

Le problème du standard manuel

Est présenté dans cette page cinq études faites sur le fonctionnement et l'évolution du central manuel

I - Evolution des centraux à batterie centrale

II - 1905 Le Service des Téléphones SON PASSÉ — SON PRÉSENT — SON AVENIR

III - Un article de MILTON MUELLER en 1973

IV - Exemple d'évolutions des standards, le brevet Kellog

V - LE COMMUTATEUR TÉLÉPHONIQUE MULTIPLE W. OESTERREICH

I - Evolution des centraux à batterie locale vers la batterie centrale

Dans la rubrique "[Du central manuel à l'automatique](#)" nous avons vu comment les centraux manuels ont évolués pour répondre à la croissance, mais on n'a pas expliqué comment s'est concrètement déroulée la difficile conception des centres manuels allant du simple tableau de quelques abonnés aux grands centres **multiple** entre 1877 et 1897.

D'une manière pratique, les problèmes de transmission filaire et de commutation garantissaient que le « système » téléphonique restait fonctionnellement à peine plus qu'un groupe vague de centraux téléphoniques locaux. L'avancée la plus significative vers ce qui pourrait être considéré comme se rapprochant du « système d'intercommunication » décrit par Bell fut l'introduction de tableaux de distribution de batteries communs à la fin des années 1890.

Le concept du standard de batterie commune a été introduit en 1888 par **Hammond V. Hayes**, ingénieur en chef du département mécanique d'American Bell Telephone, lors de la quatrième réunion du comité du standard en 1892, où il a rencontré extrêmement peu d'enthousiasme et une certaine opposition. Il a fallu plus de cinq ans de persévérance à Hayes avant que les premiers essais de cartes de batterie communes ne soient lancés. Contrairement à l'arrangement antérieur dans lequel chaque instrument téléphonique était équipé de sa propre batterie et de son propre signal d'appel à magnéto, les tableaux de distribution à batterie courants utilisaient une source d'alimentation centrale située dans le central téléphonique pour fournir le courant électrique nécessaire au téléphone de l'abonné et pour faire fonctionner tous les appareils téléphoniques. et des signaux.

Mueller soutient que, plus que toute autre avancée technique, le standard à batterie commune « a intégré le réseau fragmenté de Bell en un système intégré, absorbant et résolvant simultanément les problèmes de signalisation, de transmission, de maintenance et de relation locale-interurbaine ».

Quelques années après, on remédie aux inconvénients des signaux à relèvement placés à la partie supérieure du meuble, en les remplaçant par les lampes minuscules associées aux jacks locaux. Ceci permit de réduire en un faible espace la surface occupée par ces jacks et ces lampes, à la partie inférieure du meuble, bien à portée de la main de l'opératrice. De ce fait, le service était très notablement amélioré et facilité, ce qui permettait à l'opératrice d'établir environ 150 commutations à l'heure.

— **Vers 1896**, apparurent les premiers **multiples à batterie centrale**.

J'insiste tout particulièrement sur l'immense progrès que représente l'application du système dit à batterie centrale, car, c'est grâce à lui que les autocommutateurs, déjà inventés depuis 1887, purent ensuite atteindre leur degré de développement et de perfection actuels. La batterie centrale concentre, en un point unique, la source d'énergie électrique destinée à remplacer la totalité des piles primaires qui jadis étaient éparpillées chez tous les abonnés du réseau. Ceci représente également une grande économie d'entretien, une plus grande sécurité de fonctionnement et une meilleure distribution de l'énergie électrique pour l'ensemble de tous les abonnés. Cela permet également de simplifier les installations des postes et des tableaux chez les abonnés, à cause de la suppression de toutes les piles microphoniques, de la suppression de toutes les magnétos d'appel et enfin de la réduction à deux fils de tous les circuits de connexion chez les abonnés. Il y a, en même temps, grâce à la batterie centrale, une simplification énorme dans les manœuvres imposées aux abonnés, car ceux-ci, pour appeler, n'auront plus qu'à décrocher leur récepteur et pour donner le signal de fin, n'auront plus qu'à le raccrocher.

