recherches pour préserver les fils télégraphiques de l'influence perturbée des courants induits, résultant du voisinage des fils téléphoniques.

- **Langdon-Davies** de Londres est aussi dans la course, au milieu des années 1880, il s'inspire des travaux de **François van Rysselberghe**

- D'autres expériences du même domaine, ont commencé en 1881, bien avant les travaux de Langdon-Davies avec **Cardew** à la Society of Telegraph Engineers.

L'EMPLOI DU TÉLÉPHONE POUR LE SERVICE TÉLÉGRAPHIQUE vers 1887

Une application de la téléphonie dont nous voulons parler, mais qui n'est point du tout la moins importante, c'est l'emploi du téléphone pour le service de la télégraphie. L'administration des télégraphes de l'**Empire germanique** a sans doute le mérite d'avoir compris la première l'importance de l'assimilation de la téléphonie avec la télégraphie et d'en avoir fait un emploi considérable.

On compte en effet, actuellement en **Allemagne** près de **4.000** stations télégraphiques desservies par des appareils téléphoniques. Nulle autre administration ne peut se vanter d'un pareil développement de la téléphonie dans la télégraphie.

Les craintes énoncées par-ci par-là que la téléphonie ne peut que nuire à la télégraphie sont victorieusement réfutées par cette fusion intime des deux genres de services. En effet, ils s'entraident. Le téléphone est puissant dans les petites distances où le télégraphe ne peut pas lutter avec lui; mais aussitôt que la distance augmente, l'importance du téléphone diminue, et, finalement, c'est le télégraphe qui domine incontestablement.

D'un autre côté, le téléphone combiné avec le télégraphe peut pénétrer dans les localités qui sont trop petites ou pas assez riches pour alimenter une station télégraphique proprement dite. L'installation d'une station téléphonique est très simple et peu coûteuse; la manipulation des appareils ne demande pas un long apprentissage; on peut donc établir des stations téléphoniques faisant le service de bureaux télégraphiques dans des conditions beaucoup plus favorables pour les communes que celles qu'il faut exiger pour l'installation d'un bureau télégraphique.

En Suisse, toute commune qui désire être reliée au bureau télégraphique le plus rapproché par une ligne téléphonique, doit supporter la moitié des frais de la construction de cette ligne; la commune a, en outre, à fournir un local, son chauffage et éclairage pour y installer les appareils, et doit pourvoir au service de cette station téléphonique. Tout le reste, l'installation et l'entretien des appareils et de la ligne, le service de la station de transmission, etc., incombe à l'administration.

La combinaison d'une ligne téléphonique avec un bureau télégraphique est des plus simples et ne demande aucune description spéciale. Téléphone et télégraphe étant indépendants l'un de l'autre, on n'a qu'à reproduire sur une feuille de papier la réception orale, et ce document servira comme télégramme original pour la transmission télégraphique, et vice-versa.

Quelquefois on ne construit pas une ligne ou fil spécial pour la station téléphonique, mais on l'intercale sur un fil télégraphique. Ce genre d'intercalation est surtout employé quand la station téléphonique à créer est située sur la route du fil télégraphique et lorsque ce fil est peu chargé de correspondances télégraphiques. Le système d'appel employé en Suisse pour la téléphonie permet cette intercalation sans trop de difficulté.

La fig. 1 donne les détails de cette installation: LL, est le fil télégraphique, A est le bureau télégraphique par l'entremise duquel les communications de la station téléphonique B sont transmises sur le réseau télégraphique, et vice-versa. M est l'appareil Morse, T le manipulateur, et p la pile. Le système micro-téléphonique de chaque station est, pour plus de simplicité, représenté par le téléphone t; c et c, sont des interrupteurs de la terre, G sont des générateurs magnéto-électriques, s des sonneries marchant avec des courants alternatifs; b est la boussole de la station téléphonique. Quand la ligne LL, est utilisée pour la télégraphie, la communication avec la terre est interrompue en c et c1, les courants télégraphiques passent par les sonneries s et s, mais ne peuvent pas les influencer parce qu'ils ne sont pas alternatifs. Il convient cependant de choisir une direction des courants télégraphiques telle qu'ils renforcent les aimants permanents de ces sonneries au lieu de les affaiblir. Les générateurs G sont, comme on le sait, automatiquement exclus de la ligne quand ils ne sont pas en action. Si la station B veut transmettre par téléphone un télégramme en A, elle regarde d'abord si la boussole best tranquille, c'est-à-dire si la ligne est libre. Dans le cas de l'affirmative, elle établit la communication avec la terre en c et sonne. Les sonneries s et s, se mettent en branle, et les bureaux télégraphiques à la droite de B entendent un faible roulement de l'armature de leur récepteur qui leur indique la nature de cet appel. La station A, après avoir établi la communication avec la terre en c1, répond aussi par le générateur, et la conversation peut commencer sans possibilité de dérangement de la part des bureaux télégraphiques. Pendant tout ce temps, la ligne LL, peut être utilisée par télégraphe à la gauche de L jusqu'au dernier bureau, et à la droite de L jusqu'à A. Le même arrangement peut aussi servir quand la ligne télégraphique est exploitée par le système du courant continu.

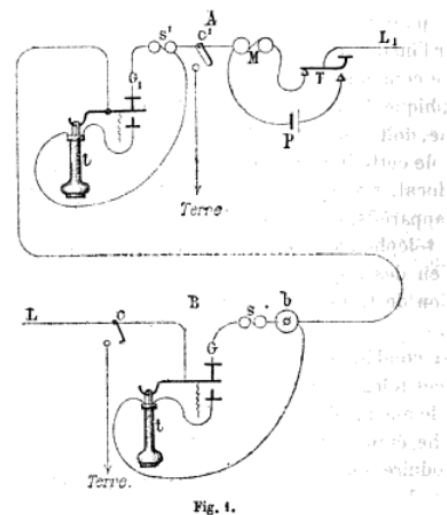


Fig. 1.

Une autre intercalation de stations téléphoniques dans un fil télégraphique à courant continu a été indiquée par M. Zetzsche. Quand il y a des stations téléphoniques des deux côtés du bureau télégraphique qui fait le service de translation, il s'agit surtout d'éviter dans le téléphone, des courants qui puissent affaiblir l'aimantation.

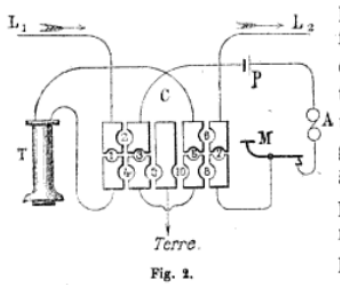


Fig. 2.

La fig. 2 représente le bureau télégraphique chargé de faire l'intermédiaire entre les stations téléphoniques intercalées dans les lignes L1, L2, à droite et à gauche. A est l'appareil Morse, M le manipulateur, p la pile, T l'appareil micro-téléphonique. C un commutateur à fiches à 5 lames, dont 4 sont coupées au milieu.

Dans la règle, les fiches sont placées dans les trous 1, 3, 5 et 7, le courant circule dans le sens des flèches et renforce l'aimant dans le système micro-téléphonique.

Le téléphone est intercalé dans la ligne, mais sans pouvoir être utilisé. Quand on veut téléphoner avec une station à gauche du bureau de transmission, on n'a qu'à planter une fiche dans l'un ou l'autre des deux trous 9 et 10. La ligne L, est alors indépendante de la ligne L1, et la direction du courant n'est pas changée. Si, au contraire, le téléphone T doit être mis en communication avec une station téléphonique placée sur ligne L., il faut planter les fiches dans les trous 2, 4, 6 et 8 (et encore dans 9 ou 10 pour établir la communication avec la terre). La direction du courant dans le téléphone restera la même aussi dans ce cas. On peut, en outre, exclure le téléphone de la ligne en plantant les fiches dans les trous 2, 4, 5 et 7, ou seulement dans 2 et 7.

Mais l'idée de superposer un signal téléphonique sur une ligne télégraphique vient de Van Rysselberghe :

Constat : Toute variation brusque dans l'état électrique d'un circuit téléphonique est répercutée dans les téléphones récepteurs. Si, par exemple, on embroche un téléphone sur le parcours d'un fil desservant des appareils télégraphiques, toute émission ou toute interruption de courant donneront lieu à un bruit sec dans le téléphone, à une sorte de craquement très accentué. Si les appareils télégraphiques dont on fait usage sont des appareils Morse, il sera possible, avec un peu d'habitude, de percevoir dans le téléphone les signaux échangés, de lire au son. Il n'est même pas besoin, pour obtenir ce résultat, que le téléphone soit placé sur le conducteur traversé par les courants télégraphiques ; installé sur un conducteur voisin, souvent même assez éloigné, il reste sensible aux brusques émissions ou interruptions de courant produites sur les fils qui suivent le même parcours, bien qu'il ne soit influencé que par induction. Il semblait bien difficile, dans ces conditions, de placer des fils téléphoniques sur les mêmes appuis que des conducteurs télégraphiques, et bien plus encore d'installer des téléphones et des télégraphes sur le même fil.

Cependant, on avait remarqué que, si au lieu d'être brusque, la variation dans le courant qui influence le téléphone a lieu graduellement, celui-ci reste muet et insensible à la perturbation. C'est dans cette voie que M. Van Rysselberghe dirigea ses recherches. Il pensa que si les courants télégraphiques se produisaient graduellement et s'éteignaient de même, leur influence ne se ferait plus sentir sur les circuits téléphoniques avoisinants.

Il s'agissait d'obtenir ce résultat sans nuire à la régularité de la correspondance télégraphique; M. Van Rysselberghe y parvint en faisant traverser des résistances artificielles par les courants émis sur les lignes.

Van Rysselberghe était professeur de physique à l'école industrielle de l'école de navigation d'Ostende.



Van Rysselberghe

Il était encore dans son adolescence au début de sa carrière et avait acquis une réputation de brillant. Il a conçu une station météorologique pour la lecture à distance alors qu'il était rattaché à l'Observatoire royal de Belgique et c'est probablement ce qui l'a amené à l'idée de superposer un signal téléphonique sur une ligne télégraphique. Il a peut-être suivi l'œuvre originale de David Hughes en Grande-Bretagne, publiée en 1879. Hughes a proposé l'utilisation d'une bobine d'arrêt pour réduire les interférences entre les circuits télégraphiques. Van Rysselberghe finira par breveter son système en 1882

Les courants téléphoniques, au lieu d'être lancés et interrompus brusquement par les appareils, sont gradués, au moyen de résistances que l'on intercale successivement dans le circuit, au moment de la fermeture, et que l'on retire de la même façon, au moment de l'ouverture du circuit. Rien n'est changé dans le mode de transmission ; seul, le manipulateur, convenablement agencé, opère automatiquement les commutations nécessaires. Bien qu'il fournisse une solution pratique suffisante, ce système avait l'inconvénient d'exiger des manipulateurs d'une construction spéciale.

TELEGRAPHE et TELEPHONE SIMULTANEMENT

Le sujet est d'importance à cette époque où le télégraphe existait dans le monde entier avec son infrastructure : fils, poteaux, ingénieurs, personnel ... et voici qu'un petit nouveau "le téléphone" voudrait bien s'inviter dans la danse. On en parle dans le journal télégraphique de juin 1882

De l'influence du développement de la téléphonie sur le service télégraphique, par M. E. CHARMER, Commis principal des télégraphss belges à Liège.

Il y a juste 3 ans, nous développions dans ce journal quelques considérations en faveur du travail télégraphique à l'ouïe. Après avoir fait ressortir les nombreux avantages de ce système, nous terminions en le recommandant comme un moyen transitoire ou plutôt comme un acheminement vers l'introduction futur des téléphones dans les services télégraphiques.

Or, il n'est plus guère permis de mettre en doute la réalisation prochaine de cette dernière éventualité, surtout en présence de l'intéressante découverte faite récemment par **M. van Rysselberghe**.

Éliminer les inconvénients de l'induction dans les téléphones et permettre l'emploi de ces instruments sur les longues lignes concurremment et même simultanément avec les autres appareils, tel est le double problème presque complètement résolu de la manière la plus heureuse par le savant météorologiste de l'observatoire de Bruxelles. Encore un petit effort et ce sera Parfait.

Nous avons parlé dans notre dernier numéro, des expériences faites avec les nouvelles dispositions imaginées par M. van Rysselberghe.

Voilà certes un fait de la plus haute importance au point de vue de l'avancement de la télégraphie. C'est tout un événement qui va provoquer une véritable révolution, non-seulement dans le mode de transmission mais encore dans la marche du travail des bureaux.

Extrême simplification des procédés d'échange, économie considérable dans l'exploitation des réseaux, tels seront, en deux mots, les principaux facteurs de cette nouvelle conquête : de la science électrique, dont l'application ne pourra guère tarder à se faire en grand . Bientôt sans doute nous verrons l'avènement de cette ère pressentie par M. Preece, lorsque l'éminent electricien prédisait comme le dernier mot de la télégraphie l'adoption finale de systèmes acoustiques très-simples pour les relations en général. Les résultats de la transformation qui s'annonce seront d'autant plus appréciables qu'ils s'appliqueront à la masse des correspondances, c'est-à-dire à celles qui constituent le trafic interne de chaque pays. **En Belgique où les communications, directes se font à des distances médiocres, la substitution du téléphone aux appareils actuels semble pouvoir s'effectuer dans les meilleures conditions.**

Il serait évidemment puéril de prétendre que ce changement pourra s'opérer du jour au lendemain, sans préliminaires et sans quelques tâtonnements. D'abord., il est clair qu'avant, d'aborder la pratique, il faudra modifier au préalable les installations existantes, s'occuper de l'initiation du personnel au nouveau système régler la marche des opérations, etc. De même, il y aura lieu de songer au raccordement, peut-être à la fusion des services téléphoniques urbains avec le service télégraphique, en vue d'assurer les relations directes entre abonnés de ville à ville; enfin, comme conséquence de ce dernier point, il s'agira de fixer des tarifs appropriés à cette nouvelle catégorie de correspondances.

Ce sont autant de questions qu'il importera de résoudre. Nul doute qu'après une courte expérience, on n'en ait facilement raison. Pour ce qui regarde les installations et la mise en œuvre des téléphones, il existe d'ailleurs déjà de nombreux types dans les exploitations urbaines qui fourniront des indications très-utiles à cette fin.

Y a-t-il lieu maintenant d'appréhender la transition qui se prépare. Nous n'envisagerons ici la question qu'au point de vue de l'influence que l'innovation en perspective peut avoir sur la situation du personnel spécial de la télégraphie, c'est-à-dire sur celui qui fonctionne dans les bureaux les plus importants où se concentre le gros du mouvement et du travail télégraphique proprement dit.

À notre avis, ce changement doit être considéré à tous les égards comme un événement très-heureux, en ce sens qu'il contribuera à relever encore l'importance du rôle de télégraphiste.

En effet, pour peu que l'on compare le rôle dévolu jusqu'ici aux opérateurs, à celui que leur imposera l'échange par téléphone, on reconnaîtra facilement que, loin de s'amoinrir, ce rôle devra s'élargir très sensiblement, parce qu'il exigera des aptitudes nouvelles et des conditions d'intelligence et de savoir beaucoup plus étendues. Pour nous en convaincre, examinons d'abord les fonctions de l'employé chargé de transmettre verbalement; elles réclament assurément un ensemble de qualités que tout le monde ne possède point. Abstraction faite de la question d'organe, il faut ici du calme, une attention soutenue, une prononciation nette et bien distincte, de l'intelligence pour la lecture exacte de textes variant à l'infini, souvent mal orthographiés, mais plus souvent encore mal écrits. Il faudra surtout à l'opérateur beaucoup de discernement pour distinguer et épeler certains mots ou passages extraordinaires qu'il importera de bien faire saisir.

Et ce n'est pas tout. On conçoit qu'un semblable exercice, prolongé pendant de longues séances, embrassant une foule de sujets et d'idées disparates et tenant tous les sens en éveil, doit être autrement pénible et laborieux qu'une simple lecture courante ou la manœuvre d'un système mécanique.

Voyons maintenant le même employé à l'œuvre pour la réception. Il semble superflu de démontrer qu'il est incomparablement plus difficile d'écrire sous la dictée, avec l'intermédiaire du téléphone, que de copier, comme maintenant, des dépêches imprimées sur une bande.

La tâche, dans le second cas, ne sera pas moins ardue que dans le premier. Nous ne parlerons pas du sens auditif qui, naturellement, ne doit rien laisser à désirer. Quand à l'attention, elle ne peut être distraite un seul instant. Indépendamment d'une écriture expéditive et lisible, l'employé qui reçoit doit posséder à fond la langue usuelle du pays sous peine d'être arrêté à chaque instant ou du moins de commettre des erreurs, des non-sens et de ces fautes tout élémentaires qui nuiraient à la confiance qu'une administration sérieuse doit inspirer au public.

Limitées aux plus stricts besoins du service télégraphique, les conditions que nous venons de résumer seront indispensables en général. Mais il en est d'autres dont la nécessité, bien que moins absolue, se fera vivement sentir, parce qu'elles concernent une partie notable des correspondances. Nous voulons parler des connaissances linguistiques. Avec le nouveau mode de transmission l'extrême utilité de ces connaissances devient évidente et en quelque sorte palpable, si l'on veut retirer du travail téléphonique tous les avantages qu'il est susceptible de produire. Nous pouvons en augurer que les administrations se trouveront pour ainsi dire mises eu demeure de faire une position exceptionnelle à ceux de leurs agents reconnus capables de correspondre en plu. sieurs langues.

La question des langues acquiert, dans les circonstances actuelles, une importance considérable. Rappelons à ce propos, qu'elle a déjà fait l'objet de plusieurs articles antérieurs dont deux, dus à l'initiative de M. Gould, ont mis en lumière toute une série de faits d'un intérêt pratique incontestable.

En résumé, nous voici bien loin, comme on le voit, du rôle de copiste et de simple lecteur que d'après certaines prévisions peu judicieuses, l'introduction des téléphones réserverait aux télégraphistes.

Pour assumer, nous ne dirons pas à la perfection, mais d'une manière convenable, l'emploi de téléphoniste, un personnel de choix sera de rigueur. Pourra-t-on le confier à de très-jeunes gens, à de très-jeunes personnes ? Evidemment non. Nous estimons qu'il faudra des agents formés, entendus, sinon très-instruits du moins doués d'un jugement mûr, renforcé de cette expérience et de ces notions générales qui ne s'acquièrent qu'à un certain âge.

Qu'on ne s'y trompe point, c'est précisément là que se rencontrera la vraie pierre d'achoppement quand il s'agira d'organiser le service téléphonique avec les éléments actuels. Il n'y a pas d'illusions possibles. Le succès du nouveau système sera sans restriction solidaire de la valeur du personnel appelé à le mettre en œuvre. Nous ne parlerons pas des exigences plus grandes encore que l'avenir pourrait faire naître, par exemple, de l'application de la sténographie dont la place semble marquée à côté du téléphone pour accélérer les réceptions.

Bref, sans faire preuve d'un optimisme exagéré, nous avons le ferme espoir que la transformation qui va s'accomplir aura pour effet de faire une plus large part à l'activité et à l'intelligence des travailleurs au télégraphe

Van Rysselberghe a fourni des détails sur un certain nombre de circuits permettant de gérer différentes configurations de lignes, à la fois monofilaires et entièrement métalliques (deux fils). Le système s'est rapidement répandu en Europe, où la plupart des lignes téléphoniques longue distance utilisaient son système dans les années 1880.