En effet, la remise au crochet du récepteur donne automatiquement ce signal de fin au bureau central, grâce au fonctionnement du signal de supervision réservé à chacun des 2 deux abonnés. Vous savez, en effet, qu'au bureau central la communication est établie par une paire de cordons, or, chacun des abonnés est représenté dans le cordon qui lui correspond par une lampe de supervision qui ne s'éteint que lorsque l'abonné a son récepteur décroché, c'est-à-dire pendant toute la durée de la conversation. Donc, à la fin de la conversation, Lorsque l'abonné raccroche son récepteur, la lampe de supervision, qui le représente, s'allume. Lorsque les deux lampes de supervision sont simultanément allumées, il en résulte un signal de fin de communication tellement précis que la téléphoniste n'a nul besoin de rentrer sur la ligne pour s'assurer que les abonnés ont bien terminé leur conversation. Il en résulte, pour la téléphoniste, une très grande sécurité dans ses manœuvres et un gain de temps énorme, ce qui lui permet d'établir : environ 200 communications à l'heure. Au moyen du signal de supervision, un des deux abonnés peut appeler l'attention de la téléphoniste et lui donner l'ordre de rentrer en écoute sur la ligne, en faisant produire par cette lampe des éclats lumineux, éclats qui résultent du fait que l'abonné soulève et rabaisse, dans un mouvement lent, le crochet de son récepteur. L'ensemble des progrès réalisés par la batterie centrale permit d'améliorer considérablement le service téléphonique.

— Mais le progrès ne s'arrêta pas là, c'est à partir de ce moment que se fait sentir l'évolution vers l'automatisme, et quoique la batterie centrale fût déjà très automatique en certaines de ses opérations, elle se transforma néanmoins en un commutateur perfectionné, par l'adoption des relais dont le fonctionnement permet de supprimer les clés d'appel et les clés d'écoute. Ceci réduit les manœuvres de l'opératrice au simple geste de l'enfoncement de la fiche de réponse dans le jack local associé à la lampe d'appel et d'introduire ensuite la fiche d'appel dans le jack général de l'abonné demandé. Lorsque les deux lampes de supervision s'allument, l'opératrice retire les deux fiches, ce qui remet aussitôt tous les organes au repos, prêts à être réutilisés pour une nouvelle communication.

Le premier système de batterie commune (BC) pour central téléphonique a été installé en décembre 1893 à Lexington, dans le Massachusetts. En Europe, le système de batterie commune a été introduit en 1900 dans les centraux de Bristol, en Angleterre, et d'Adlershof, près de Berlin, en Allemagne. Les premiers systèmes BC souffraient de diaphonie, un problème résolu grâce au système d'impédance pontée introduit par Western Electric. Par la suite, les systèmes BC ont connu un grand succès. En 1901, 14 centraux téléphoniques aux États-Unis fonctionnaient selon ce principe. Les années suivantes, des systèmes CB furent installés à La Haye (Pays-Bas) en 1903, au central de Kyoto (Japon) la même année, et à Moscou (1910), desservant 60 000 abonnés. En 1905, le premier central automatique fonctionnant entièrement sur un système de batteries communes fut inauguré à South Bend (Illinois)

En France en 1938, 55 % des lignes principales sont encore desservies par des centraux manuels.



Photos souvenir du personnel de la Brigade B du nouveau centre de Gutenberg dans les années 1930

Cliquez sur les images pour les agrandir





- Quand les deux abonnés relèvent du même bureau central, et qu'il est équipé en tableaux « multiples », une opératrice suffit à établir la communication .

- Pour un abonné raccordé sur un Central Manuel, lorsque l'**abonné demandé** est **raccordé** sur un autre abonné manuel, la procédure demeure inchangée : l'Opératrice de Départ (Opératrice A) du Central Manuel prend l'appel, note le numéro demandé et procède à l'acheminement via le processus manuel traditionnel, en appelant en utilisant un Cordon-Dicorde une Opératrice d'arrivée (Opératrice B) du Central Manuel d'Arrivée demandé, puis, enfin, il revient à l'Opératrice d'Arrivée (Opératrice B) du Centre Manuel demandé d'établir la communication entre le demandeur et le demandé à l'aide de ses Cordons-Dicordes. Il faut donc dans ce cas mobiliser 2 opératrices pour établir une communication entrante dans le sens Manuel vers Manuel, de manière conforme à la procédure en Manuel.

II - 1905 Le Service des Téléphones SON PASSÉ — SON PRÉSENT — SON AVENIR

Nous sommes en 1905 et nous allons essayer de décrire en un langage familier les traits généraux du système téléphonique d'une ville moderne, Texte issu du bulletin de l'[Association Des Abonnés Au Téléphone](#)"

L'éveil d'un art nouveau,

Il existe aujourd'hui dans nos villes des systèmes téléphoniques desservant depuis quelques milliers jusqu'à 200.000 téléphones, N'importe quel appareil de ces systèmes peut être mis en communication quelques secondes après que la demande en a été faite, Aujourd'hui, tout le monde se sert du téléphone, et il nous semble tout simple de causer familièrement à des distances de plus de 600 lieues, L'invention du téléphone a rendu possible ce qui, auparavant, était impossible, c'est à dire l'échange de conversation à distance, et une nouvelle industrie fut ainsi fondée, Dès l'instant où le téléphone fut inventé et devint un appareil dont on pouvait se servir, il fut possible à deux personnes de communiquer entre elles des deux côtés opposés d'une ville, ou même des deux côtés opposés d'un pays, Mais de ce fait prodigieux à l'établissement d'appareils capables de permettre à n'importe quels postes téléphoniques pris parmi des centaines de mille autres, répandus sur une superficie de milliers de kilomètres carrés, de correspondre et à toute heure du jour et de la nuit, il y avait loin, En réalisant ce progrès, ou plutôt cette série de progrès, car bien que la téléphonie ait avancé à pas de géants, elle a eu à subir beaucoup d'épreuves et d'insuccès, il y avait là l'évolution d'un art industriel nouveau; la création d'une nouvelle industrie qui promettait d'atteindre de plus vastes proportions que n'importe quelle autre branche de l'électricité pratique, excepté peut-être celle des tractions électriques, Le Téléphone Bell, l'appareil que nous désignons actuellement sous le nom de « récepteur », est le plus sensible des instruments électriques que connaisse la science, Il répond au moindre des courants électriques, La force du courant passant à travers une lampe incandescente ordinaire, donnerait, si elle était subdivisée, un son que l'on pourrait parfaitement entendre dans tous les téléphones du monde entier, Cette extrême sensibilité du téléphone est à la fois un avantage et un désavantage, Un avantage, parce que le téléphone transmet fidèlement les très faibles courants établis par les vibrations, des voix et un désavantage, parce qu'il transmet également les courants étrangers qui peuvent influencer les lignes téléphoniques « par induction ou par infiltration », Comme transmetteur, le téléphone Bell n'a qu'une étendue très limitée, étant seulement sensible à la voix humaine, Ceci fut cause, lors de la première apparition du téléphone, que beaucoup de personnes prophétisèrent que cet appareil ne pourrait jamais avoir une sérieuse application commerciale comme on ne pouvait s'en servir qu'à de petites distances, Les inventeurs virent tout de suite que pour étendre les limites du téléphone, il fallait trouver un transmetteur qui utiliserait une source d'énergie extérieure, et Edison inventa le système à pile électrique, Ceci permit la conversation par téléphone sur n'importe quelle distance, et, de ce fait, porta les limites de la téléphonie de quelques kilomètres à des centaines de kilomètres, Sans entrer dans des détails techniques, il peut-être dit, que dans le téléphone, le courant transmetteur est fourni par une batterie électrique et que les vibrations de la voix exercent sur ce courant une action qui fait que dès qu'une personne parle dans le transmetteur le courant qui entre dans le fil se transforme en une série d'ondes électriques qui reproduisent fidèlement les vibrations de la voix, Le Rev. M. Hunning un clergyman anglais, amena au plus haut point l'amélioration du système par sa découverte que du graphite granulé rendait la transmission beaucoup plus sensible que les charbons précédemment employés, Cette découverte, la seule amélioration radicale que l'ingéniosité anglaise ait ajoutée à la téléphonie (à moins de classer le professeur, Bell lui-même comme de nationalité, anglaise), est pour ainsi dire la base actuelle de tous les transmetteurs téléphoniques servant universellement aujourd'hui, La petite embouchure circulaire en aluminium dans laquelle cause l'abonné téléphonique anglais, contient le graphite granulé inventé par M. Hunning, Dès qu'il fut prouvé que le téléphone transmettait la parole, l'idée de « centres d'échange » se présenta, Il existait déjà des établissements où se centralisaient un nombre quelconque de fils, servant à assurer la rapidité des messages et, a, donner l'alarme en cas de vol; il existait même un centre télégraphique à Newcasile, où les fils des abonnés pouvaient, sur leur demande, être mis directement en communication entre eux, Par conséquent, les centres ou postes téléphoniques existaient à l'état d'embryon, même avant