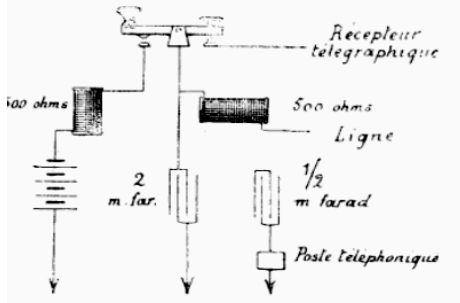
M. Van Rysselberghe a donc cherché à résoudre le problème en n'employant que des appareils ordinaires.

Tout le système est basé sur l'emploi d'une bobine, dont le mode d'enroulement a pour effet d'ajouter la puissance des courants téléphoniques et de neutraliser les courants télégraphiques.

Document télégraphie et téléphonie simultanées de Mourlon 1884 ou en fichier 

« L'expérience lui a démontré que pour combattre l'induction produite au départ, une résistance de 1000 unités était nécessaire, mais que pour conjurer l'induction à l'arrivée, 500 unités suffisaient. Alors, pour ne pas augmenter la résistance de la ligne dans des proportions trop considérables, tout en restant dans les conditions que lui imposait la pratique, il a eu recours à un artifice.

M. Van Rysselberghe appelle électro-aimants graduateurs de bobines ayant une résistance de 500 ohms et pourvues d'un noyau de fer doux; il les dispose de la manière suivante : l'une des bobines est intercalée entre la pile et le plot de travail du manipulateur, l'autre entre le massif du manipulateur et la ligne.



Système Van Rysselberghe.

C'est ainsi que les choses sont agencées lorsqu'il s'agit du Morse; pour le Hughes, on a imaginé une disposition complémentaire.

De la sorte, le courant de la pile se rendant sur la ligne traverse les deux bobines, soit 1000 ohms, le courant venant de la ligne ne traverse qu'une seule bobine, de 500 ohms. « On sait que, par suite des phénomènes d'induction propre dont un électro-aimant est le siège, lorsqu'une variation se produit dans l'intensité d'un courant qui le parcourt, la durée de la période variable d'un courant de ligne est accrue quand il traverse un instrument de ce genre. Pour rendre silencieux et insensible aux courants télégraphiques le téléphone dont nous parlions tout à l'heure, on placera donc entre le manipulateur et la ligne un électro-aimant convenablement choisi. Mais si une pareille précaution atténue et fait pratiquement disparaître le son correspondant à l'émission de courant, elle est inefficace en ce qui concerne la fin de celui-ci; au moment, en effet, où le manipulateur quitte le contact de pile, alors même qu'il n'est pas encore revenu sur le butoir de repos, une force électromotrice considérable prend naissance dans l'électro-aimant par suite de la cessation brusque du courant et amène dans le téléphone la production d'un bruit sec très perceptible et assez intense. Pour obvier à cet inconvénient et prolonger l'émission, on ajoute entre l'électro-aimant et le manipulateur un condensateur dont une armature est mise en dérivation sur le circuit, l'autre armature étant à la terre. « Le condensateur, pendant que le manipulateur est sur contact de pile, se charge, puis quand on relève le levier, se décharge à travers l'électro-aimant lui-même et la ligne; on prévient ainsi la production de l'extra-courant de rupture U »

Le condensateur dont nous venons de préconiser l'emploi a généralement une capacité de deux microfarads.

En combinant ainsi l'emploi des électro-aimants graduateurs et du condensateur, tous les bruits provenant tant de l'induction que de la transmission directe, sont absolument annulés dans les téléphones, et on pourrait impunément placer un de ces instruments en dérivation sur un fil ainsi armé, sans qu'il soit influencé. Il est évident que si, sur les lignes armées du système anti-inducteur Van Rysselberghe, il n'y a pas d'inconvénient au point de vue téléphonique à placer un téléphone en dérivation, il n'en est plus de même au point de vue télégraphique, et qu'un tel dispositif aurait pour effet de donner une communication avec la terre, qui nuirait à la régularité des correspondances télégraphiques. Il a donc fallu trouver un nouveau dispositif permettant d'éviter toute perte d'électricité dans le sol. Cette nouvelle combinaison consiste à introduire un condensateur entre le téléphone récepteur et le fil de ligne. Ce condensateur que l'on appelle condensateur-séparateur a une faible capacité (1/2 microfarad); une de ses armatures est réunie au fil de ligne, l'autre à un des cordons du téléphone récepteur, le second cordon étant à la terre.

En résumé, les installations pourvues du système Van Rysselberghe comprennent, comme le montre la figure : 1° un électro-aimant entre la pile et le manipulateur; 2° un autre électro-aimant entre le manipulateur et la ligne; 3° un condensateur-graduateur entre le manipulateur et le second électro-aimant; 4° un condensateur-séparateur entre la ligne et le récepteur téléphonique. Les deux postes correspondants sont installés de la même manière.

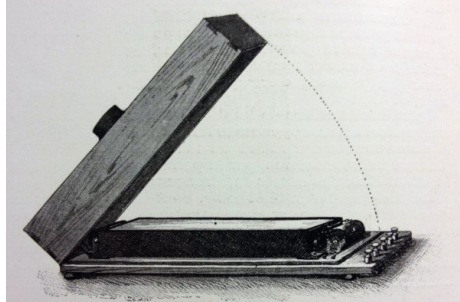
Lorsque la ligne comporte deux conducteurs, chacun d'eux est armé comme nous venons de l'indiquer, mais le téléphone récepteur, au lieu de communiquer avec la terre, est réuni au condensateur disposé sur le fil de retour. D'ailleurs, tous les fils qui suivent le même parcours que les fils téléphoniques sont armés de la même façon.

Ainsi, l'économie du système Van Rysselberghe consiste à installer les postes téléphoniques sur des fils télégraphiques déjà existants qui continuent à servir aux relations télégraphiques. Ces fils sont préalablement armés, ainsi que les fils voisins, d'un dispositif spécial évitant que l'exploitation des télégraphes puisse nuire aux téléphones et réciproquement.

Sur la ligne téléphonique de Paris à Reims installée avec le système Van Rysselberghe, on utilise quatre conducteurs télégraphiques, formant deux circuits téléphoniques à double U. D'abord souterrains pendant la traversée de Paris, ces conducteurs deviennent aériens et sont alors constitués par des disques de fer galvanisé de 4 millimètres de diamètre, un seul à 0 millimètres; une petite section de câble sert à la traversée d'un tunnel; enfin, de la gare de Reims au bureau central, la ligne est en fil de bronze de 2 millimètres. L'ensemble de la ligne a un développement de 164 kilomètres.

Les électro-aimants graduateurs ont une résistance de 500 ohms; lorsque les lignes télégraphiques sont desservies par des appareils Morse, on emploie deux de ces électro-aimants; lorsqu'on fait usage du Hughes, on en ajoute un troisième, de 200 ohms seulement, placé sur la dérivation à la terre. Dans ces électro-aimants « le fil est enroulé sur un noyau de fer plein de 72 millimètres de long et 14 millimètres de diamètre; la partie sur laquelle se fait l'enroulement est longue de 55 millimètres; deux joues en fer de 13 millimètres d'épaisseur, recouvrant des joues en bois, laissent affleurer vers l'extérieur les extrémités du noyau plein; un cylindre creux en fer de même épaisseur à peu près les rejoint et recouvre l'ensemble qui offre l'aspect d'un cylindre plein de 40 millimètres de diamètre. On voit que la masse de fer est considérable et que le circuit magnétique est fermé. »

Les condensateurs sont renfermés dans des boîtes en fonte et noyées dans la paraffine. On place généralement dans la même boîte l'électro-aimant de ligne et le condensateur; cet ensemble prend le nom d'anti-inducteur. On lui adjoint un paratonnerre à lame d'air, dans lequel les deux plaques métalliques sont séparées par de minces feuilles de papier paraffiné, que l'on découpe à l'emporte-pièce, et qui laissent passer entre les deux plaques une petite couche d'air.

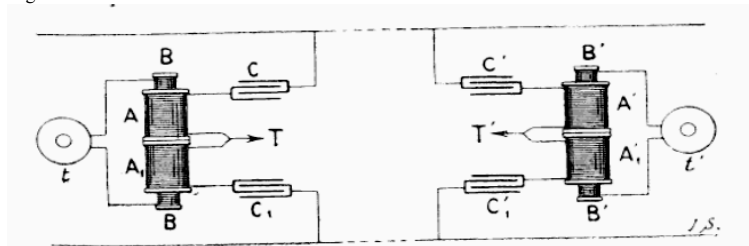


Système M. Van Rysselberghe

Les électro-aimants graduateurs interposés entre la pile, la terre et les appareils sont installés dans les bureaux, mais les anti-inducteurs (électro-aimant et condensateurs) sont répartis sur différents points de la ligne, notamment aux points où un conducteur porté sur les mêmes appuis que la ligne téléphonique abandonne celle-ci, et aussi aux points de raccordement des tronçons urbains avec la ligne de pleine voie.

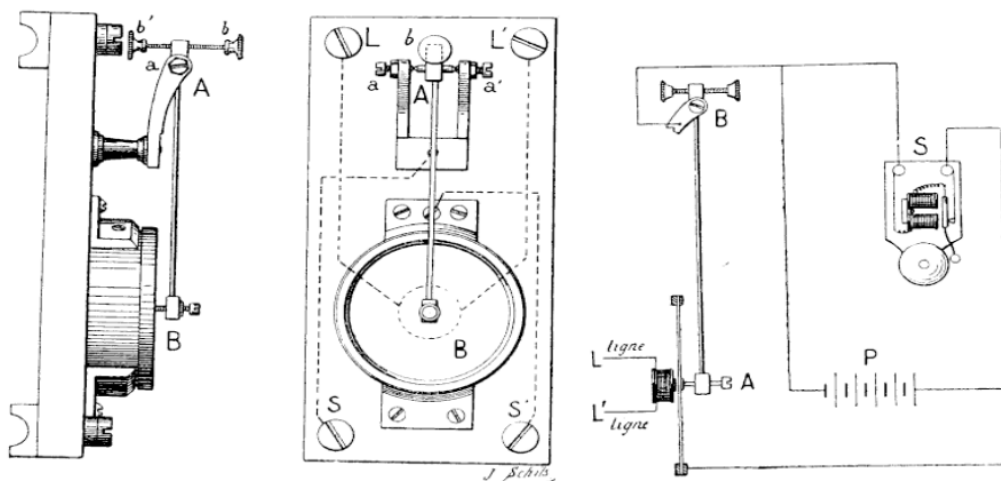
Ainsi que nous l'avons dit, les appareils téléphoniques sont isolés de la ligne par des condensateurs-séparateurs. « Les fils des circuits téléphoniques aboutissent à une des armatures d'un condensateur, l'autre armature étant mise en communication avec le conducteur télégraphique. Cette dernière jonction a lieu, par rapport à l'électro-aimant de ligne, du côté du poste correspondant : c'est là une précaution indispensable et à l'observation de laquelle on est immédiatement rappelé en cas d'oubli, la conversation

auxquelles on a donné le nom de translateurs phoniques. Ces bobines se composent de trois circuits. Sur les bobines creuses A, sont enroulés les deux premiers circuits; chacun d'eux communique avec l'armature d'un condensateur-séparateur, les deux circuits ont une terre commune T. A l'intérieur des deux bobines creuses est placée une troisième bobine B B dont l'enroulement est fermé sur le téléphone t. L'installation est la même dans les deux postes téléphoniques. On voit que le circuit à double fil, affecté au téléphonique, forme un vaste rectangle dont les deux fils de ligne représentent les grands côtés et les translateurs les petits côtés; les condensateurs-séparateurs sont placés aux angles.

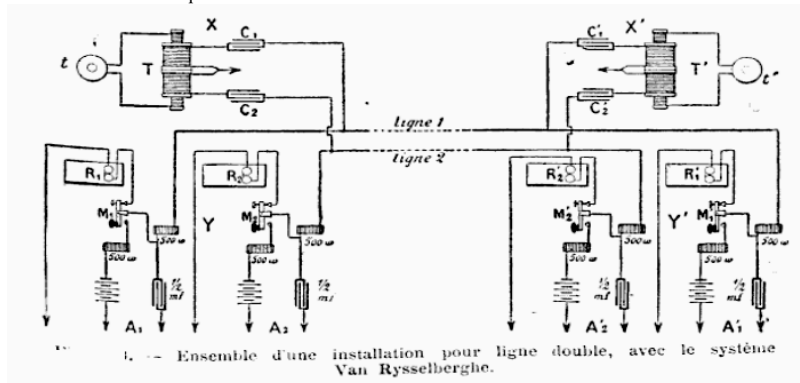


Depuis les premières installations du système Van Rysselberghe, les bobines translatrices ont été modifiées plusieurs fois; on a procédé par tâtonnements, et nous ne croyons pas qu'il y ait encore de type bien arrêté.

C'est un boîtier de récepteur *Sieur*, sur la membrane duquel repose la pointe d'un levier AB convenablement équilibré.



L'appel phonique étant placé verticalement, la pointe du levier A B reste appuyée par son propre poids sur la plaque vibrante du récepteur. Il en résulte une dérivation sans résistance à travers laquelle circule la plus grande partie du courant de la pile locale P; la fraction de ce courant qui traverse encore les bobines de la sonnerie à trembleur S est insuffisante pour la faire fonctionner; mais si la membrane téléphonique est mise en vibration par des courants pénétrant par les bornes L L', le contact entre la plaque vibrante et le levier A B est altéré; la résistance est notablement augmentée en ce point et la majeure partie du courant de la pile locale traverse les bobines de la sonnerie à trembleur qui alors fonctionne régulièrement. L'appel phonique n'est, en résumé, qu'un relai de sonnerie qui entre en jeu au moment des appels; au repos, il absorbe en quelque sorte le courant local qui, sans cela, agirait constamment sur la sonnerie; en activité, il restitue le courant local à la sonnerie; c'est un bief de dérivation dont la vanne est normalement ouverte et ne se ferme qu'au moment où la sonnerie doit se faire entendre.



La puissance d'un réseau télégraphique peut être plus que doublée, sans rien changer à la ligne, puisque, avec l'adjonction pure et simple d'un petit nombre d'appareils accessoires dans chaque poste, et d'une paire de téléphones, on peut à la fois téléphoner ou télégraphier, c'est-à-dire parler et écrire simultanément.

Sur notre site nous avons 2 ouvrages :

[1885 Télégraphie Téléphonie simultanés Van Rysselberghe](#)

[1890 Télégraphie Téléphonie simultanés Van Rysselberghe](#) , dans lesquels nous retrouverons la plupart des explications .

En Belgique et en Amérique, où M. Van Rysselberghe est allé mettre sa méthode en pratique, l'envoi simultané des dépêches télégraphiques et téléphoniques se fait d'une manière régulière.

Aussi les appareils de M. Van Rysselberghe pour la téléphonie à grande distance n'avaient jusqu'ici trouvé d'applications que sur quelques lignes de la Belgique, mises, à titre d'essai, à la disposition de l'inventeur.

La plupart des lignes belges sont disposées pour les transmissions télégraphiques et téléphoniques simultanées; plusieurs artères du réseau français ont été organisées de la même manière.

Un rapport du gouvernement de la Nouvelle-Galles du Sud décrit une économie de 93% en utilisant ce système à condensateur sur un seul fil de télégraphe plutôt que de construire un deuxième fil pour fournir un service téléphonique classique.

Van Rysselberghe s'est rendu aux États-Unis en 1885 pour tester son système sur des lignes plus longues et a pu réaliser un appel de New York à Chicago, sur une distance d'environ 1 000 milles. Malheureusement, aux États-Unis, la situation était différente de celle de l'Europe. Western Union Telegraph and Bell Telephones avaient réglé leurs différends juridiques, et une partie de l'accord prévoyait qu'ils resteraient en dehors des affaires de chacun. Cela a obligé Bell à construire son propre réseau interurbain à partir de zéro, une proposition coûteuse. C'est pour cette raison que la démonstration de Van Rysselberghe, bien que très réussie, n'a pas retenu beaucoup d'attention. Bell ne put assurer une connexion directe entre les deux villes qu'en 1892. Ce n'est qu'après l'invention par Pupin de la bobine de chargement, plusieurs années plus tard, que Bell fut capable de fournir de véritables appels longue distance, et à ce moment-là, le travail de Van Rysselberghe avait été oublié.

La citation suivante est tirée de The Practical Telephone Handbook de Poole , édition 1912, et il convient de noter que le BPO utilisait encore les circuits de Van Rysselberghe jusque dans les années 1930.

"En incluant dans le circuit de batterie et de ligne des bobines à haute inductance dans une ligne télégraphique, comme le montre la partie inférieure de la figure, la soudaineté des courants télégraphiques de fermeture et de coupure peut être si réduite qu'un téléphone connecté en un circuit de dérivation d'une ligne monofilaire resterait assez silencieux pendant le passage des messages télégraphiques. Comme le courant de parole téléphonique n'affecterait pas les instruments télégraphiques, il était ainsi possible de faire fonctionner à la fois le téléphone et le télégraphe sur la même ligne unifilaire, en même temps, en même temps, de manière tout à fait indépendante. Ce système a été largement utilisé sur les lignes télégraphiques d'État en Belgique et sur un certain nombre de lignes ferroviaires dans d'autres pays, ainsi que pour les circuits de lignes d'appel pour les lignes principales exploitées par la poste britannique.... En faisant revenir le téléphone par une seconde ligne télégraphique montée de manière similaire (aux deux extrémités, bien sûr) comme indiqué dans la partie supérieure de la figure ci dessous, il est facile d'obtenir un circuit métallique sans induction pour le téléphone si les lignes sont en forme de ligne. correctement équilibré et tordu".

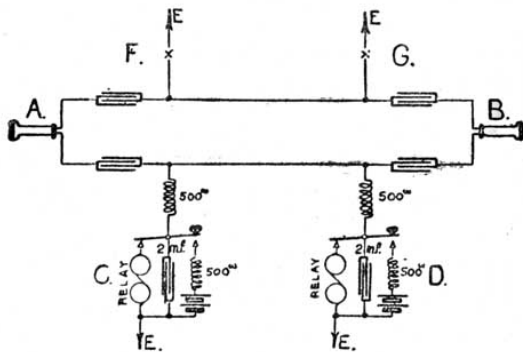


Fig. 516—Combined Telegraphy and Telephony. Van Rysselberghe's System

On retrouve le fonctionnement du système Rysselberghe, tiré du "journal télégraphique" janvier 1884

Télégraphie et téléphonie simultanées par les mêmes fils conducteurs , système F. Van Rysselberghe par M. J. BANKEUX Ingénieur on chef des télégraphes belges.

Dans son numéro du 25 Août 1882, le *Journal télégraphique* a rendu sommairement compte des premières expériences de M. Van Rysselberghe, ayant pour objet la suppression dans un circuit téléphonique, des effets d'induction produits par le travail télégraphique de fils conducteurs voisins et parallèles, ainsi que l'utilisation de ces mêmes fils à la correspondance duplex, télégraphique et téléphonique.