l'invention des téléphones, Le premier réseau téléphonique sérieux fut créé à Boston en mai 1877, il y a exactement vingt sept ans. Les fils d'un système d'alarme contre le vol servirent, et comme le commutateur téléphonique n'était pas encore inventé, ce fut l'opérateur lui-même qui fit l'office de récepteur— qui devint, pour ainsi dire, une machine vivante à répéter — la communication était faite à l'opérateur et répétée par lui (car la demoiselle du téléphone n'avait pas encore paru sur la scène) à l'abonné à qui elle était adressée, L'idée des réseaux téléphoniques se propagea rapidement, et des réseaux s'établirent promptement dans le monde entier, Les demandes pour l'établissement du nouveau service affluèrent et excédèrent si promptement, vu le peu de facilités dont on disposait pour l'établir, les offres qui avaient été faites, qu'une foule d'esprits entreprenants inventèrent immédiatement des méthodes et des appareils pour activer le rétablissement du nouveau système, Ces méthodes et ces appareils furent, à l'origine, très primitifs, comme non seulement les problèmes à résoudre étaient entièrement nouveaux, mais aussi que les hommes qui prenaient à tâche de les résoudre étaient forcés de faire un long apprentissage partant tout à fait du commencement, aucune expérience antérieure ne pouvant leur servir de guide, Aucun des appareils dont se servait la télégraphie (qui était alors la seule industrie électrique bien établie), ne pouvait servir à la téléphonie, car les résultats qu'on, attendait du téléphone différaient essentiellement de ceux que donnait le télégraphe, Tous les appareils pour le service téléphonique durent être créés, Les fils télégraphiques, eux-mêmes, furent bientôt reconnus impropres au service des téléphones, En télégraphie, on ne se sert que d'un fil, le circuit étant établi par la terre, En téléphonie, un fil unique relié à la terre provoque des courants étrangers, ce qui cause de tels bruits dans les appareils que, fréquemment, toute conversation devient impossible, Le seul moyen d'obtenir ce qu'un téléphoniste appelle « un fil silencieux » est d'éviter tout rapprochement avec la terre, en se servant de deux fils; cet avantage est connu sous le nom de « circuit métallique », Le téléphone est si sensible, que l'usage même de deux fils par ligne n'est pas toujours suffisant pour empêcher toute confusion, Sur de longues lignes, les deux fils doivent être mis en relation d'une façon toute spéciale, de manière à neutraliser les effets d'induction qui se produisent, d'un circuit à un autre, Dans les câbles téléphoniques, où chaque fil est séparément isolé dans une enveloppe de papier, les deux fils conducteurs de la même paire sont tordus ensemble, Dans les lignes aériennes, les deux fils d'un circuit sont tressés sur eux-mêmes, chaque fil étant conduit à un isolateur différent à chaque pôle successif, ou encore, ces fils sont branchés à des intervalles définis, Dans la construction des réseaux téléphoniques, le problème difficile que les pionniers durent résoudre fut celui-ci : Concentrer sur un point des centaines (qui devaient bientôt devenir des milliers) de fils partant tous d'un téléphone quelconque; donner à chacun de ces téléphones les moyens d'appeler l'attention du réseau central; donner à ce réseau central la possibilité de percevoir les signaux téléphoniques; faire communiquer sur demande deux de ces appareils entre eux; et, enfin, de pouvoir appeler les abonnés au téléphone, Bien des méthodes différentes furent proposées pour mener à bien ces diverses opérations, quelques-unes étaient pratiques, d'autres ne l'étaient relativement pas, Il fallut une vingtaine d'années d'inventions et d'expériences continuelles pour arriver à un système émissant, d'une manière simple et rapide, toutes les conditions voulues et sur lequel on puisse compter pour pouvoir satisfaire le nombre énorme d'abonnés groupés actuellement dans les grands réseaux téléphoniques de nos villes, Il y a, en Angleterre, une phrase d'argot bien expressive et qui peut s'appliquer aux tant nombreuses expériences par lesquelles on a été obligé de passer, c'est « faire des essais sur le chien », Dans les premiers jours de l'existence des réseaux téléphoniques, toutes les nouvelles méthodes furent forcément « essayées sur le chien », Dans ce cas, « le chien » était le public se servant du téléphone, et ennuyé par les défauts et l'insuffisance des appareils téléphoniques, « le chien » était fréquemment de mauvaise humeur, Il faut avouer que cette mauvaise humeur était amplement, justifiée, car, comme dans le nouveau système on était obligé de procéder par déduction, les mauvais résultats étaient presque aussi fréquents que les bons, La récapitulation de la courte histoire du téléphone prouve que, lors de ses débuts, le public fut vraiment trop exigeant, et voulut imposer l'obligation d'un service perfectionné à une industrie qui avait encore tous ses problèmes à résoudre,

Il est possible que cela peut paraître un peu excessif, mais la cause réelle de l'impatience que le public manifeste souvent, même encore actuellement, dans ses rapports avec le service téléphonique, est celle que nous avons déjà eu l'occasion de signaler, à savoir : que le public se servant lui-même directement de l'appareil, en ressent toutes les déficiences, même les plus insignifiantes, d'une façon forcée,

Le résultat de vingt cinq ans de recherches patientes et de brillantes inventions est que : actuellement, le service téléphonique a atteint un degré de perfection pratique permettant de desservir dans la même ville plusieurs centaines de milliers de téléphones et de faire communiquer, sur demande, deux de ces téléphones, dans l'espace c 25 secondes, (Malheureusement, pas en France!)

Le service se fait presque automatiquement, laissant ainsi un minimum d'action à la personne se servant de l'appareil : enlever le récepteur du crochet provoque automatiquement un appel au réseau central, et remettre le récepteur donne le signal de la fin de la conversation C'est ce qu'on a appelé le système téléphonique à batterie centrale. Dans les centres des réseaux téléphoniques, on trouve à chaque pas des inventions automatiques qui simplifient le travail de l'opérateur, donnant une célérité extrême aux communications, tout en leur assurant une exactitude beaucoup plus grande qu'auparavant, On place maintenant les lignes des abonnés des grandes villes presque entièrement sous terre ou dans des câbles protégés,

Cette disposition des fils et les grandes améliorations qui ont été faites dans les instruments et les appareils des réseaux téléphoniques assurent normalement le service contre toute interruption, à moins d'événements tout à fait extraordinaires,

En conséquence, le téléphone est, devenu aujourd'hui un service remplissant, tous les desiderata du public, permanent, rapide, exact, digne enfin d'inspirer confiance (toujours, malheureusement, pas en France), Enfin, l'étendue des lignes téléphoniques va toujours en s'augmentant, Il y a quinze ans, des lignes téléphoniques de plus de 200 à 300 milles étaient rares (320 à 480 kilomètres), En 1892, la ligne entre NewYork et Chicago, longue de près de 1,000 milles (1,600 kilomètres) fut inaugurée, Aujourd'hui, la limite actuelle des communications téléphoniques est d'environ 2.000 milles (3,200 kilomètres), L'année prochaine, elle sera probablement de 3,000 milles (4,800 kilomètres), Actuellement, le nombre total des téléphones servant dans le monde entier est de plus de 3,000,000,

Le total des capitaux placés dans les systèmes téléphoniques est de plus de cent millions de livressterling (2,500,000,000 francs),

Quant au total des appels téléphoniques faits journellement, il atteint des chiffres fantastiques,

Tels sont les résultats de vingt cinq ans d'une nouvelle industrie !