Bien que les recherches dans cette direction aient complètement abouti depuis six mois, des raisons entièrement personnelles à l'inventeur ont empêché la publication du système.

Aujourd'hui que tout obstacle a disparu et que d'ailleurs les appropriations d'une partie des réseaux du télégraphe, en Belgique et en Hollande, sont *près de faire entrer les nouvelles combinaisons téléphoniques dans la pratique courante*, il nous est possible d'exposer celles-ci avec quelques détails.

Graduation, des courants télégraphiques.

— Nous avons déjà dit dans quelles circonstances M. Van Rysselberghe a été amené à combattre l'induction télégraphique dans le circuit primaire lui-même, à la différence des autres procédés généralement en usage, qui tendent à neutraliser les effets dans le circuit secondaire ou téléphonique. Les courants induits les plus marqués et par conséquent les plus nuisibles sont ceux qui correspondent à la fermeture et à l'ouverture du circuit inducteur, et leur intensité est directement proportionnelle à celle des courants qui les ont provoqués à ces deux époques de la transmission d'un signal. Dès-lors, graduer l'émission et l'extinction du courant primaire, de telle sorte que de zéro à I il aille régulièrement en augmentant et de I à zéro régulièrement en décroissant, c'est réduire la force des courants induits et les graduer à leur tour, c'est-à-dire en définitive faire fléchir seulement la membrane du téléphone récepteur, sans donner lieu à aucun son. : Après avoir essayé comme graduateurs des manipulateurs modifiant automatiquement la résistance du circuit primaire, M. Van Rysselberghe obtint des résultats infiniment supérieurs par l'emploi d'électro-aimants et de condensateurs, dont le jeu purement électrique se prête mieux à toutes les applications et qui ne réclament aucune modification des transmetteurs télégraphiques ordinaires.

Fig. 1.

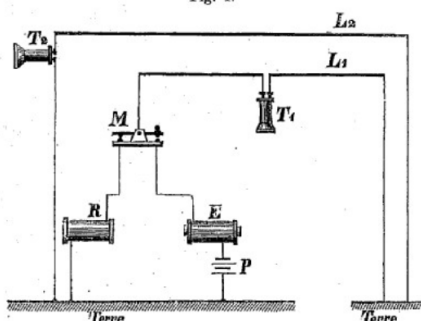


fig 1

Fig. 2.

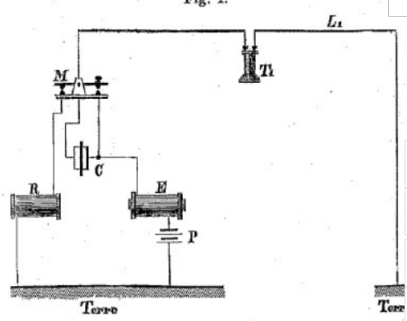


fig 2

Soient deux fils Li1, et Li2 voisins et parallèles (fig. 1); M et B respectivement un manipulateur et un récepteur télégraphiques; E un électro-aimant droit, d'une résistance d'environ 1000 ohms, intercalé entre la pile et la clef.

Les courants lancés sur le fil Li1, par le manipulateur M, ne sont point perçus ou sont peu sensibles dans le téléphone T2 et leur action directe sur le téléphone Tt est considérablement moindre que si l'électroaimant E n'existait pas.

Le résultat est meilleur encore si l'on dispose en outre un condensateur entré les bornes pile et ligne de la clef de transmission (fig. 2).

Enfin, les téléphones Tt et T2 restent absolument silencieux, quelle que soit la force de la pile P, lorsque le condensateur est raccordé en dérivation à la terre entre les deux électro-aimants Ej et E8, qui ont alors chacun une résistance de 500 ohms (fig. 3).

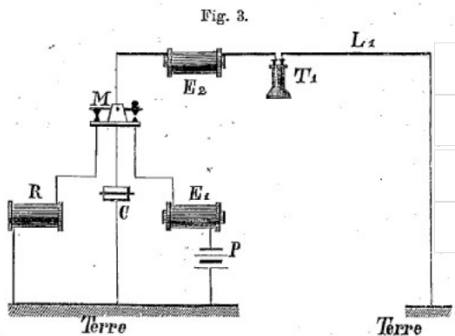


fig 3

Pour que l'expérience réussisse complètement, il faut que le fil télégraphique Lj ait une certaine longueur et que la résistance du récepteur B ne soit pas inférieure à 500 ohms ; la capacité du condensateur graduateur peut être uniformément de 2 microfarads pour la généralité des installations télégraphiques.

En ce qui concerne le travail par Morse, les électrograduateurs ne sont pas nécessaires lorsque les courants traversent, au départ d'un poste, les bobines du récepteur B.

Dans le cas de l'appareil Hughes, on obtient une réduction notable des bruits d'induction par la suppression pure et simple de la dérivation par l'armature, à l'exclusion de tout dispositif de graduation. Il est préférable d'intercaler un électro-aimant de 1000 ohms dans cette dérivation, mais la combinaison qui s'harmonise le mieux avec toutes les conditions variables des lignes et des appareils est celle de la figure 3, savoir, dans chaque bureau terminus : un électro-graduateur de pile, un: autre de ligne et un condensateur branché de la ligne à la terre.

Une **application** très-intéressante du système anti inducteur est **faite en Belgique** à la suite des recherches de M. Van Rysselberghe et de M. Buels, chef de bureau, sur un fil de 45 kilomètres fonctionnant en duplex-Hughes **entre Bruxelles (Nord) et Anvers (Bourse)**.

Le travail de ce fil produisait dans les circuits voisins un tapage téléphonique intense, qu'il fallait éteindre sans nuire à l'établissement de la balance télégraphique. La disposition suivante résout complètement le problème.

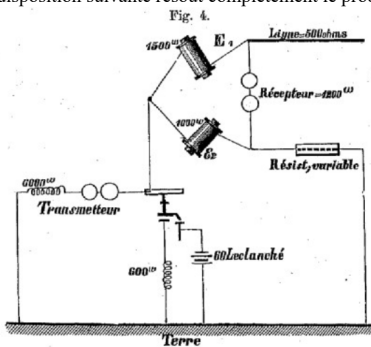


fig 4

Les deux côtés du pont sont représentés par deux électro-aimants E1, et E2 à noyaux de fer mobiles; on règle la balance de la façon habituelle au moyen du rhéostat B, puis en envoyant des courants interrompus on modifie par tâtonnements la longueur de pénétration des noyaux, de telle sorte que l'équilibre se maintienne sous l'influence des effets statiques et dynamiques dont les électro-aimants sont le siège; le condensateur-graduateur devient inutile.

Il ressort de cet exposé: 1° que, sur une ligne télégraphique donnée, on peut assurer un service téléphonique l'aide d'un fil simple avec terres, lorsque tous les autres conducteurs, voisins et parallèles, parcourus par des courants télégraphiques, sont armés du dispositif anti-inducteur Van Rysselberghe, et 2°, que si tous les fils indistinctement sont armés, l'un quelconque d'entre eux est capable de desservir une correspondance duplex, télégrapho-téléphonique, à l'abri des perturbations causées par l'induction et, comme l'expérience le démontre, de celles provenant des dérivations; de courants d'un fil à l'autre. Dans le premier cas: on perd une communication télégraphique ; dans le second, l'identité absolue des circuits télégraphique et téléphonique donnerait lieu en pratique à des inconvénients tels que la combinaison serait, difficilement acceptable. Un fait d'observation a fourni à l'inventeur le moyen de rendre les deux services indépendants autant qu'ils peuvent l'être.

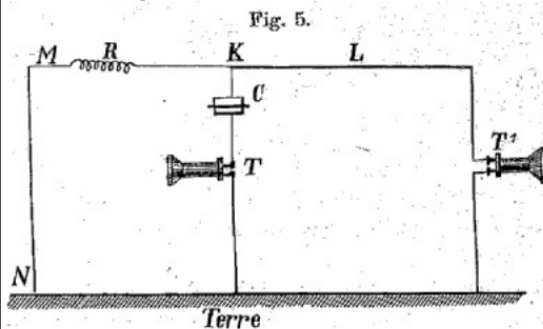


fig 5

Soient TLT' un circuit téléphonique simple ayant une dérivation KMN à la terre (fig. 5);

C un condensateur de $\frac{1}{2}$ microfarad ou moins r

B une résistance de 500 ohms ou plus;

T et T' des téléphones dont les résistances peuvent varier de 0,1 à 4000 ohms.

Que l'on supprime ou maintienne la dérivation KMN, les correspondants ne s'aperçoivent d'aucune différence dans l'intensité des courants téléphoniques. Nous avons expérimenté sur des lignes aériennes de 45 à 110 kilomètres (fils de fer de 4 millim.), sur celle de Bruxelles à Paris, en 5 millim., d'une longueur de 320 kilomètres⁶ et sur le câble sous-marin de Douvres à Ostende (138 kilom.).

En ce qui regarde les rapports de résistance à établir entre la ligne, les récepteurs téléphoniques, le fil secondaire, de la bobine d'induction des transmetteurs microphoniques, la pile, le microphone et le fil primaire de la bobine, les expériences ont démontré que, à l'encontre des lois admises en télégraphie, des téléphones ayant seulement quelques tours de gros fil fonctionnent parfaitement sur des lignes aériennes de plus de 300 kilomètres, et que les résultats sont les plus favorables quand la résistance du circuit inducteur, au poste de transmission, est réduite dans la plus large mesure possible. C'est pourquoi M. Van Rysselberghe fait usage comme générateur d'électricité, de piles à très-faible résistance intérieure, telles que les accumulateurs, et multiplie les contacts microphoniques en les accouplant en surface.

Télégraphie et téléphonie simultanées.

En appliquant à un fil télégraphique le principe indiqué fig. 5, on forme l'installation duplex de la figure 6, dans laquelle le condensateur-graduateur C, a une capacité de 0,5 ou au besoin de 0,1 microfarad seulement, et le condensateur-séparateur C2 une capacité de 2 microfarads. On réalise ainsi l'indépendance des deux modes de correspondance.

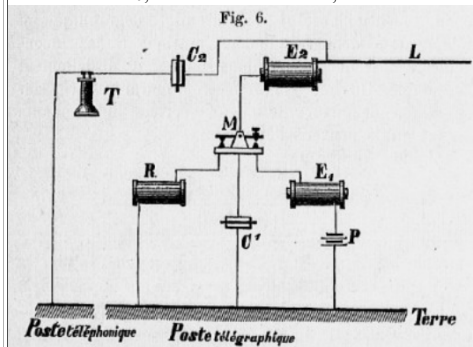
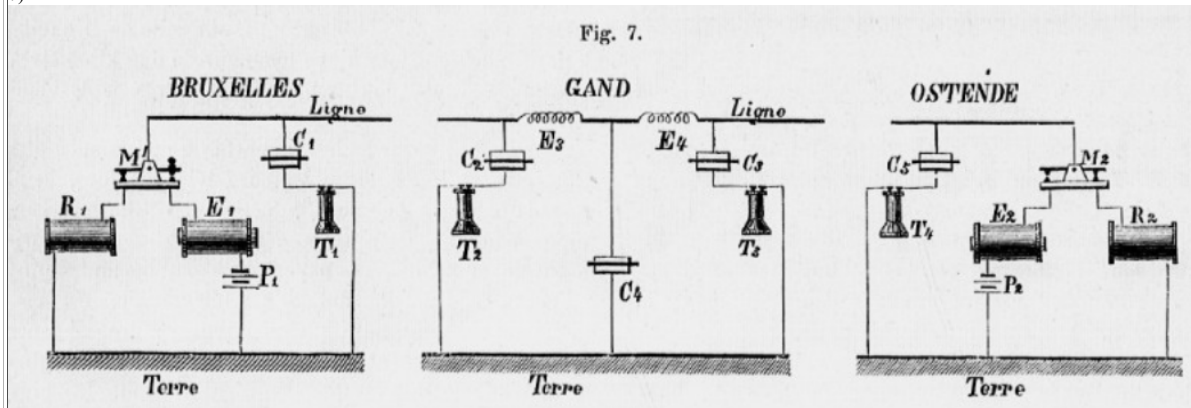


fig 6

Les dispositions anti-inductrices Van Rysselberghe ont été expérimentées à différentes reprises sur le réseau télégraphique belge avec le plus franc succès. Nous citerons notamment l'expérience où trois opérateurs établis respectivement à l'Observatoire de **Bruxelles**, à **Ostende** et à **Anvers**, ont conversé entre eux sans aucune difficulté par l'intermédiaire d'un fil de fer de 4 millimètres pose sur les poteaux des lignes reliant ces localités, et ce, durant la période la plus active du travail Morse et Hughes de nombreux fils courant parallèlement au premier, et dont quelques-uns seulement, les plus bruyants, avaient été armés. La distance d'Ostende à Anvers est de 170 kilomètres. On se servait de transmetteurs microphoniques et de récepteurs Bell modifiés par M. Van Rysselberghe en vue de reproduire la parole avec une grande intensité, de façon à dominer entièrement les bruits nuisibles que l'on avait intentionnellement laissés subsister.

Nous signalerons encore la transmission téléphonique, en service régulier, du Palais Législatif, à Bruxelles, aux bureaux d'un journal quotidien, à Gand, du compte-rendu des débats parlementaires, des cotes de la Bourse et des marchés, par un fil aérien de la ligne télégraphique de Bruxelles à Ostende, lequel sert en même temps à la transmission des courants voltaïques actionnant les télé-météorographes installés aux observatoires de ces deux villes.

Cette dernière application est un exemple des ressources que présente le système adopté pour obtenir l'indépendance mutuelle des deux services à l'aide d'un même fil conducteur. Deux stations A et D peuvent correspondre par télégraphe pendant que deux autres intermédiaires B et C tiennent une conversation par le fil qui relie les deux premières. Mieux encore: on peut sectionner téléphoniquement un fil télégraphique continu, de manière à multiplier, sans interférence, le nombre des postes en relation (fig. 7).



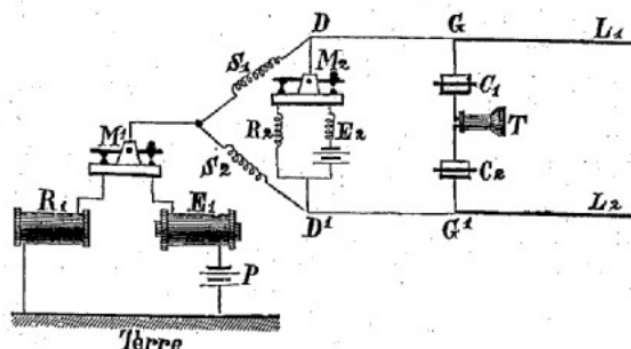
E₁ et E₂ sont des électro de 1000 ohms ; E₃ et E₄ des bobines ou, de préférence, des électro-aimants de 500 ohms environ ; B₁ et B₂ des récepteurs d'au moins 500 ohms, et enfin C₁, . . . C₅ des condensateurs de 0,5 microfarad.

Dans ces conditions, T₁ et T₂ d'une part, T₃ et T₄ de l'autre communiquent par téléphone, dans le même temps que les postes extrêmes échangent des télégrammes.

Admettons maintenant que tous les fils d'une ligne aérienne donnée sont armés du système anti-inducteur et aussi les fils d'embranchement, ceux qui viennent prendre terre aux bureaux terminus, et, en général, tous les conducteurs télégraphiques dont le travail est susceptible de provoquer des courants d'induction ou de dérivation dans un circuit téléphonique. Est-il possible d'utiliser plusieurs fils simples de cette ligne à des communications verbales indépendantes et simultanées ? La réponse est absolument négative : tout ce qui se dit sur un fil est nettement compris sur tous les autres. Le pire ennemi du téléphone n'est plus le télégraphe, mais bien le téléphone lui-même.

Dès-lors, toutes les fois que l'on aura besoin de plusieurs circuits téléphoniques entre deux points déterminés, il faudra prendre en double les fils télégraphiques, qui conservent d'ailleurs, isolément leur affectation ordinaire. M. Van Rysselberghe indique les deux solutions suivantes.

Première solution. (Fig. 8.)



Première solution. (Fig. 8.)

Dans cette disposition, S₁ et S₂ représentent des résistances d'au moins 500 ohms ; B₂ est un récepteur d'une résistance de 1000 ohms ou davantage, et E₂ est un électro-aimant d'environ 1000 ohms. On satisfait en outre à la condition $S_1 \times L_2 = S_2 \times L_1$

Sous le rapport téléphonique, il y a avantage à prendre pour E₁, S₁ et S₂ des électro-aimants, afin de ne pas avoir à remplir rigoureusement cette condition d'équilibre.

L₁ et L₂; fils télégraphiques quelconques;

E., E2, E3 et E4: électro-aimants de 500 ohms;

C, et C2: condensateurs de 0,5 microfarad;

C8 et C4: B' de 2 micofarads;

Bi et B2: récepteurs télégraphiques dont la résistance n'est pas inférieure à 500 ohms.

C'est cette dernière combinaison qui a été réalisée en Belgique sur la ligne de **Bruxelles à Anvers**, entre **Haeren** et **Berchem** (35 kilomètres), et en Hollande, entre **Amsterdam** et **Haarlem** (18 kilomètres).

Lorsque l'on veut utiliser un fil télégraphique international au service téléphonique, ou seulement l'empêcher de nuire à la correspondance verbale échangée par des fils de la même ligne, on peut se dispenser de réclamer l'appropriation du conducteur sur le territoire étranger: il suffit, d'intercaler à la frontière ou en un point intermédiaire convenablement choisi, un électro-aimant de 500 ohms⁴ et de placer un condensateur de 2 microfarads dans une dérivation de la ligne au sol.

Il est inutile d'insister sur la nécessité d'isoler électriquement avec le plus grand soin, dans toutes les installations duplex, les fils de connexion et les instruments des postes téléphoniques, afin d'éviter le mélange des signaux télégraphiques ou des pertes à la terre.

Les condensateurs réclament des soins particuliers, car ils doivent résister à l'action de la plus grande différence de potentiel créée par les piles les plus énergiques employées en télégraphie. On les soumet à cet effet à l'épreuve suivante: un circuit étant composé d'une batterie de 300 éléments Lelanché, de trois électro-aimants de 500 ohms et d'un interrupteur à vibrations rapides, aux bornes duquel se relie, en circuit dérivé, les armatures d'un condensateur shunté lui-même par un paratonnerre, le condensateur est tenu de supporter sans avarie les extra-courants ainsi produits. Néanmoins, dans l'éventualité de dégradations accidentelles, il importe de combiner les choses de telle sorte que-le remplacement des condensateurs et des paratonnerres s'opère en un tour de main.

Il reste à exposer le mode de rattachement des circuits entièrement métalliques des lignes intra-urbaines aux circuits à fil simple des abonnés des réseaux téléphoniques locaux.

Le problème dans sa plus grande simplicité a été résolu en Angleterre à l'époque où le Post Office se décida à établir sur ses poteaux télégraphiques, pour l'usage des Compagnies concessionnaires, des circuits spéciaux formés chacun de deux fils se tordant en hélices l'un autour de l'autre, d'après le principe indiqué par le Professeur Hughes. On sait que la solution consiste à interposer une bobine d'induction dont l'un des fils fait partie du circuit métallique de la trunk line, et l'autre du conducteur reliant l'abonné et prenant terre à ses deux extrémités. Malgré la double transformation inductive introduite par surcroît dans le système téléphonique et l'augmentation de la résistance du circuit intermédiaire, la correspondance à grande distance reste possible, si le rapport des résistances des fils des bobines répétitrices est convenablement réglé. Dans le dispositif Van Bysselberghe, la question se complique de l'intervention des courants télégraphiques et de l'obligation d'assurer la décharge des condensateurs-séparateurs (fig. 9). L'inventeur relie à cette fin à la terre le milieu de celui des deux circuits de la bobine d'induction qui compose le pont téléphonique. On peut se représenter, comme le montrent les flèches de la figure 10,

Fig. 10.

Poste télégraphique

Poste téléphonique

Terre

Terre

C_1

C_2

L_1

L_2

Poste télégraphique

la marche des courants téléphoniques. En réalité, il faut empêcher la réaction mutuelle des deux parties de la bobine et dédoubler celle-ci. Chaque moitié forme une bobine d'induction d'induction n'ayant de commun avec l'autre que la liaison à la terre, et les axes ou noyaux de fer doux sont perpendiculaires entre eux. Cette disposition des axes est également observée dans l'installation de plusieurs électro-aimants graduateurs, lorsqu'on est forcé de placer ces accessoires côte-à-côte; toutefois M. Van Rysselberghe obtient le résultat désiré en insérant chaque électro dans un cylindre de fer doux.

Une conséquence curieuse de la combinaison fig. 10 : si, en l'absence de tout travail télégraphique, on isole l'un des fils L1 ou L2, l'intensité de la réception ne diffère pas sensiblement de celle obtenue au moyen du double circuit.

Il est clair que les bobines de translation ou, plus exactement, de répétition, et les condensateurs-séparateurs doivent se trouver dans les bureaux télégraphiques terminus de la trunk line et non aux bureaux centraux des téléphones; il est désirable aussi que chaque connexion entre ces bureaux soit faite par un fil d'aller bouclé d'un côté, à travers la bobine d'induction, à un fil de retour allant prendre terre de l'autre, et que ces conducteurs soient isolés au moins au même degré que les fils télégraphiques. Jusqu'ici, comptant sur la réelle bonne volonté des courants téléphoniques à arriver en quantité suffisante au bout d'un fil urbain posé sur des isolateurs déplorables, l'on ne s'est guère préoccupé de l'isolation; cependant les échos réciproques de conducteurs voisins peuvent provenir tout autant de la dérivation que de l'induction. Nous croyons que cette considération ne devra plus être négligée si l'on veut voir réussir la correspondance à grande distance, directement entre les abonnés des villes. Peut-être devra-t-on ég dans certains cas, renforcer la puissance des transmetteurs téléphoniques communément en usage, en attendant l'invention d'un véritable **relais téléphonique**.

Déjà, pour l'appel d'un bureau central à l'autre, il est nécessaire, dans le système Van Bysselberghe, d'éviter les sonneries fonctionnant par courants voltaïques et les magneto-calls ordinaires, afin de ne pas troubler le travail télégraphique des fils utilisés en duplex; dès-lors les appareils téléphoniques doivent produire par eux-mêmes un signal suffisamment bruyant pour éveiller l'attention du bureau appelé.

Nous avons admis jusqu'ici qu'un fil télégraphique ne se prête supplémentairement à la correspondance téléphonique entre deux points donnés que s'il est continu d'une extrémité à l'autre. Cette condition n'est pas absolue. Supposons deux fils reliant respectivement les postes A et C à un troisième B où ils vont prendre terre à travers des appareils télégraphiques; il suffit de shunter l'ensemble de ceux-ci par un pont avec condensateur établi entre les fils de ligne dans le bureau B, pourvu que chaque jeu d'appareils présente aux courants téléphoniques une résistance d'au moins 500 ohms. Dans l'hypothèse de l'emploi entre deux localités de plusieurs circuits téléphoniques composés chacun de fils télégraphiques courants parallèlement sur les mêmes poteaux et approprié suivant le système Rysselberghe, il importe beaucoup d'être fixé sur le degré, d'influence téléphonique que conservent les circuits les uns sur les autres. Si les conversations tenues sur l'un d'eux font écho au point d'être intelligibles sur les voisins, l'avantage du double fil disparaît et l'on est obligé de limiter à un seul conducteur avec terres les moyens de correspondance duplex. **Le remède serait, dans ce cas encore, la pose croisée des fils, telle qu'elle est réalisée en Angleterre; mais ce mode d'installation exigerait le remaniement complet des lignes télégraphiques et il serait inapplicable dans les pays où les isolateurs sont attachés aux poteaux mêmes et non à des bras ou traverses.**

Les expériences faites jusqu'à présent en Belgique sur des lignes de 100 kilomètres et moins, ont démontré que quand les plans de chaque couple de fils sont parallèles et rapprochés, on entend la voix induite, et on parvient parfois à comprendre des mots, voire des lambeaux de phrases. Toutefois l'induction diminue et même disparaît lorsque ces plans s'écartent ou, mieux encore, se croisent jusqu'à devenir perpendiculaires. On obtient un excellent résultat en associant, par exemple, le premier fil à la droite des poteaux avec le second de la rangée de gauche, et le premier de gauche avec le troisième de droite.

La solution générale de M. Van Rysselberghe remédie à l'inégalité des effets d'induction des fils voisins sur chacun des conducteurs télégraphiques composant le couple téléphonique. A cet effet, on fait glisser l'un sur l'autre les deux parties de la bobine répéitrice correspondant au fil téléphonique le plus influencé, de manière à diminuer l'action inductive des solénoïdes primaire et secondaire. On arrive ainsi à rendre presque insensible l'induction réciproque des circuits doubles posés sur les mêmes appuis. Il importe peu, d'ailleurs, en pratique, que l'on entende le discours transmis par un circuit voisin; il suffit qu'on ne le comprenne pas.

Une conséquence directe de l'application du système Van Rysselberghe est le renforcement des piles télégraphiques, pour tenir compte de la résistance supplémentaire fixe 1500 ohms apportée par les électro-graduateurs dans chaque circuit. Il est bien permis de s'effrayer, au premier abord, de la dépense à laquelle on est entraîné, car les installations doivent être complétées; dans tous les bureaux dont les fils peuvent agir sur les fils téléphoniques, soit par induction, soit par bifurcation: de courants. Cependant; si l'on calcule les frais que réclameraient des lignes téléphoniques spécialement construites pour un circuits égal à celui qui est fourni par les fils télégraphiques existant dans un réseau donné, on reconnaît immédiatement les avantages économiques des dispositions de M. Van Bysselberghe.

C'est guidé par ces considérations, et en vue d'**organiser sans délai le service de la téléphonie entre les principales villes de Belgique** — première étape vers un service international — que M. **Olin, Ministre des travaux publics, a approuvé**, en Décembre dernier, un **contrat par lequel la maison Mourlon et Cie, de Bruxelles**, s'engage à fournir, sous la direction de l'inventeur, tous les accessoires du système Van Rysselberghe nécessaires à l'appropriation du réseau belge.

Nous avons à mentionner, pour terminer, l'objection; formulée par M. W. Preece dans une note lue au meeting de Southampton de la British Association, en 1882: Quel avantage y a-t-il à correspondre verbalement sur un fil au détriment de la communication télégraphique?

En Angleterre, la vitesse est tout, et nous éliminons toutes les influences qui retardent la vitesse; par conséquent, il ne peut être question d'électro-aimants et de condensateurs dans les circuits télégraphiques; ils retardent la télégraphie.

Si le Wheatstone automatique était en usage en Belgique, nous eussions cherché à déterminer in anima vili l'influence du dispositif anti-inducteur sur la rapidité du travail de cet appareil, après avoir eu soin d'augmenter la force électro-motrice afin de conserver au courant son intensité primitive. **Mais nous ne doutons pas que les Administrations étrangères qui utilisent le Rapide — la Grande-Bretagne, la France, l'Italie, la Russie et la Suède — ne consentent à exécuter, sur leurs lignes, les expériences destinées à élucider pratiquement ce point, et à en publier les résultats, au bénéfice de la communauté, par la voie du Journal télégraphique.**

Quoi qu'il en soit, on a travaillé chez nous sur un fil de 244 kilomètres au moyen d'appareils Hughes réglés à 150 tours de chariot, sans que l'intercalation et la suppression alternatives d'un électro-aimant de 1000 ohms dans le circuit produisissent une fausse lettre ou un dérangement quelconque; on transmettait cependant les combinaisons classiques les plus compliquées. En outre, pendant environ deux mois, le bureau de Bruxelles (Nord) a. fait le service avec Paris (320 kilomètres), à 145 tours, l'électro-graduateur étant alors inséré dans la dérivation des bobines du Hughes. Cette innocuité du système anti-inducteur s'étend évidemment à fortiori au travail par Morse.

Les inventions de M. Van Rysselberghe sont brevetées en tous pays.

Bruxelles, Janvier 1884.

1884 INAUGURATION DU SYSTÈME Van Rysselbergue (TÉLÉGRAPHIE ET TÉLÉPHONIE SIMULTANÉES PAR LES MÊMES Fils).

Le système de téléphonie à grande distance par les fils du télégraphe imaginé par M. F. Van Rysselberghe, vient d'être inauguré dans des conditions toute spéciales qui ne manquent pas d'originalité. La commission de l'Exposition universelle d'Anvers ayant projeté d'établir une salle d'auditions téléphoniques musicales de façon à permettre l'été prochain au public d'entendre à Anvers la musique des concerts de nos principales villes et cela en utilisant les lignes télégraphiques, s'était adressée à M. Van Rysselberghe. Un essai a eu lieu lundi, 1er septembre, et cet essai a dépassé toute attente. On pouvait, en effet, entendre de la station de Bruxelles - Nord et de la gare d'Anvers la musique du Vaux - Hall de Bruxelles. Non seulement les morceaux d'ensemble étaient reproduits avec la plus grande clarté mais le solo de violon, exécuté par M. Hermann sur la méditation de Gounod, a pu être entendu à Anvers, sans qu'aucun détail de l'exécution ait pu échapper aux auditeurs. Il est à remarquer qu'en même temps qu'on entendait d'Anvers la musique de Bruxelles par les fils du télégraphe, ceux-ci n'étaient pas distraits de leur service ordinaire et continuaient à envoyer des dépêches dans tous les sens. Six microphones avaient été fixés aux deux petites colonnes du kiosque du Vaux - Hall, de façon à se trouver à la hauteur des instruments de musique. Ces transmetteurs à charbon du modèle imaginé par M. Van Rysselberghe, étaient tous montés en quantités et actionnés par un petit accumulateur Faure. Ces transmetteurs étaient reliés au bureau central de la Compagnie des téléphones. De là le circuit était prolongé en double fil, pour éviter l'induction téléphonique, jusqu'à la station centrale des télégraphes de Bruxelles - Nord, et communiquait au bureau de M. le directeur Delarge, où on avait intercalé dans le circuit dix récepteurs Bell pour permettre d'entendre la musique du concert, tandis que celle-ci était transmise jusqu'à la station d'Anvers - Est.

Dans le bureau de M. Delarge, se trouvaient M. le ministre Vandenpeereboom, le personnel supérieur des télégraphes de l'État, ainsi que l'inventeur qui a été, à différentes reprises, chaleureusement félicité par ces hauts fonctionnaires qui inauguraient ainsi la téléphonie à longue distance, dont le service sera ouvert au public dans quelques jours. A Anvers se trouvaient M. le professeur Rousseau, président du comité de l'électricité à l'Exposition universelle d'Anvers, plusieurs membres de la commission, MM. Van Gend, de Caters, Van Bellinghen et de Brown de Liège, administrateurs de la compagnie Bell, le lieutenant Lemièrre de la télégraphie militaire d'Anvers, M. Charles Mourlon, directeur des ateliers dans lesquels ont été construits tous les appareils du système Van Rysselberghe, et enfin M. l'ingénieur Bertin, chargé de l'organisation des experts, et en outre de la direction des installations nécessaires à l'appropriation générale du réseau télégraphique belge à la téléphonie. Plusieurs membres de la presse anversoise assistaient également à ces auditions téléphoniques, et tous ont envoyé par téléphone à Bruxelles leurs félicitations à l'inventeur. A la demande de M. le ministre des chemins de fer, postes et télégraphes, les expériences ont été répétées toujours avec le même succès le lendemain mardi 2 septembre, en présence de tous ses collègues de cabinet: MM. Beernaert, de Moreau, de Jacobs, Woeste et le général Pontus. Tous les ministres ont pu constater le beau succès obtenu par la méthode de M. Van Rysselberghe et ont exprimé à celui-ci toute leur satisfaction. Enfin grâce à l'obligeance de MM. Stoumon et Calabresi, M. Van Rysselberghe vient de prendre les dispositions nécessaires pour permettre à LL. MM. le Roi et la Reine d'entendre, d'entendre de leur chalet d'Ostende, les opéras exécutés sur notre première scène lyrique. Et cela toujours par les fils du télégraphe, car il est à remarquer que c'est cela qui en fait la nouveauté.

Ce n'est pas la première fois que le téléphone est utilisé pour la transmission au loin de concerts, de discours, etc. Mais ici il n'y a pas le moindre fil conducteur à placer, tout se fait par les fils du télégraphe et sans devoir interrompre le service de celui-ci. Le télégraphiste ne s'aperçoit pas du fonctionnement du téléphone, le téléphoniste ne s'aperçoit pas du travail du télégraphe; les deux services sont entièrement distincts.

Les expériences qui viennent d'être relatées inaugurent pour la téléphonie à grande distance une ère nouvelle, et nous sommes heureux de constater que c'est dans notre pays que cette belle invention a vu le jour. (Moniteur belge)

1885 INAUGURATION DU SYSTÈME VAN RYSELBERGHE EN Suisse.

L'inauguration du système de télégraphie et de téléphonie simultanées par les mêmes fils, de M. van Rysselberghe, vient d'avoir lieu en Suisse, entre Lausanne et Genève,

c'est - à - dire sur la partie la plus compliquée du réseau .

Après avoir permis aux abonnés des compagnies téléphoniques de ces deux grands centres de correspondre entre eux , M. Buels , électricien belge chargé de diriger les installations , ne s'est pas contenté de ces résultats , il a voulu que ces mêmes abonnés puissent correspondre directement avec ceux de Vevey , Montreux , Glion et Aigle qui sont reliés à Lausanne par un fil spécial . " Bien qu'on opérât dans les conditions les plus défavorables , puisqu'il s'agissait de porter la voix d'un circuit à double fil , de Genève à Lausanne , sur un circuit ne comportant qu'un seul fil , les résultats ont été des plus concluants .

Cette dernière expérience est d'autant plus digne d'être notée qu'elle a été réalisée par un temps détestable , au milieu d'averses continues qui devaient occasionner de fi déviations . Les journaux suisses , qui ne tarissent pas d'éloges sur les résultats obtenus par l'appropriation d'une partie du réseau de la Confédération au système belge comme on l'appelle , font remarquer que les abonnés des réseaux télégraphiques n'ont pas été peu surpris de pouvoir tout à coup causer entre eux d'un bout à l'autre du lac Léman , depuis les rives du beau lac bleu à Genève jusqu'au - dessus des nuages , à Glion , sur les hauteurs du Righi Vaudois , en franchissant une longueur de plus de 150 kilomètres de fils télégraphiques .

M. Olin, **Ministre des travaux publics de Belgique**, a **approuvé**, en Décembre dernier, un **contrat par lequel la maison Mourlon et Cie, de Bruxelles**, s'engage à fournir sous la direction de l'inventeur, tous les accessoires du système Van Rysselberghe nécessaires à l'appropriation du réseau belge.

De 1880 à 1889, Charles Mourlon collabore avec François **Van Rysselberghe** à la commercialisation de son invention consistant à utiliser les mêmes câbles pour la téléphonie et la télégraphie.

En 1880, Charles Mourlon créa les premiers ateliers de construction de matériel électrique en Belgique.



Charles Mourlon

Charles Mourlon était un homme d'affaires de Brus-Roy principalement actif dans les applications électrotechniques.

Avec Van Rysselberghe, ils vendent des licences et des appareils pour ce qu'on appelle le "**système Van Rysselberghe**" dans le monde entier. L'invention, brevetée en 1882 en Belgique et au Royaume-Uni, a entraîné l'expansion rapide de l'usine de Mourlon à Bruxelles.

Plus tard, des brevets ont été obtenus dans le monde entier.

Il publia de nombreux ouvrages se rapportant à l'électricité, au téléphone, aux industries des lampes, etc., qui furent traduits en plusieurs langues. Il participa à de nombreuses expositions nationales, internationales et universelles, de 1888 à 1925, en tant que membre, secrétaire ou Président du Groupe de l'Electricité et membre des Jurys ; il orchestra largement l'effet médiatique de ces manifestations.

Les téléphones usuels : "[Le Mourlon](#) est un des livres très recherché par les collectionneurs et historiens .

Van Rysselberghe se rendit aux États-Unis en 1885 pour tester son système sur des lignes plus longues et parvient à établir un appel entre **New York** et **Chicago**, à une distance d'environ 1 000 milles.

Malheureusement aux États-Unis, la situation était différente de celle de l'Europe. [Western Union Telegraph](#) et [Bell Telephones](#) ont réglé leurs différends juridiques, et un des termes de l'accord prévoyait qu'ils resteraient en dehors des affaires de chacun.

Cela a obligé Bell à construire son propre réseau interurbain à partir de zéro, une proposition coûteuse.

Pour cette raison, la démonstration de Van Rysselberghe, bien que très réussie, n'attira pas beaucoup plus l'attention. Bell ne pourra pas établir de connexion directe entre les deux villes avant 1892.

Van Rysselberghe se rendit aux États-Unis en 1885 pour tester son système sur des lignes plus longues et parvient à établir un appel entre **New York** et **Chicago**, à une distance d'environ 1 000 milles.

Malheureusement aux États-Unis, la situation était différente de celle de l'Europe. [Western Union Telegraph](#) et [Bell Telephones](#) ont réglé leurs différends juridiques, et un des termes de l'accord prévoyait qu'ils resteraient en dehors des affaires de chacun.

Cela a obligé Bell à construire son propre réseau interurbain à partir de zéro, une proposition coûteuse.

Pour cette raison, la démonstration de Van Rysselberghe, bien que très réussie, n'attira pas beaucoup plus l'attention. Bell ne pourra pas établir de connexion directe entre les deux villes avant 1892.

En France en 1886 dans la revue L'Electricité on y lisait :

" Le système de transmissions télégraphiques et téléphoniques simultanées de M. Van Rysselberghe est le seul qui , en France du moins , ait reçu jusqu'ici quelques applications pratiques dans la téléphonie interurbaine . D'autres systèmes doivent, paraî - il , être essayés sous peus , et nous saurons alors à quoi nous en tenir sur leur valeur pratique " .