Efficacité et Développement

La valeur du service téléphonique se trouve dans les facilités uniques qu'il réalise, En fait de moyens de communications, le téléphone prime tous les autres systèmes, Dans les plus grands réseaux téléphoniques de nos villes, il ne faut que quelques secondes pour relier n'importe quelles deux lignes et, les deux correspondants peuvent instantanément communiquer ensemble de façon directe et personnelle, L'opération entière ne prend que deux ou trois minutes, mais ce laps de temps suffit à la transaction d'affaires qui nécessiteraient plusieurs heures par télégraphe ou messenger et une journée par lettre,

Le fait essentiel qui caractérise les opérations téléphoniques, est la vitesse pour ainsi dire instantanée des communications et le caractère complet qu'elles revêtent, questions et réponses se suivant directement durant la, même opération, Le service téléphonique abrège le temps et la distance et rend ainsi possibles bien des choses qui étaient impossibles avant son établissement, Grâce au téléphone, les affaires se font plus rapidement et avec des méthodes nouvelles, donnant énormément d'essor et d'efficacité à toutes les organisations commerciales; il a aussi rendu possibles bien des entreprises industrielles et commerciales qui ne pouvaient pas exister sans le téléphone, qui ne permet pas de temps perdu, Pour toutes affaires sociales et domestiques, le téléphone est, aussi indispensable qu'en affaires commerciales et pour les mêmes raisons, la rapidité qu'assure la communication téléphonique et son caractère personnel,

Pour qu'une communauté réalise toute la valeur d'un service téléphonique, il faut que celui ci remplisse deux conditions d'importance capitale : un grand développement et une réelle efficacité, Pour que tous nous nous servions du téléphone comme d'une chose ordinaire, il faut que son service soit absolument sûr et efficace, Il faut que l'abonné qui s'approche de son appareil soit assuré d'une prompt réponse à son appel et d'une communication pour ainsi dire instantanée avec le numéro téléphonique qu'il demande,

Le service doit être ininterrompu, dans ce sens que foule interruption provenant de déficiences électriques ou mécaniques doit devenir extrêmement rare; car c'est un ennui véritable pour tout abonné pouvant avoir besoin de son appareil à n'importe quelle heure du jour ou de la nuit, de constater que pour une cause quelconque à lui inconnue, sa communication est interrompue,

Actuellement, dans les plus grandes villes, les progrès et les améliorations des méthodes de construction et des appareils téléphoniques permettent d'assurer aux abonnés un service téléphonique remplissant toutes les conditions que nous venons d'énumérer, c'est à dire un service rapide, exact, sur lequel on peut compter et d'un caractère si stable que la ligne de n'importe quel abonné n'est guère interrompue, même une fois, dans le laps de temps représentant la durée ordinaire d'une vie humaine (L'auteur parlant, bien entendu, des grandes villes d'Angleterre et d'Amérique, quant à la France, dans l'état actuel de son système il ne peut en être question.), C'est un service comme celui ci que le public de toutes les grandes villes exige et, ce ne sera que quand ce service sera assuré à toutes les villes d'Europe que le grand public reconnaîtra le service téléphonique comme faisant partie intégrale et indispensable de tous les établissements commerciaux et industriels aussi bien que de tout foyer domestique,

Aux EtatsUnis, le service téléphonique est considéré comme absolument, indispensable et son développement dans toutes les cités américaines prend de jour en jour une extension prodigieuse,