Puis en Belgique en 1886 la revue L'Electricien raconte :

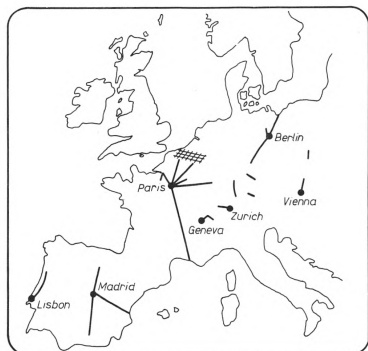
"Plusieurs journaux belges ont annoncé que des essais de téléphonie à grande distance par le système de F. Van Rysselberghe , avaient eu lieu entre Vienne et Brunn ; nous lisons à ce sujet dans l'un des principaux organes de la presse quotidienne de Vienne , la Neue Freit Presse , ce qui suit : « Les communications par téléphone entre Vienne et Brunn , dont nous avons déjà annoncé l'installation a brillamment soutenu hier l'épreuve du feu . Pour la première fois un grand nombre de personnes , membres du club des agronomes et des forestiers , qui ont visité hier en corps le bureau central des télégraphes , ont pu se mettre en communication téléphonique avec Brunn . Un de nos collaborateurs qui s'était joint aux visiteurs nous écrit à ce sujet : « C'est avec une vive curiosité que nous pénétrons dans la salle des raccordements télégraphiques dans laquelle on procède aux essais téléphoniques en question . Dans cette salle viennent converger les fils de toutes les parties du monde , formant pour le profane une véritable forêt vierge de fils dont le réseau inextricable n'est pénétré que par l'ail exercé du télégraphiste . Cette chambre est le cour télégraphique de Vienne . Une petite cloison fixée contre un mur , porte l'appareil téléphonique au moyen duquel nous avons conversé avec nos concitoyens de Brunn . L'appareil est raccordé à l'un des fils télégraphiques qui relie Vienne à Brunn et la correspondance téléphonique s'effectue sans souci des dépêches télégraphiques qui simultanément s'échangent par ce même fil . L'appareil ressemble à nos téléphones ordinaires , seulement il est muni d'un signal d'appel qui constitue la solution ingénieuse de la plus grande difficulté que l'on ait à vaincre dans l'élaboration du système . M. l'ingénieur en chef Kareis , à l'initiative duquel nous devons ces essais , basés sur le système si souvent cité de J. Van Rysselberghe , nous en a fait les honneurs . L'appareil correspondant se trouve installé dans une maisonnette de garde , à la gare de Brunn . M. Kareis appela son collègue et celui - ci répondit au même instant qu'il était prêt à causer avec nous . La première question de Vienne fut : « M. X ... est - il là ? » Un « oui » clairement articulé fut la réponse de l'interlocuteur , éloigné de nous de 144 kilomètres . Les communications s'échangèrent sans la moindre difficulté et avec une rapidité et une précision aussi parfaites que si nous avions parlé à l'intérieur de Vienne , bien que , au même instant , on télégraphiât activement sur le même fil . Les résultats obtenus produisirent une surprise , nous dirons même une stupéfaction fort agréable . Nous avions craint que les courants électriques qui transmettent les signaux télégraphiques entre Vienne et Brunn ne vinssent troubler la conversation par des crépitements , des bourdonnements ou par d'autres bruits , mais il n'en fut rien . Nous entendîmes distinctement des phrases et des nombres pris au hasard articulés à Brunn ; un des nôtres constata même qu'une dame parlait devant l'appareil , à Brunn .

Une heure avant notre visite , M. le ministre du commerce , Baron Pino , qui suit ces expériences avec le plus grand intérêt , avait téléphoné lui - même à Brunn , et ce n'est qu'après s'être assuré du succès des expériences qu'il permit l'admission des visiteurs .

On continue les essais , et lorsque les installations seront complètement terminées , la téléphonie entre Vienne et Brunn sera livrée au public . Dès que le succès de cette première grande ligne téléphonique se sera affirmé , on s'occupera d'établir la correspondance verbale entre Pesth et Vienne , c'est - à - dire à une distance de plus de 280 kilomètres » " .

Other countries in continental Europe were quick to adopt the van Rysselberghe system, and by mid1887 the routes established were as shown in the map of Fig.2, totalling at least 17 000 km. There were also several thousand kilometres in South America, China and Japan.

The system was not adopted in Britain until very much later, although it then persisted here, as elsewhere, as the 'composite' system, or as 'sub-audio' telegraphy, until relatively recent times. Preece, who was in charge of Post



2 Long-distance telephone network of Europe in mid1887, based on the van Rysselberghe system

Aux USA

Summary of van Rysselberghe's experiments in USA

Circuit	Length km	Type of wire	Diam. of wire mm	Result
Grafton-Parkersburg	166	Iron	4	Good
Grafton-Parkersburg	166	Copper	2.7	Splendid
River-Fostoria	366	Iron	5	Fair
Grafton-Fostoria	517	Iron	4.5	Unsatisfactory
Baltimore-Fostoria	1000	Iron	4.5	Nothing heard
Fostoria-New York	1168	Copper	2.7	Very weak
Fostoria-Albany	936	Copper	2.7	Good
Fostoria-Albany	936	Copper	2.1	Very weak
Fostoria-Buffalo	~480	Copper	2.1	Good
New York-Chicago	1616	Compound	6	Excellent

John Goldfinch a attiré mon attention sur un document présenté par le capitaine **P. Cardew** en **1886** à la Society of Telegraph Engineers, précurseur de l'Institution of Electrical Engineers. Il y décrit des tests et des essais sur le terrain d'un **système de signalisation presque identique, utilisant un avertisseur sonore** pour générer des tonalités audio reçues sur un instrument téléphonique.

Cardew à son tour se réfère indirectement au brevet de Granville T. Wood pour des communications de trains en mouvement utilisant le même principe .

Le système de Cardew s'est avéré simple à installer, ne nécessitait aucun réglage et fonctionnait sur de longues distances, tout comme le phonopore, quelques années plus tard. Le brevet a été déposé en 1885 et délivré en 1887, **les expériences de Cardew ont commencé en 1881, bien avant les travaux de Langdon-Davies** du Phonopore

Rysselberghe concède son système sous licence dans le monde entier et son succès a été tel qu'en **1889**, ils a pris contact avec les gouvernements britannique et français pour mettre en place une ligne téléphonique transmanche. Elle serait payée par la société et remboursée par une redevance sur les appels vocaux et télégraphiques effectués.

Les deux gouvernements ont rejeté la proposition, car ils s'inquiétaient de la quantité de propriété privée dans le secteur florissant de la téléphonie.

1888 LA TÉLÉGRAPHIE ET LA TÉLÉPHONIE SIMULTANÉES EN CHINE.

Le Céleste Empire était une des seules régions du globe où le système de télégraphie et de téléphonie simultanées, qui fonctionne dans toute la Belgique ainsi qu'entre Paris et Bruxelles, n'avait pas acquis droit de cité .

Grâce à l'intervention de M. le baron Sadoine, lors de son passage en Chine, M. C. Poulsen , le directeur des télégraphes à Tien - Tsin, s'est mis en rapport avec les constructeurs des appareils Van Rysselbergh pour être en mesure d'expérimenter le système en question .

A la suite d'essais qui viennent d'avoir lieu en présence de tous les mandarins de l'administration des télégraphes impériaux, ces derniers viennent d'adopter le système pour la Chine, et déjà l'on a mis à l'étude l'appropriation de la ligne de Sanghaï à Tien - Tsin.

Le phonopore et le phonoplex

Le phonopore et le phonoplex étaient tous deux des systèmes introduits en 1885 pour fournir des canaux télégraphiques supplémentaires (ou, alternativement, dans le système phonopore, un canal téléphonique) dans la gamme de fréquences supérieure à celle du courant continu ordinaire. ou canaux Morse.

- Le phonopore, développé par Charles Langdon-Davies en Angleterre, utilisait un type spécial de couplage transformateur/condensateur, qui est analysé ici mais qui avait peu de propriétés spéciales utiles, et utilisait un canal télégraphique « harmonique », c'est-à-dire un signal oscillatoire à clé.

- Le Phonoplex conçu par Edison utilisait, pour le canal passe-haut, des signaux dérivés des transitoires produits par une bobine d'induction.

Langdon-Davies de Londres au milieu des années **1880** qui s'est inspiré des travaux antérieurs de **François van Rysselberghe** développe et brevète un nouvel appareil **LE phonopore** ou Pont Acoustique dont le fonctionnement de leurs deux systèmes était similaires.

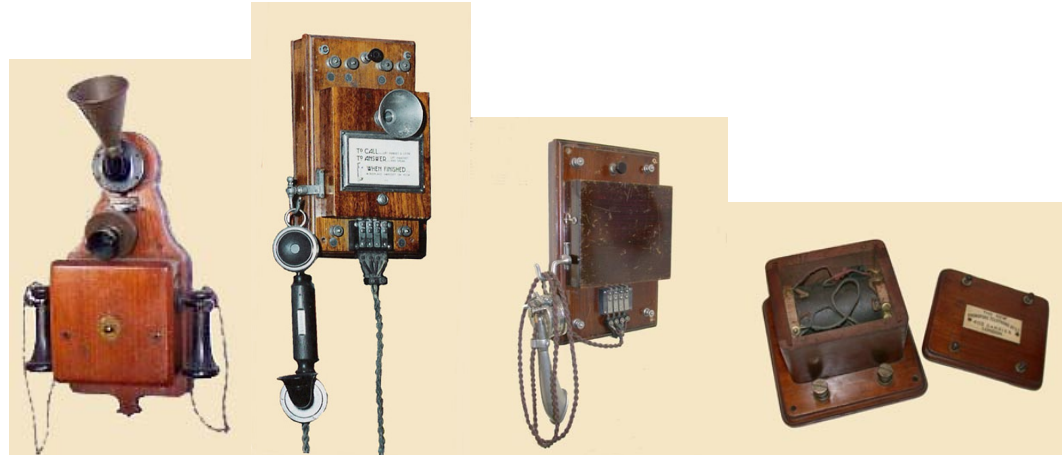
Le Phonopore a rapidement attiré l'attention des chemins de fer de Belgique et s'est bien vendu en Grande-Bretagne et à l'étranger.

La simplicité et la fiabilité du système Phonopore doivent avoir séduit les chemins de fer, qui disposaient de peu de dépanneurs techniques.

La simplicité de fonctionnement du Phonopore doit également constituer un attrait : appuyer sur un bouton, attendre une réponse et parler.

Un télégraphe Morse nécessitait un opérateur formé et bien payé à chaque extrémité, mais un Phonopore pouvait être utilisé par n'importe qui.

.....



Divers modèles de Phonopores mis en exploitation et les très importantes bobines de compensation.

Vers 1914, M. Langdon-Davies vendit l'activité Phonopore à Sterling Telephone & Electric. qui ont poursuivi la production avec des téléphones pratiquement inchangés.

La production a cessé au début des années 1920 face à la concurrence des **réseaux téléphoniques publics** en pleine croissance.

Cependant, de nombreux chemins de fer ont aimé leurs Phonopores et les téléphones ont souvent été remis à neuf dans les ateliers des chemins de fer.



Modèle type avec des récepteurs Ader et un émetteur de Hunnings.

En Belgique le plus considérable de ces réseaux était celui de la [Société de charbonnage de Mariemont et de Bascoup](#).

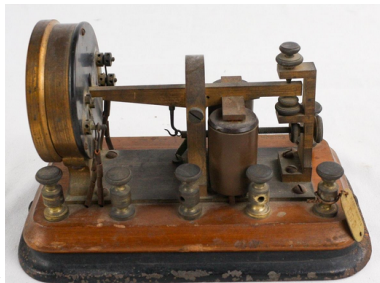
On sait que les houillères de Mariemont et de Bascoup sont les plus importantes exploitations de ce genre, non seulement en Belgique, mais encore en Europe.

Il a été examiné dans le magazine américain "Manufacturer and Builder" en septembre 1885. Une mention britannique précoce figure dans la "Pall Mall Gazette" du 27 mai 1886, où l'auteur fut intrigué par l'idée de l'envoi de deux signaux séparés le long d'un même fil.

- Le [phonoplex d'Edison](#) utilisait, pour le canal passe-haut, des signaux dérivés des transitoires produits par une bobine d'induction.



- Phonoplex 1887



La télégraphie duplex est d'un usage très fréquent en Amérique ; elle y est considérée comme d'un emploi plus commode et plus simple que la télégraphie multiple , pour laquelle il faut établir un synchronisme toujours plus délicat que l'ajustement des résistances et des capacités d'un duplex et même d'un quadruplex . Mais si le problème est simple pour les lignes télégraphiques ordinaires , il l'est beaucoup moins pour certains services spéciaux , tels , par exemple , que celui des chemins de fer . Les tronçons de ligne successifs n'ont pas les mêmes qualités électriques : résistance , capacité et isolement , il faudrait rétablir l'équilibre des appareils chaque fois que les communications changent : les pertes de temps feraient alors plus que compenser les avantages offerts par les transmissions simultanées . C'est pour éviter ces inconvénients et résoudre les difficultés du problème qu'Edison a imaginé le système auquel il a donné le nom de **phonoplex** ou **way - duplex**

Les deux systèmes Phonopore et Phonoplex furent fabriqués commercialement et connurent un certain succès sur les chemins de fer.

Le Syndicat Phonopore (plus tard la Société) a eu une histoire intéressante mais sans succès, A partir de 1893, son directeur général était C.E. Spagnoletti, F.R.S., ancien président de la Society of Telegraph Engineers et surintendant télégraphique nouvellement retraité du Great Western Railway. Bien que la société ait levé, en 1895, environ 100 000 £ de capital, elle fut cette année-là effectivement achetée par la New Phonopore Telephone Co. pour 2 000 £. La nouvelle société a continué à exister, avec un capital émis ne dépassant pas environ 8 000 £, jusqu'à ce qu'elle soit achetée pour 175 £ en 1916 par la Phonopore Construction Co., qui a finalement cessé ses activités peu après 1920.

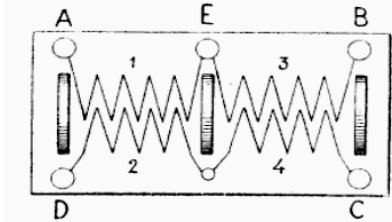
En France la démarche est différente, car on a étudié la possibilité de *faire fonctionner ensemble télégraphe et téléphone* sur des fils téléphoniques, contrairement à Rysselberghe qui adapta le téléphone et le télégraphe sur les réseaux de télégraphie existants. De plus le système Rysselberghe n'est pas adapté aux appareils **Baudot** utilisé en France et beaucoup plus rapide que les appareils **Morse**.

Système Pierre Picard. — Le 20 janvier 1891, M. Pierre

Picard, employé de l'administration française des Postes et des Télégraphes, a fait breveter un nouveau système de télégraphie et de téléphonie simultanées.

Le procédé de M. Picard, mis à l'essai sur la **ligne Paris-Lyon**, est remarquable par son extrême simplicité ; il consiste dans l'emploi d'une bobine à quatre circuits égaux, à laquelle l'inventeur a donné le nom de transformateur différentiel.

Cette bobine, dont la figure suivante montre le diagramme, se compose de quatre fils d'égale diamètre, enroulés parallèlement sur un noyau en fil de fer doux. Tous les conducteurs font un nombre de tours égal autour du noyau ; il en résulte que, pris deux à deux, leur résistance électrique diffère un peu, mais elle est la même pour deux circuits associés. La carcasse de la bobine, formée par trois joues en bois, deux extrêmes, est montée sur un socle en bois garni de cinq bornes A, B, C, D, E. Les circuits 1 et 3 sont attachés aux bornes A, B, et réunis bout à bout sous la borne E ; les circuits 2 et 4 sont reliés ensemble et assujettis sous les bornes C, D.

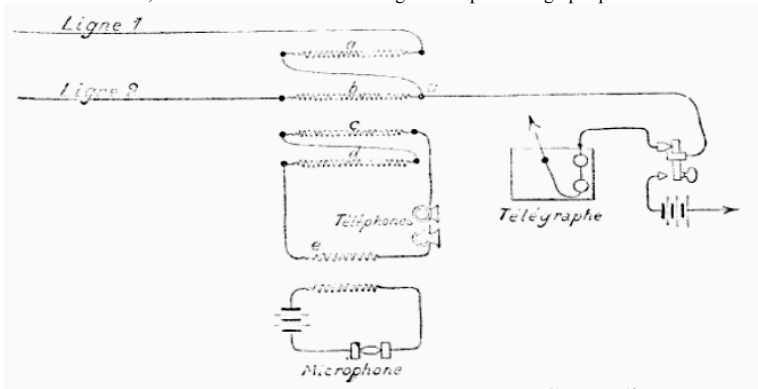


— Transformateur différentiel.

Quant à l'installation de l'appareil, on peut considérer différents cas :

- I. — Installer la communication sur une ligne continue ;
- II. — Installer la communication simultanée sur une ligne continue pour le service téléphonique, sectionnée pour le service télégraphique ;
- III. — Installer la communication simultanée sur une ligne continue pour le service télégraphique, sectionnée pour le service téléphonique.

I. — Les circuits a, b sont reliés aux deux fils de ligne et au poste télégraphique.



Installation du système P. Picard sur une ligne continue.

Ainsi, si on se reporte à la figure, la borne A sera réunie à la ligne n° 1, la borne B à la ligne n° 2 et la borne E au massif du manipulateur du poste télégraphique. Les circuits bouclés c, d sont en communication avec le circuit secondaire du poste téléphonique; en d'autres termes, les bornes C et D de la bobine sont en relation avec les bornes ligne du poste micro-téléphonique.

Par suite de cet arrangement, les conducteurs a, b sont interposés sur la ligne bouclée en O; les conducteurs c, d appartiennent au circuit téléphonique local.

Examinons les différents cas qui peuvent se présenter, soit que le poste télégraphique transmette ou reçoive, soit que l'on parle ou que l'on écoute à la station téléphonique.

a. — Le poste télégraphique transmet : les courants émis par ce poste arrivent en O et se bifurquent sur les deux lignes bouclées en passant par b et par a; mais ces courants qui vont circuler sur les lignes 1 et 2, dans le même sens et par fractions égales, parcourent en sens inverses les conducteurs a et b du transformateur; ces courants exercent des actions inductrices opposées et égales qui s'annulent et n'influencent pas les conducteurs c, d affectés au circuit local téléphonique.

Donc, le téléphone ne saurait être influencé par les courants télégraphiques de départ.

b. — Le poste télégraphique reçoit : les courants arrivant par les lignes 1 et 2 sont égaux et de même sens; ils traversent les conducteurs a, b en sens inverse et se réunissent en O pour actionner le poste télégraphique.

Comme dans le cas précédent, l'induction de a b sur c d est nulle.

Donc, le téléphone ne saurait être influencé par les courants télégraphiques d'arrivée.

c. — Le poste téléphonique transmet : Lorsque le poste téléphonique transmet, les courants induits provoqués dans le circuit e de la bobine d'induction par les vibrations micro-phoniques, traversent dans le même sens les circuits c, d du transformateur différentiel; ils induisent dans les conducteurs b, a et dans les lignes 1 et 2 de nouveaux courants qui vont actionner le poste téléphonique récepteur. Ces courants, d'ailleurs, en raison de leur faible énergie, ne sauraient impressionner les stations télégraphiques.

Donc, le poste téléphonique peut transmettre sans que le poste télégraphique soit influencé.

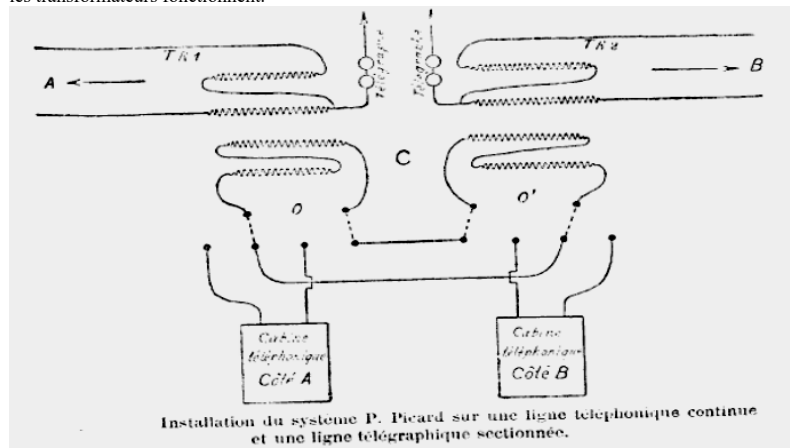
d. — Le poste téléphonique reçoit : A la station d'arrivée, les courants induits circulent dans le même sens à travers a et b; ils induisent de nouveaux courants dans le circuit c, d, e, qui contient les récepteurs téléphoniques, et ces derniers fonctionnent.

Il est clair que, pas plus que dans le cas précédent, le poste télégraphique n'est influencé.

Donc, le poste téléphonique peut recevoir sans déranger le poste télégraphique.

Ainsi, dans le cas que nous venons d'étudier, les lignes 1 et 2 forment une ligne à double fil pour le service téléphonique; pour le service télégraphique ils constituent une ligne à deux conducteurs parallèles et assemblés en quantité.

II. — La ligne téléphonique est continue, la ligne télégraphique est coupée à un poste intermédiaire, soient deux postes extrêmes A. D et un poste intermédiaire C. Deux appareils télégraphiques sont installés en C et correspondent l'un avec A, l'autre avec B. Dans chaque direction la ligne est formée par deux conducteurs parallèles, comme dans les circuits téléphoniques à double fil. L'installation des postes extrêmes A, B est celle que représente la première figure. Au poste intermédiaire C sont disposées deux cabines ou deux postes téléphoniques et deux transformateurs différentiels (fig. suivante). En résumé, on se trouve en présence, au bureau intermédiaire, de deux postes juxtaposés, tels que celui que nous avons décrit plus haut. Cependant, un jeu de commutateurs O O' permet de mettre hors circuit les deux cabines ou les deux postes téléphoniques, de façon à mettre en relation téléphonique directe les stations A et B. En se reportant à ce que nous avons dit précédemment, on comprend facilement comment les transformateurs fonctionnent.



— Installation du système P. Picard sur une ligne téléphonique continue et une ligne télégraphique sectionnée.

De l'ensemble de ces dispositions il résulte que les combinaisons suivantes peuvent être réalisées :

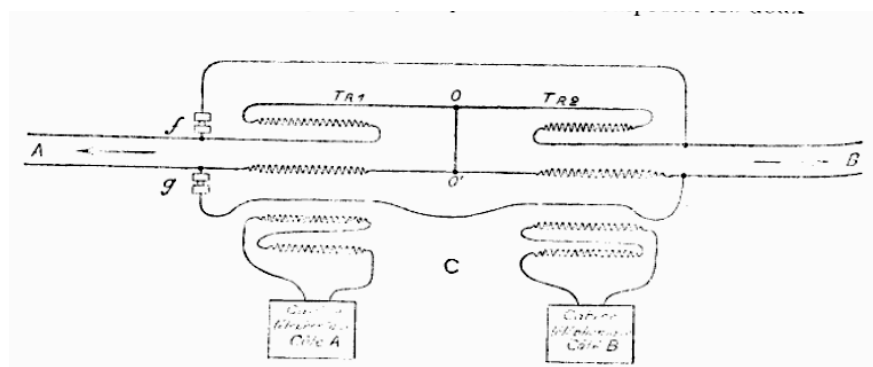
- x -Circuit télégraphique : A avec C, B avec C;
- Circuit téléphonique : A avec C, B avec C;

- y -Circuit télégraphique : A avec C, B avec C ;
- Circuit téléphonique : A avec B.

III. — La ligne téléphonique est scindée, la ligne télégraphique est continue.

Cette troisième manière d'envisager les choses a conduit M. Picard à réaliser une solution très élégante de la question.

Comme dans le cas précédent on emploie deux transformateurs différentiels (fig. 377). « Les lignes, au lieu d'être bouclées de chaque côté à la station intermédiaire C, la traversent sans solution de continuité, ou plutôt sont reliées une à une à leur sortie des transformateurs; mais, entre ceux-ci, elles sont réunies par un conducteur O O', sans résistance appréciable, auquel l'inventeur a donné le nom de pont téléphonique. »



— Installation du système Picard sur une ligne télégraphique continue et une ligne téléphonique sectionnée.

« Ce pont téléphonique ne peut en rien modifier la condition de la ligne télégraphique puisque celle-ci comprend les deux conducteurs parallèles, assemblés en quantité; mais il n'en est pas de même pour les deux lignes téléphoniques qui doivent être constituées, à droite et à gauche, par les deux conducteurs bouclés. C'est précisément le pont O O' qui fait l'office de boucle commune. Cette jonction, formant un court circuit, sert de passage aux courants téléphoniques de A vers C et de B vers C, ou inversement, sans que ces

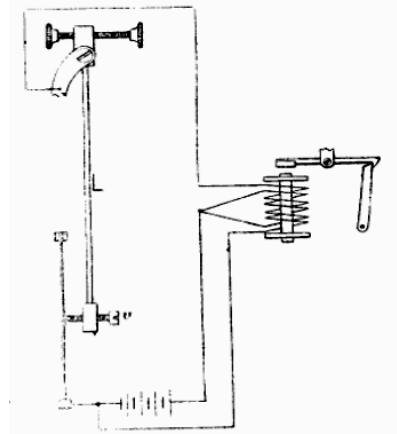
courants puissent s'influencer réciproquement en raison de la résistance pratiquement nulle du pont qu'ils ont à parcourir. Il est donc possible, comme dans le cas précédent, de téléphoner simultanément de la station intermédiaire C avec chacune des stations extrêmes A et B, sans que les conversations se mélangent. » « Pour établir la communication directe de A en B, il suffit de supprimer le pont O O' et, à l'aide des conjoncteurs f et p, de mettre hors circuit la résistance des deux transformateurs pour laisser à la voix toute son intensité L »

Le système Picard est installé sur la ligne Paris-Troyes où il donne de bons résultats; on est en train de l'installer sur d'autres réseaux et il est probable que son emploi : généralisera si, comme il y a lieu de le prévoir, les essais continuent à être satisfaisants.

Dispositif d'appel P. Picard.

— Le système d'appel phonique de M. Sieur a été l'objet de plusieurs modifications, notamment lorsqu'on a substitué à la sonnerie un annonceur ordinaire dont le volet tombe au moment de l'appel.

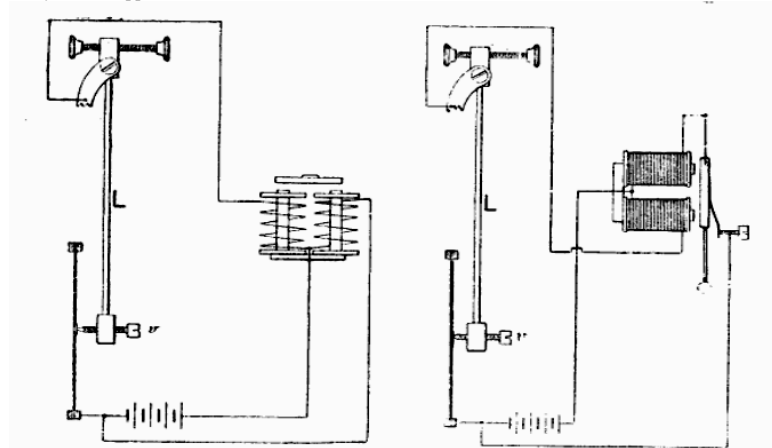
On songea alors à faire usage pour l'annonceur de bobines différentielles qu'il est toujours facile de substituer aux bobines à enroulement unique. Cette combinaison, qui a été adoptée, est représentée par la figure suivante.



De chaque pôle de la pile partent deux fils qui s'enroulent en sens inverse sur les bobines de l'annonceur. L'un de ces fils est relié directement à la bobine, l'autre passe par la plaque vibrante et le marteau de l'appel phonique.

Les deux circuits sont d'égale résistance, et des courants de sens contraire les traversent continuellement lorsque l'appareil est au repos; ces courants sont par conséquent sans effets sur les noyaux de l'annonceur dont l'armature n'est pas attirée.

— Système d'appel Picard avec annonceur différentiel.



Lorsque l'appel phonique entre en jeu, le circuit qui contient la plaque vibrante devient, par intermittences, plus résistant que l'autre; l'action de ce dernier sur les noyaux de l'annonceur devient prédominante, les noyaux s'aimantent, attirent l'armature, et le volet tombe.

Pour l'installation entre Arcachon et Bordeaux de son système de communications simultanées téléphoniques et télégraphiques, M. P. Picard a récemment imaginé une combinaison fort ingénieuse qui donne des résultats aussi satisfaisants que la précédente et qui a l'avantage de ne nécessiter aucun organe nouveau, pas même une bobine différentielle. Ce dispositif s'adapte indifféremment à une sonnerie ou à un annonceur, comme on le voit.

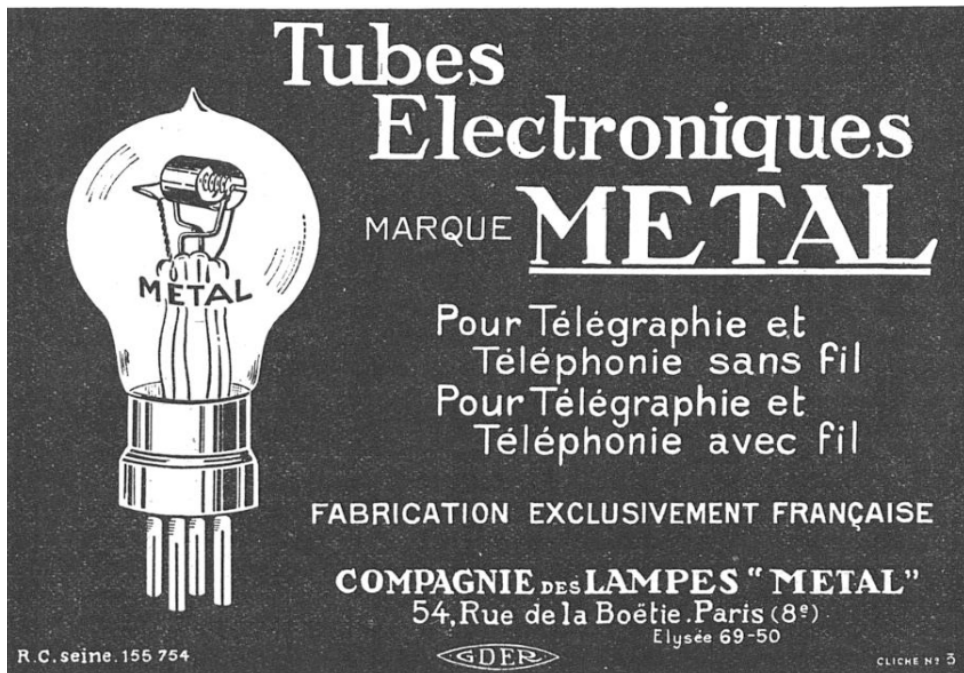
Dans la figure de gauche, l'un des pôles de la pile est relié au fil de jonction des deux bobines de l'annonceur; l'autre pôle est réuni directement à la sortie de la bobine de droite, et indirectement à la sortie de la bobine de gauche par l'intermédiaire de la plaque vibrante et du marteau de l'appel phonique. Quand le système est au repos, le courant circule par fractions égales en sens contraire dans les deux bobines; il n'en résulte aucune aimantation et l'électro-aimant reste sans effet sur l'armature. Si l'appel phonique vibre, l'équilibre est rompu, l'action de la bobine de droite devient prépondérante, l'armature est attirée et le volet tombe.

Dans la figure de droite l'un des pôles de la pile est relié au fil de jonction des bobines de la sonnerie; l'autre pôle correspond, par l'appel phonique, à la sortie de la bobine inférieure, et aussi à la vis de réglage de la sonnerie, à l'armature et à la sortie de la bobine supérieure.

On voit que, dans ce circuit, il existe deux trembleurs, l'un constitué par l'appel phonique, l'autre par la sonnerie.

Le système étant en repos, l'armature de la sonnerie est attirée par la bobine inférieure; le circuit de la bobine supérieure est alors ouvert entre le ressort d'armature et la vis de réglage. Si l'appel phonique vibre, le courant est interrompu dans ce circuit autant de fois que le marteau de l'appel phonique abandonne sa plaque vibrante. Dès la première interruption, l'armature de la sonnerie cesse d'être attirée et ferme le circuit de la bobine supérieure par la vis de réglage et le ressort d'armature et, dès lors, elle fonctionne comme toutes les trembleuses sous l'action de la bobine supérieure seule.

Cette solution est à la fois simple et ingénieuse.



Dans la presse scientifique, on peut lire un long exposé de M. Gailho. (les annales télégraphique de 1894).

PROCÉDÉ DE TÉLÉPHONIE ET TÉLÉGRAPHIE SIMULTANÉES PAR LES MÊMES FILS

(J'ai déjà décrit ce procédé d'une manière sommaire dans le numéro des Annales télégraphiques 3e série, tome XVI. de juillet août 1889 : Note sur l'utilisation des fils téléphoniques pour la télégraphie signé M.Gailho)

Depuis lors j'ai eu l'occasion de d'expérimenter avec succès sur le circuit téléphonique **Paris-Lyon-Marseille (1890-91)**; puis sur le circuit **Paris-Nantes (1892-93)** et enfin sur l'un des deux circuits **Paris-Londres (1893)**.

Aujourd'hui je me propose d'en reprendre l'exposé avec quelques détails, en indiquant, d'abord, les considérations qui m'ont amené à **chercher un dispositif autre que ceux de van Rysselberghe et de Maiche**, déjà connus à cette époque.

Lorsque l'on a établi à grands frais des conducteurs spéciaux pour constituer des circuits téléphoniques, alors qu'il était démontré que les fils de fer étaient techniquement insuffisants, **on s'est immédiatement demandé si l'on ne pourrait pas utiliser à leur tour ces nouveaux conducteurs** pour des transmissions télégraphiques simultanées.

On exigeait, en même temps, de tout procédé permettant d'arriver à ce résultat les conditions suivantes : Il fallait que les communications téléphoniques et télégraphiques, tout en étant simultanées, ne fussent nullement troublées les unes par les autres ; que le dispositif fût applicable aux appareils télégraphiques à grande vitesse, tels que le Wheatstone et le Baudot, même sur les lignes de grande longueur; et enfin que le procédé n'apportât pas de modification dans le montage télégraphique et surtout dans installation des postes téléphoniques centraux , ni dans leur mode ordinaire de fonctionnement.

Telles sont les conditions que je crois être parvenu à remplir.

Le procédé Maiche, au contraire, exige, tout d'abord et par lui-même, une double transformation par induction des courants téléphoniques, ce qui supprime l'avantage des liaisons métalliques directes , et impose un mode particulier de fonctionnement ; en même temps, il amène un changement notable dans les installations intérieures soit des postes télégraphiques, soit des postes téléphoniques centraux.

Quant au procédé van Rysselberghe, il est inapplicable sur des lignes de quelque importance aux appareils télégraphiques à grande vitesse.

C'est ce que l'on a constaté dès que l'on a voulu mettre en service un **appareil multiple Baudot** sur la ligne téléphonique de Paris à Marseille même en prenant les deux fils associés en quantité : les bobines de self-induction intercalées dans le circuit contrariaient d'une façon fâcheuse les nombreuses et rapides émissions de cet appareil.

En présence de cet insuccès on a essayé des appareils Hughes ordinaires; mais on a promptement reconnu que sur une telle ligne chaque émission de l'un des appareils se répercutait dans le Hughes installé sur le second conducteur, comme si les deux fils du circuit téléphonique étaient mêlés. On ne pouvait, en réalité, même avec cet appareil, disposer que d'un seul des deux conducteurs; aussi dans la pratique se résignait-on, pour avoir deux transmissions télégraphiques, à n'utiliser que l'appareil Morse ordinaire. Et cependant des conducteurs tels que ceux-là (en cuivre de 4^{mm}, 5) doivent pouvoir se prêter sans conteste à des émissions électriques au moins aussi nombreuses et aussi rapides que celles de n'importe quel appareil télégraphique connu, puisqu'ils transmettent sans déformation sensible les ondulations téléphoniques elles-mêmes. Leur emploi pour des transmissions Morse ne s'expliquait donc que par l'impuissance de faire mieux, et il n'était pas téméraire d'en poursuivre l'utilisation pour un appareil télégraphique rapide, quelque grande que fût la rapidité de ses émissions.

Le procédé que j'ai proposé, emploie les deux fils du circuit associés en quantité de façon à n'en former qu'un seul conducteur pour les courants télégraphiques; mais il permet d'affecter la ligne au service d'un appareil rapide, tel qu'un Wheatstone ou un multiple Baudot. Déplus, comme je l'ai déjà dit, il n'amène aucun changement ni dans le fonctionnement ni dans l'installation des appareils téléphoniques et télégraphiques.

Il a suffit, en effet, de mettre en dérivation, et en un point quelconque du parcours de la ligne (voir fig. 1 et 1 bis), un électro-aimant, ou un solénoïde électromagnétique à double enroulement et de l'une quelconque des formes et modèles que l'on rencontre en télégraphie ou dans l'industrie électrique.

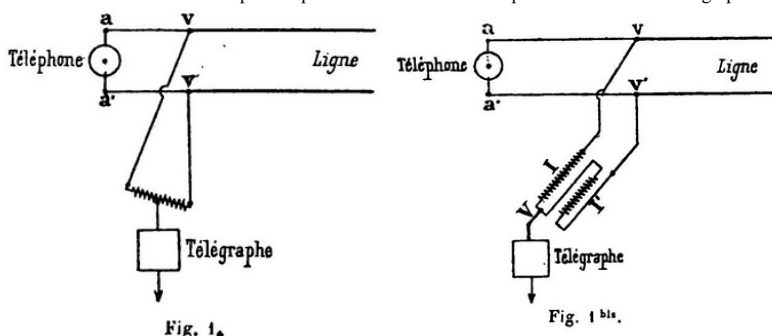


Fig. 1.

Fig. 1 bis.

On ne touche donc pas à l'installation du téléphone, qui peut fonctionner comme par le passé; ni à celle du télégraphe, dont il suffit d'amener le fil de ligne en un point déterminé de l'électro-aimant ou du solénoïde.

Il va sans dire que le dispositif représenté par la figure doit être répété en un autre point de la ligne pour le poste correspondant. Les fig. 1 et 1bis sont deux figures qui représentent exactement la même chose ; elles ne diffèrent l'une de l'autre que par le schéma de la bobine auxiliaire, laquelle est la même dans les deux cas, mais peut être figurée théoriquement de l'une ou de l'autre des deux manières. Cette bobine comporte deux enroulements constitués au moyen de deux fils identiques, soigneusement isolés l'un de l'autre et enroulés simultanément sur le même noyau. Les deux fig. 1 et 1bis montrent d'une façon assez explicite la disposition sur la ligne de cette bobine et de ses deux enroulements.

Les émissions électriques provenant de l'appareil télégraphique se partageront en V en deux parties égales et parcourront les deux enroulements de la bobine en sens inverse par rapport à l'axe du solénoïde. Il s'ensuit que les courants télégraphiques n'éprouveront dans cette bobine aucun affaiblissement ou retard appréciable, du fait de la self-induction, parce que les flux d'induction magnétique dus à chaque enroulement sont à tout instant de sens contraires et sensiblement égaux.

Il n'en sera pas de même pour les ondulations émanant de l'appareil téléphonique T . On voit facilement, en effet, que les courants téléphoniques qui tendraient à passer par cette bobine, parcourraient chacun des enroulements dans le même sens par rapport à l'axe du noyau. La bobine agira donc comme bobine de self-induction vis-à-vis d courants, et ceux-ci se propageront de préférence sur les fils de ligne proprement dits, c'est-à-dire sur la droite de la fig. 1 ou 1 bis les courants dérivés à gauche dans la étant négligeables grâce à l'inductance de celle-ci.

(Je rappellerai que, si l'on désigne par l'inductance de chacun des circuits, le circuit voisin étant ouvert, l'inductance de l'ensemble des deux circuits associés comme il vient d'être dit sera égale à $4L$.)

De ce qui précède il résulte que les ondulations téléphoniques seront arrêtées par la bobine, qui d'un autre côté ne retardera en aucune façon les émissions télégraphiques. Il reste à voir comment ces émissions ne produiront aucun bruit gênant dans les téléphones.

Ceci serait évident si, les deux enroulements de la bobine étant identiques entre eux, ce qu'il est facile de réaliser, on admettait que la même identité existât pour les deux fils ligne. Dans cette hypothèse, les courants télégraphiques, en arrivant en V , se partagent en deux fractions rigoureusement égales entre elles; les chutes de potentiel de V à v , comme de V' à v' sont les mêmes; et, par suite, les potentiels v et v' sont toujours égaux, du moins en ce qui concerne les émissions télégraphiques qui, alors, ne détermineront aucun courant dans la branche téléphonique. Mais on objectera, et non sans raison, que, par suite des défauts inhérents à toute ligne, les courants télégraphiques ne seront pas toujours rigoureusement égaux

en V et V' , qu'il n'y aura pas toujours égalité de potentiel en v et v' , et que par suite on aura des bruits fâcheux dans le téléphone. On peut répondre tout d'abord que cette différence entre les deux courants, que nous désignerons par I et r , provenant d'une très légère différence d'identité entre les deux fils de ligne, ne sera jamais bien grande elle-même; car, avec une grande différence d'état électrique des deux fils, l'expérience montre journellement que la correspondance téléphonique, indépendamment de tout système télégraphique superposé, est elle-même impossible. J'ajoute que l'identité absolue des deux courants n'est pas indispensable. Admettons, en effet, que V soit à un moment donné plus grand que I d'une quantité très petite que nous désignerons par i . Soit Supposons même que t soit la plus grande différence qui puisse exister à un moment quelconque entre V et L . Alors le courant total I du premier enroulement, et la fraction I du second, qui sont égaux et circulent en sens inverse par rapport à l'axe du solénoïde, se propageront sans obstacle en annulant mutuellement leurs effets d'induction électromagnétique, et produiront une même chute de potentiel, à partir de V , sur chaque fil de la bobine. Il ne reste donc plus à considérer que la différence très petite t , qui n'a pas d'importance au point de vue télégraphique, et qui tend à produire entre les points Y et v' une chute de potentiel égale à L/r rien désignant par la résistance commune des deux enroulements. Et cette chute additionnelle r représente précisément la différence de potentiel qui tend à s'établir entre v et v' pour produire un courant parasite entre ces deux points et à travers le téléphone. En un mot, la chute de potentiel, ou perte de charge maxima, qui puisse se manifester plus ou moins vite entre V et v est r ; celle qui tend de même à se manifester entre V et v' est $r(1-i)$; la différence entre les deux, soit ri , représente l'excès de potentiel qui pourra exister en v' par rapport à v . Par conséquent la première condition à remplir pour diminuer l'effet de r sera de prendre pour r une valeur aussi faible que possible. Et, en poussant les choses à l'extrême, on voit que l'influence fâcheuse de cette différence de potentiel disparaîtrait entièrement si la résistance r était rigoureusement nulle. Mais alors il serait à craindre que les courants téléphoniques ne se perdissent complètement à travers ce court circuit: toutefois il n'en serait rien si la bobine, bien que de résistance nulle, présentait par ses deux enroulements accouplés v/v' une self-induction considérable. On sait, d'autre part, que l'on peut réaliser des bobines répondant à cette condition d'avoir pour une self induction donnée une résistance aussi petite que l'on voudra: il suffit pour cela d'augmenter convenablement les proportions de l'appareil en consentant une dépense suffisante de cuivre pour les fils des deux circuits. Nous verrons ci-après une autre raison pour laquelle il importe d'avoir un coefficient de self-induction aussi élevé que possible. Dans tous les cas il conviendra, en somme, que chacun des enroulements présente une très petite résistance avec une self-induction très grande; ou, si l'on veut, que pour chacun d'eux le rapport de la self induction à la résistance soit aussi grand que possible. Si l'on se donne a priori la valeur de ce rapport et la forme générale de la bobine ou plutôt de son circuit magnétique, ainsi que la perméabilité magnétique du fer employé, les dimensions de l'appareil seront à peu près déterminées mathématiquement. Je dirai incidemment que je suis parvenu ainsi à construire des électros pour lesquels ce rapport était de 6 environ, r étant évaluée en ohms et L en henrys (ou quadrants). En réalité si l'on veut, dans la pratique, se dispenser de recourir à des bobines dépassant beaucoup les dimensions courantes, nous remarquerons que la fraction nuisible de courant i , la seule qui tende à reproduire en v' une différence de potentiel ri , ne sa propagera pas instantanément dans l'enroulement qu'elle parcourt à cause de l'obstruction opposée par la self-induction de ce fil, combinée avec l'induction mutuelle de l'enroulement voisin. En un mot l'excès de courant i ne s'établira que progressivement, et ce n'est que progressivement aussi que le courant dans la seconde branche dépassera la valeur du courant de la première. Par suite, la différence de potentiel $v-v'$ ne se manifestera pas instantanément, mais bien avec une lenteur qui sera d'autant plus grande que le coefficient de self-induction de chaque enroulement, pris à part, sera plus élevé. On conçoit donc que dans ces conditions le bruit que tendrait à produire le commencement d'une émission télégraphique, soit insensible au téléphone, à cause de la lenteur des vibrations, qu'elle provoquera dans cet appareil. Mais il faut prévoir, au moment de la fin de l'émission télégraphique, les effets de l'extra-courant de rupture.

C'est pour ce motif que, avant toute expérience (9 septembre 1890), j'avais indiqué l'utilité, et même la nécessité qu'il y aurait dans certains cas de mettre un condensateur en dérivation en V . (Voir fig. 2.)

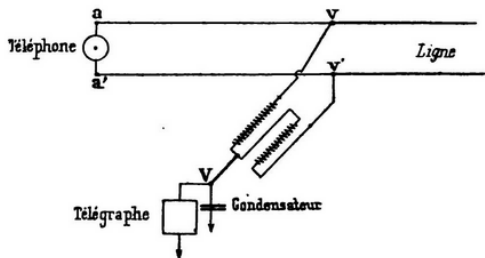


Fig. 2.

Ce condensateur qui est souvent inutile dans la pratique, aura une capacité qui dépendra de l'appareil télégraphique en service, de la résistance et de la capacité de la ligne, et enfin de la résistance et de la self-induction de la bobine auxiliaire que l'on emploiera. L'adjonction de ce condensateur appelle d'une certaine façon le condensateur que l'on trouve dans le système van Rysselberghe en dérivation sur la ligne; mais sa fonction en diffère notablement à cause du double enroulement de la bobine qui vient à la suite, chacun de ses deux fils réagissant l'un sur l'autre tant au commencement qu'à la fin de chaque émission télégraphique. Il y a généralement dans tout transmetteur télégraphique un brusque passage d'une émission à l'émission suivante du courant, que celle-ci soit de même sens ou de sens contraire, de même intensité ou d'intensité différente. Il y a donc un moment où, dans ces conditions, le point v se trouve, par le jeu même du transmetteur, isolé de la source d'électricité. Si donc nous admettons comme précédemment que, un moment auparavant, l' était plus grand que I , on voit que le potentiel v , qui était plus grand que v' à cet instant, tend à reprendre brusquement la même valeur que v' , non seulement par la disparition de ces deux courants émanés du transmetteur télégraphique, mais encore par la réaction inductrice du second enroulement sur le premier, comme il est facile de s'en rendre compte au moins d'une façon qualitative.

Et, si l'on ne prévoit pas une disposition particulière en vue de ce phénomène, un bruit sec pourra se produire à ce moment dans les récepteurs téléphoniques.

C'est pour cela qu'il sera généralement utile sur des lignes longues, et lorsque la valeur de r ne sera pas négligeable, de mettre en dérivation en V , comme je l'ai indiqué sur la fig. 2, un condensateur dont l'autre borne est en communication avec la terre.

En somme, il n'est pas absolument indispensable de recourir à des bobines de dimensions exagérées. On peut se contenter d'un modèle courant, sans cependant renoncer, pour une simplification mal entendue, à un type plus avantageux et qu'il est assez facile de réaliser.

Ainsi il semble nécessaire de n'admettre pour r que des valeurs très faibles toutes les fois que l'on veut mettre en ligne des appareils à marche très rapide tels que le Wheatstone, qui, à un moment donné, peuvent émettre non seulement des courants intermittents, mais encore des courants véritablement périodiques; et pour ces derniers, s'il est possible par la self-induction d'en diminuer l'intensité, on ne saurait en aucun cas modifier par ce moyen leur caractère de périodicité; si cette périodicité correspond par sa fréquence à une certaine note musicale, on est à peu près sûr de percevoir au téléphone, comme bruit parasite, le son correspondant. Ce sera un son très faible, si l'on veut, mais qui gênera toujours un peu parce

qu'il sera facilement perçu et reconnu même par des oreilles non exercées ni prévenues. Aussi je crois que, sur les grandes lignes et avec les appareils rapides appelés à les desservir, il sera toujours préférable d'employer des bobines de dimensions assez fortes pour présenter un rapport L/r très élevé, et qu'il conviendra d'y adjoindre, ou tout au moins de prévoir le condensateur dont il a été question ci-dessus.

Les explications qui précèdent permettent de se rendre compte d'une façon générale du fonctionnement du système tant en ce qui concerne le télégraphe qu'en ce qui concerne le téléphone; et, d'une façon particulière, du rôle que doivent jouer les deux enroulements de la bobine auxiliaire et

le condensateur au point de vue de l'amortissement des bruits ou des sons parasites. On déduit facilement de ces explications les qualités générales que doit présenter la bobine auxiliaire pour remplir les conditions les plus avantageuses, sans que ces conditions soient absolument nécessaires dans tous les cas de la pratique. On peut, par exemple, déterminer r par la condition de ne pas dépasser une certaine valeur pour la différence de potentiel entre v et v' lorsque le régime permanent des courants I et I' est établi, cette

différence étant alors égale à $r(I' - I)$. Quant à l'écart entre I et I' qui n'est généralement pas connu, on peut faire diverses hypothèses plausibles, et ces hypothèses donneront facilement une limite supérieure de $I' - I$.

avec laquelle on déterminera pour r une valeur qui répondra certainement aux conditions exigées, $r(I' - I)$ étant également donné d'avance.

Ainsi, on admettra que $I' - I$ sera une certaine fraction du courant normal I que l'on connaît, cette fraction étant d'ailleurs approximativement déterminée par cette considération qu'elle ne doit pas dépasser une certaine valeur au dessus de laquelle le service téléphonique serait impossible, à cause des bruits d'induction provenant des fils voisins indépendamment de toute transmission télégraphique simultanée.

Quant à l , on fixera sa valeur par cette condition que la résistance apparente offerte aux courants téléphoniques soit assez élevée pour rendre inappréciable toute dérivation de ces courants dans la bobine. On remarquera toutefois que l'inductance opposée à ces courants est celle des deux enroulements associés de façon à ajouter leurs effets d'induction ; par conséquent si l'inductance de l'un de ces enroulements est l pour un nombre de tours de fil n , l'inductance totale des deux fils sera $4l$ pour un nombre double de tours de fil sur le même noyau.

$$\sqrt{r^2 + m^2 l^2},$$

r étant la résistance totale ordinaire du circuit,

l son coefficient self-induction totale

et m la fraction $\frac{2\pi}{T}$.

Cette résistance apparente, pour des valeurs de m comme celles que l'on rencontre avec les ondulations téléphoniques, est sensiblement égale à ml ; car alors r^2 est négligeable devant $m^2 l^2$, lorsque l est déjà lui-même supérieur à l'unité.

Dans le cas qui nous occupe on écrira donc que $4ml$ est supérieur ou au moins égal à une valeur fixée d'avance ; l sera ainsi déterminé, et la valeur trouvée conviendra généralement pour donner en même temps un rapport r/l assez élevé.

Il importe de remarquer que ces conditions, une fois remplies pour les deux postes correspondants, seront également favorables aux courants télégraphiques d'arrivée et aux courants de départ. Pour s'en rendre compte il suffit de faire l'hypothèse extrême où l'on aurait pris pour r une valeur nulle ou sensiblement nulle : la principale conséquence de cette hypothèse sera que, à l'arrivée, la branche téléphonique sera en quelque sorte mise en court circuit par la bobine auxiliaire par rapport aux courants télégraphiques qui y arrivent.

Les autres conclusions que nous avons examinées ci-dessus pour les courants au départ, s'appliquent aux courants d'arrivée. Il faut cependant ajouter que l'expérience a montré, comme cela était prévu, qu'au poste d'arrivée les appareils téléphoniques se trouvent fort peu influencés par des courants télégraphiques qui ont déjà parcouru une longue ligne, et s'y sont en quelque sorte légèrement diffusés et amortis.

Détails pratiques et cas particuliers d'installation.

I. Pour l'appel des postes téléphoniques il n'y a pas à prévoir de dispositif spécial, Ceci résulte de ce que j'ai dit à plusieurs reprises, que le système n'entraîne aucun changement, ni dans l'installation du poste actuel téléphonique, ni dans celle du télégraphe, ni dans leur mode ordinaire de fonctionnement.

Pour s'en convaincre, il suffit de se reporter à la fig. 3.

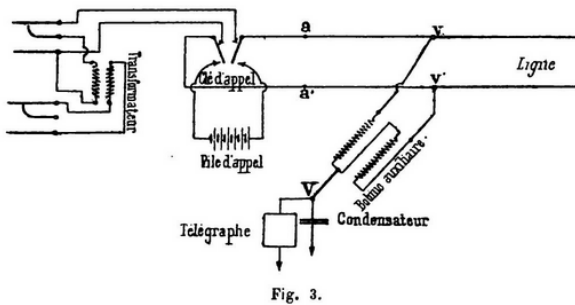


Fig. 3.

Sur ce schéma j'ai indiqué à gauche des points a et a' le détail d'une installation normale d'un numéro de tableau téléphonique, auquel aboutit la ligne interurbaine considérée, dans le poste central. On rencontre tout d'abord la clé double d'appel. Si l'on suppose que l'on presse sur cette clé, on voit que l'on coupe, en premier lieu, toute communication avec tout le reste des appareils quels qu'ils soient qui se trouvent à gauche ; et qu'ensuite on met la pile d'appel sur la ligne par ses deux pôles entre les points v et v' . On peut objecter que le courant de cette pile se perdra en grande partie dans le circuit vv' de la bobine auxiliaire. Ceci n'a pas grand inconvénient si la résistance de la pile est négligeable ou faible par rapport à celle de vv' en général, cette dérivation ne prendra pas à elle seule tout le débit de la pile, et il passera sur la ligne un courant permanent d'intensité suffisante pour déterminer la chute de l'annonciateur du poste extrême.

Dans l'hypothèse contraire, c'est-à-dire dans le cas où la bobine auxiliaire absorberait à elle seule la majeure partie du courant permanent, comme cela est à craindre au poste d'arrivée, le jeu de l'annonciateur serait tout de même assuré, grâce à un phénomène provoqué par la disposition spéciale de la bobine auxiliaire. Supposons, par exemple, que la fig 3 représente maintenant le poste opposé et que le courant d'appel apporté par la ligne soit tout entier dérivé dans le circuit vv' . Au moment où le poste appelant relèvera la clé d'appel, le courant étant brusquement interrompu, ainsi que le circuit de la ligne, il se produira dans $avvv'a'$ grâce à la très forte inductance de la bobine, un extra-courant très énergique et de durée suffisante pour provoquer la chute de l'annonciateur dans ce même poste. En un mot il n'y a aucun dispositif nouveau à prévoir pour l'appel téléphonique ; le poste central conserve l'installation qu'on a cru devoir lui donner indépendamment de toute transmission télégraphique, installation qui était représentée en bloc sur les fig. 1 et 2 par un cercle compris entre les points a et a' et dont j'ai donné un exemple un peu plus détaillé sur la fig. 3 à gauche des points a et a' . Cet exemple est celui que l'on rencontre généralement dans la pratique pour une installation bien faite, simple et symétrique ; mais il ne représente pas une disposition obligatoire.

Ainsi, sans même parler des installations compliquées et dissymétriques que l'on trouve dans certains tableaux, on peut supposer et admettre, sur la fig. 3, que les conducteurs téléphoniques soient coupés par des condensateurs : on pourra, encore dans ce cas, provoquer dans la bobine auxiliaire un extra-courant suffisant pour actionner l'annonciateur par la charge et la décharge des condensateurs.

II. La communication téléphonique peut être prise ou donnée, soit métalliquement fil à fil, soit par un transformateur ou un autre intermédiaire. — On sait, en effet, que s'il convient de pouvoir prendre la communication métallique à laquelle il serait absurde de renoncer a priori, il est quelquefois nécessaire d'établir cette communication par un intermédiaire qui isole le circuit interurbain du circuit local. C'est le cas, par exemple, d'un circuit d'abonné qui présenterait un défaut d'isolement dissymétriquement placé ; c'est encore le cas où ce circuit d'abonné est à simple fil.

Tous ces cas ont été prévus avant toute superposition de transmission télégraphique : chaque numéro interurbain comporte deux jacks de connexion, et la téléphoniste se servira de l'un ou de l'autre suivant qu'elle voudra donner la communication métalliquement ou par l'intermédiaire d'un transformateur (voir fig. 2).

Mais on emploie ainsi un transformateur qui a été spécialement construit et installé en vue du service de la ligne sur laquelle il est monté, au lieu de subir, comme dans le système Maiche, une transformation qui peut être nuisible surtout lorsqu'elle se répète à chaque extrémité de la ligne. On sait, en outre, que ce transformateur sert encore à provoquer, pour l'appel, la chute du volet de l'annonciateur.

III. Cas d'un poste téléphonique intermédiaire, —

C'était le cas de mes premières expériences sur la ligne de Paris à Marseille, avec un poste téléphonique intermédiaire à Lyon.

La fig. 4 montre le dispositif adopté dans ce poste.

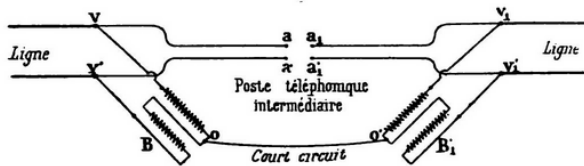


Fig. 4.

On sait que dans toute installation téléphonique de ce genre les deux côtés du circuit interurbain sont amenés au tableau, chacun sur un numéro. J'ai représenté en aa1 les entrées de ces deux sections sur ce tableau. Telle est la disposition ordinaire, indépendamment de tout système télégraphique, qui permet sur le tableau central de prendre la communication, soit sur une section, soit sur l'autre, ou d'établir la liaison entre les deux sections, c'est-à-dire entre les deux postes extrêmes, suivant les demandes. Il n'y aura rien à changer à cette installation lorsqu'on voudra superposer un service télégraphique entre les deux postes extrêmes (Paris et Marseille) avec des appareils à grande vitesse. Il suffira d'appliquer au poste intermédiaire et sur chaque côté de la ligne le même dispositif que nous avons étudié ci-dessus: c'est-à-dire de brancher sur chacune de ces sections une bobine semblable à celles que nous avons déjà décrites, et de relier ces bobines entre elles en 00' chacune d'elles devant à tour de rôle transmettre à l'autre les courants télégraphiques qui lui viennent de sa section. On remarque immédiatement que ces courants télégraphiques ne sont nullement influencés par la présence de ces bobines qui ne leur opposent aucun effet de self-induction, puisque chacun de leurs enroulements se trouve parcouru par des courants égaux, mais de sens contraires. Les ondes phoniques, au contraire, seront arrêtées ou tout au moins obstruées par ces bobines pour la même raison qu'aux postes extrêmes; de telle sorte que les deux sections seront ainsi séparées l'une de l'autre au point de vue téléphonique, le poste aa' pouvant parler avec le côté gauche, et le poste a^ d^ avec le côté droit de la ligne sans qu'il y ait mélange entre ces deux postes. On voit, d'ailleurs, que s'il passait quelque chose des courants téléphoniques de a' vers a1 ou réciproquement, ces courants quoique très faibles seraient fermés sur leur bobine respective B ou B1, sans qu'aucun d'eux puisse passer d'une section à l'autre. C'est un peu pour ce motif, et pour éviter tout mécompte, que je crois bon d'employer deux bobines au poste intermédiaire; car autrement cette même disposition peut être réalisée avec une seule bobine dans ce poste, comme il est facile de s'en convaincre. Enfin on peut, sans interrompre ni influencer les transmissions télégraphiques, établir la communication téléphonique entre les deux postes extrêmes par le jeu ordinaire des organes du poste central, sans modification de ces organes, soit métalliquement, soit par l'intermédiaire d'un transformateur. On remarquera qu'en établissant la liaison métallique, fil à fil, on supprime en quelque sorte les résistances des bobines sur la ligne; mais, comme je l'ai déjà dit, on a soin d'employer des bobines de résistances faibles, et alors la variation de la résistance totale de la ligne est négligeable pour les courants télégraphiques qui la parcourent.

IV. Cas d'un poste téléphonique intermédiaire, —

La fig. 5 représente la disposition à adopter pour le cas d'un poste téléphonique intermédiaire.

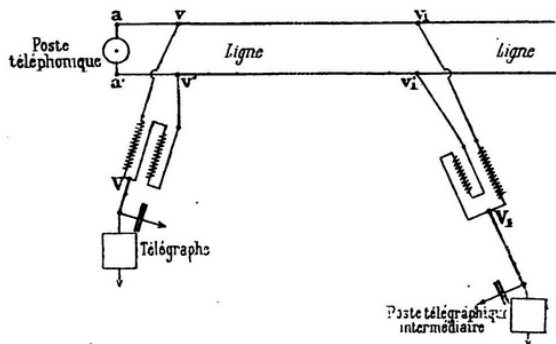


Fig. 5.

• Ce cas ne diffère pas essentiellement du cas général, puisque dans le cas général nous avons vu que la bobine auxiliaire, qui caractérise le système, pouvait être branchée en un point quelconque du parcours du circuit téléphonique interurbain, sans rien changer à ce circuit, les prises de contact étant en vv' tout près de l'un des postes téléphoniques, ou bien en v^v\ sur le parcours de la ligne. J'ai seulement présenté ce cas particulier pour montrer que le système est également applicable sans la moindre difficulté au service dit de trois postes téléphoniques en dérivation les branches de cette dérivation étant constituées avec tout ou partie du circuit téléphonique. En toute hypothèse, il n'y a aucun changement à introduire dans le circuit et les postes téléphoniques, qui continuent à fonctionner comme s'ils étaient seuls, sur la ligne; et l'on peut dire que les appareils télégraphiques sont simplement greffés sur les conducteurs téléphoniques.

V. Cas d'un poste téléphonique et d'un poste téléphonique intermédiaires. —

Ce cas est représenté par la fig. 6.

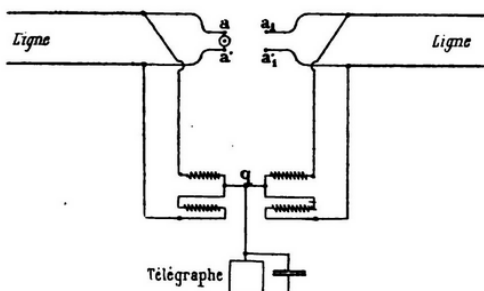


Fig. 6.

C'est la même solution que celle du cas III ci-dessus, avec un appareil télégraphique en plus et en dérivation en q.

C'est aussi, si l'on veut, une combinaison des exemples III et IV. On a ainsi trois appareils télégraphiques en correspondance par dérivation, avec un poste téléphonique intermédiaire; et ce dernier conserve l'usage du circuit Ligne comme s'il n'y avait aucune transmission télégraphique superposée; c'est-à-dire qu'il peut parler à volonté avec l'un ou l'autre des postes extrêmes, ou avec les deux, ou bien mettre ces deux postes extrêmes en communication directe. Cette communication directe pourra alors être donnée, soit métalliquement fil à fil, soit au moyen d'un transformateur; mais dans ce cas ce sera le transformateur du poste téléphonique qui sera utilisé, c'est-à-dire un transformateur généralement approprié à la ligne, et que d'ailleurs la téléphoniste pourra, à volonté intercaler, supprimer ou remplacer par tout autre suivant les indications du service.

VI. Cas où la ligne est coupée par un poste téléphonique à deux directions, —

Dans l'exemple que nous avons étudié ci-dessus, comme dans l'exemple III, c'est par un poste téléphonique à deux directions que la ligne est coupée. Mais il peut être nécessaire de couper la ligne par un poste téléphonique intermédiaire qui aura, lui, à communiquer sur une section ou sur l'autre, ou à donner la communication directe aux deux appareils télégraphiques extrêmes. Le dispositif qui résout cette petite difficulté est indiqué par la fig. 7.

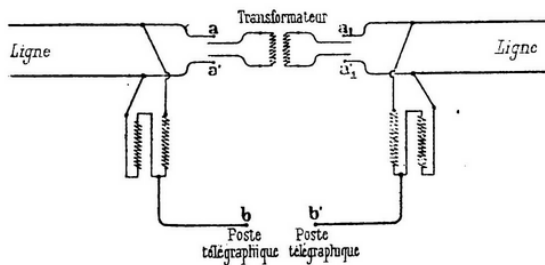


Fig. 7.

On voit immédiatement que le circuit téléphonique est coupé en deux sections, qui peuvent être desservies chacune par un téléphone et par un télégraphe. En d'autres termes, le poste téléphonique et le poste télégraphique sont, l'un et l'autre, à deux directions. Il importe de remarquer qu'il n'est nullement indispensable que ces deux postes soient dans le même local, ou même à proximité l'un de l'autre.

Le poste téléphonique pourra correspondre soit dans un sens, soit dans l'autre, soit donner la communication téléphonique aux deux postes extrêmes. Mais pour donner cette communication directe, il faudra généralement employer un transformateur. Ce sera, par exemple, un transformateur intercalé sur un quelconque des cordons de service du bureau central. C'est ce que représente la fig. 7.

Il va sans dire que ce même transformateur recevra les signaux de rappel ou de fin de conversation sans la moindre difficulté, par un des dispositifs connus et en usage dans les bureaux centraux. Si d'aventure on voulait que les deux postes extrêmes pussent se rappeler mutuellement sans l'intervention du personnel du bureau intermédiaire, il serait facile de résoudre cette question au moyen de transformateurs intermédiaires auxquels on ferait jouer le rôle de translateurs, ou, en d'autres termes, que l'on disposerait en translation entre les deux sections de la ligne. On voit que, dans ce qui précède, le transformateur est employé pour couper la ligne par rapport aux courants continus, tout en lui laissant la continuité métallique : c'est un usage auquel les transformateurs sont employés depuis l'origine de la téléphonie. Mais ici il importe d'observer que l'emploi du transformateur est, comme dans les autres cas examinés, laissé à l'appréciation du service téléphonique : le poste intermédiaire pourra, par exemple, ne pas l'employer pour sa propre correspondance ou celle de ses abonnés avec la section de droite ou avec la section de gauche ; et pour donner la communication entre les deux sections, s'il se sert d'un transformateur il emploiera un transformateur convenablement disposé et approprié à la ligne. Au point de vue télégraphique, il est à peine besoin de faire remarquer que le poste intermédiaire conservera toutes les facultés ordinaires d'un tel poste ; c'est-à-dire que, en outre des communications sur une section ou sur l'autre, il pourra, par exemple, donner lui-même la communication directe entre les deux sections, ou s'établir en embrochage, ou enfin se placer en dérivation. Mais alors on retombe sur l'exemple précédent, et dans ce cas le transformateur téléphonique n'est pas indispensable, comme nous l'avons vu, entre aa' et a''d'. Les exemples qui précèdent me paraissent suffisamment variés pour démontrer, sans avoir besoin de le multiplier davantage, qu'il est facile de trouver la solution dans chaque cas de la pratique courante.

Mais de tous ces exemples il ressort cette remarque importante, sur laquelle je ne crains pas de revenir et d'insister, que les transmissions télégraphiques peuvent être, de la manière la plus simple, superposées aux transmissions téléphoniques sans aucune modification préalable des circuits ou des installations intérieures du service téléphonique. A titre d'indication je dirai qu'il convient de placer la bobine auxiliaire le plus près possible d'un point quelconque du parcours du circuit téléphonique et le condensateur le plus près possible de l'appareil télégraphique. On s'en rendra compte facilement. Si, par exemple, le poste téléphonique et le poste télégraphique sont distincts et même éloignés l'un de l'autre, il conviendra de placer la bobine auxiliaire en dehors du poste télégraphique, près d'une rosace ou d'un poste de coupure du circuit téléphonique, et l'on reliera le point V de cette bobine à l'appareil télégraphique au moyen d'un fil simple conducteur d'un câble ; quant au condensateur, il sera placé en dérivation sur ce conducteur dans le poste télégraphique même ou à sa sortie. De cette façon l'influence du condensateur, même de grande capacité sera sensiblement nulle par rapport à la vitesse de transmission télégraphique, et d'ailleurs d'autant plus faible que l'on aura une plus faible résistance entre ce condensateur et le siège de la force électromotrice du courant transmetteur. Quant aux capacités qu'il convient d'adopter suivant les cas pour ce condensateur de compensation, la pratique m'a déjà indiqué des résultats qui peuvent servir d'indications, mais qui ne me semblent pas encore d'un caractère assez général et assez certain pour que je les consigne ici.

Je me contenterai de dire à cet égard qu'il conviendra, avant toute installation sur une ligne un peu longue, de prévoir l'emploi de ce condensateur, de le mettre d'abord en service, puis dès les premiers jours d'examiner l'effet produit au téléphone lorsqu'on fait varier sa capacité et enfin lorsqu'on le supprime complètement. Cet examen peut être fait à chaque poste extrême sans avoir à se préoccuper des expériences analogues qui pourraient être tentées à l'autre poste ; et si l'expérience démontre que le bruit n'augmente pas sensiblement lorsque la capacité est réduite à zéro, on pourra sans hésiter supprimer complètement le susdit condensateur.

Les principaux essais de ce système de télégraphie et de téléphonie simultanées ont été faits sur le circuit de Paris à Marseille, avec un poste téléphonique intermédiaire à Lyon, en 1890-91. C'est la disposition indiquée sur la fig. 4. Les appareils télégraphiques qui ont pu être ainsi superposés aux transmissions téléphoniques, sont le Wheatstone automatique, marchant à toute vitesse ; puis l'appareil Baudot quadruple. Et dans ce dernier cas c'est l'appareil faisant le service ordinaire entre Paris et Marseille qui, à un moment donné, a été reporté sur le circuit téléphonique 2.

Sur le circuit de Paris à Nantes. Là encore on a fait des essais avec le Wheatstone à toute vitesse ; puis, on a fait le service télégraphique ordinaire du Baudot quadruple, en reportant cet appareil sur le circuit sans entraver le service téléphonique. 3

Sur un des deux circuits de Paris à Londres, avec Hughes et avec le Wheatstone simple et duplex. Les résultats ont été très bons ; mais ils ont surtout confirmé les prévisions que j'avais énoncées en ce qui concerne l'influence des valeurs relatives de la résistance et de la self-induction des bobines employées et l'effet de compensation du condensateur pour les lignes longues ou de grande capacité. Cette influence a pu être mise en évidence grâce aux diverses bobines auxiliaires que j'avais fait construire et qui ont pu être essayées. J'ajouterai que, avec les bobines du dernier type, j'ai pu faire descendre la résistance r au-dessous de 1 ohm. Il est certain que théoriquement, et par suite dans la pratique, le système ne réside pas essentiellement dans l'emploi de telle ou telle forme de bobine, ni dans l'adoption de telle ou telle valeur de résistance ou de self-induction ; mais il n'en était pas moins très utile de bien faire ressortir leur influence pour que, dans la pratique, on pût ensuite en faire son profit au lieu, de faire une application aveugle d'un principe non étudié ou même douteux.

Cette étude longue et difficile, quoique très intéressante, m'a été singulièrement facilitée par le concours actif d'abord de M. l'ingénieur de la Touanne, qui a présidé à mes premiers essais entre Paris et Marseille, qui a dirigé la construction des bobines que j'avais calculées et l'a rendue pratique ; puis de M. l'ingénieur Massin, qui a réussi à rendre pratiques elles-mêmes les mesures, jusque-là peu connues, des coefficients de self-induction, qui a fait sur mes bobines de nombreuses déterminations de ces coefficients et a pu me montrer ainsi, avec d'autres indications utiles, plusieurs corrections à faire dans ces constructions sortant de la pratique journalière. Et comme l'étude complète et raisonnée de ce système était le but principal que je m'étais assigné, je ne saurais méconnaître la part considérable de collaboration qui revient à ces deux ingénieurs.

M. Gailho.

1927 ON PEUT TÉLÉPHONER ET TÉLÉGRAPHIER SIMULTANÉMENT SUR UN MÊME CIRCUIT

Le problème de la transmission de la parole et des dépêches sur un même circuit est déjà vieux de plus de trente ans. Il fut résolu, imparfaitement, par **Van Rysselberghe, P. Picard, Cailho**.

Plus récemment, l'appropriation des circuits (circuits fantômes) avait abouti à une solution fort élégante, mais également insuffisante en raison de la grande difficulté que l'on éprouve à maintenir dans un état d'équilibre électrique parfait les deux circuits réels, qui permettent de constituer un circuit fantôme.

Cependant, toute solution qui permettrait à la télégraphie l'utilisation totale du réseau téléphonique serait fatalement adoptée par toutes les administrations, sans cesse préoccupées de l'entretien des réseaux et de la construction de nouvelles lignes. Il en résulterait, sinon une économie formidable, du moins un bien-être inconnu jusqu'ici, puisque la majorité des fils télégraphiques pourrait être rétrocedée au réseau téléphonique, le restant étant utilisé d'une manière beaucoup plus avantageuse qu'ils le sont actuellement.

Il appartenait à un télégraphiste français de résoudre le problème. **M. Berthois** vient, en effet, après dix ans d'efforts, de réaliser ce qui, jusqu'ici, n'était qu'un beau rêve : l'utilisation intégrale du réseau téléphonique par n'importe quel appareil télégraphique.

Nous pouvons dire, dès maintenant, que l'inventeur utilise, comme dans plusieurs systèmes de télégraphie multiple, des courants de fréquence élevée, d'au moins 80.000 périodes.

Il a réalisé cette performance sur un circuit approprié entre Lyon, Marseille, Cannes et Nice, c'est-à-dire que chacun de ces quatre postes était capable de recevoir ou de transmettre des télégrammes à l'un ou à l'autre des trois postes restants par un circuit téléphonique fantôme, sans que les conversations sur les circuits réels en fussent gênées.

Un poste émetteur de T. S. F. est associé à l'appareil Baudot

Le principe est très simple. Chaque poste Baudot est complété par un **poste émetteur de T. S. F., sans antenne**, bien entendu. Les courants continus, sortant des transmetteurs télégraphiques, sont transformés en courants à haute fréquence dans les appareils de T. S. F. et ils circulent sous cette forme dans les circuits. Ils sont reçus, à l'arrivée, dans les

appareils de T. S. F. correspondants et retransformés par eux en courants continus, lesquels, enfin, actionnent les appareils Baudot.

Comme le nombre des fréquences réalisables est illimité, on peut dire que, pratiquement, le nombre des postes télégraphiques susceptibles d'être desservis par un circuit téléphonique est également illimité.

Les conséquences d'une telle découverte sont immenses, car tous les circuits du réseau téléphonique peuvent, sans exception, être affectés à la transmission télégraphique. De plus, il a été démontré, au cours d'expériences, que la propagation sur les fils des courants à haute fréquence est beaucoup plus rapide que celle des courants continus. La télégraphie sur les très longues distances peut donc être réalisée directement, sans l'intermédiaire de relais retransmetteurs ou d'installations de retransmission.

Ainsi, sur le fil de Paris à Rome, les deux retransmissions jusqu'ici obligatoires de Lyon et de Milan, qui gênent fortement les échanges entre les deux centraux correspondants, seraient supprimées.

Aucune raison ne s'oppose également à ce que le réseau souterrain français actuellement inutilisé, soit mis au service de la télégraphie à haute fréquence, pas plus que les câbles sous-marins. Ceux-ci, fortement menacés par la T. S. F., seraient sauvés par la même T. S. F. qui lui prêterait ses organes les plus sensibles pour se défendre contre elle-même.

On le voit, la découverte est d'importance. Le moins qu'on puisse dire, c'est que, si les résultats obtenus jusqu'ici par M. Berthois sur un circuit, d'ailleurs de très mauvaise qualité, se confirment, la télégraphie avec fils va reprendre un essor que la T. S. F. paraissait vouloir entraver.

...