Le développement considérable du service téléphonique étant la conséquence des perfectionnements apportés, en tant que rapidité et exactitude, aux appareils, il y a donc beaucoup de probabilités pour que tout le monde, à un moment donné, se serve du téléphone, Etant donné le plus grand nombre possible d'abonnés au service téléphonique, la chance que justement la personne avec laquelle on désire s'entretenir soit de ces abonnés devient naturellement plus grande aussi, Un de mes amis soutient quelquefois qu'un développement considérable du service téléphonique, n'est, d'aucune utilité, un homme, en moyenne, n'ayant des relations sociales ou d'affaires qu'avec environ cinquante personnes et, qu'un, réseau téléphonique comptant seulement cinquante abonnés (pourvu que ce soient les cinquante avec lesquelles il est en relations) serait tout à fait suffisant, Ce paradoxal argument négligeant deux points très importants : 1° Que plus le réseau téléphonique a, d'étendue, plus il est probable que les cinquante connaissances de mon ami y seront abonnées; 2° Qu'il est, peu probable que chacune de ces cinquante connaissances ne désire communiquer uniquement qu'avec les membres constituant ce groupe de cinquante, Il est presque certain que c'est le contraire qui se produira : chacune des cinquante connaissances ayant probablement, cinquante autres connaissances qui, elles aussi, possèdent chacune à leur tour un cercle de connaissances et que chaque membre de ces groupes a son cercle personnel et ainsi de suite, adinfinilum,

La plus légère attention montre combien l'argument du groupe de cinquante est illusoire et démontre que plus le cercle d'abonnés sera étendu, plus il donnera au service téléphonique son plus grand caractère d'utilité, Ce dont on a réellement besoin c'est de pouvoir, de chez soi ou de son bureau, communiquer instantanément avec n'importe quelle personne dès que la nécessité s'en fait sentir,

Dans une ville où le réseau téléphonique est très développé, c'est à l'appareil téléphonique qu'on a recours instinctivement quand une circonstance imprévue se présente : que ce soit pour discuter une affaire importante, pour commander une nécessité quelconque, ou pour traiter une question sociale ou familiale avec un parent ou un ami, la somme totale de temps gagné, de voyages devenus inutiles, de méprises et de déceptions qu'on a ainsi évitées, est énorme, Mais, pour profiter de ces avantages et de bien d'autres encore, également importants, mais trop longs à énumérer, il est nécessaire que toutes les personnes avec lesquelles on se trouve en relations sociales ou d'affaires soient des abonnés au téléphone,

Ceci s'applique non seulement aux relations d'affaires immédiates ou aux, amis intimes, mais à l'agglomération entière de parents, connaissances et fournisseurs; car, le point essentiel est que le service téléphonique fait communiquer, non seulement ceux qui ont d'habituels rapports ensemble, mais aussi n'importe quel membre de la communauté avec qui et à n'importe quelle minute on désire avoir une communication, De là l'importance d'un développement considérable du service, Je pressens, avec confiance, le jour où l'appareil téléphonique fera partie de l'aménagement de tout bureau ou magasin et même de toute maison ayant les plus modestes prétentions aux commodités et au confort modernes, au même titre que les dispositions nécessaires pour avoir l'air, la chaleur et l'eau, Dans certaines cités, le service téléphonique atteint presque ce summum de popularité et devient une nécessité reconnue générale, En Angleterre, il est encore loin d'avoir réalisé ce degré de popularité,

Actuellement, nous nous en tiendrons aux arguments qui préconisent le grand développement du service téléphonique, de façon à prouver que c'est ce développement même du service qui rendra d'immenses services à la, communauté en général et à chaque individu en particulier, et nous passerons en revue les moyens nécessaires à la réalisation de ce développement,

L'idée populaire est que la question téléphonique n'est qu'une question de prix; que si le tarif de l'abonnement est assez abordable, tout le monde sera abonné, étant, donné que l'utilité du téléphone est généralement admise, Cette question étant assez compliquée, c'est vraiment l'envisager de façon trop restreinte, à moins de plaider que le service téléphonique étant de nécessité universelle, doit être fourni à tous et à chacun à un prix purement nominal et sans avoir égard au prix de production,

Mais la question du prix de l'abonnement ne peut être séparée de celle du prix de revient, qui varie, non seulement dans différents pays, mais dans différents endroits du même pays; il varie suivant la qualité du service, et conformément aux demandes individuelles de chaque abonné,

Nous nous occuperons des tarifs téléphoniques et des considérations qui les régissent dans un chapitre suivant,

Mais nous pouvons dire ici que la, question de l'excellence du service est bien plus importante que la question du prix de ce même service,

Un service téléphonique vraiment excellent, rapide, exact, efficace, sur lequel on peut compter, deviendra, de nécessité, plus populaire, même avec un tarif relativement élevé, qu'un service mal fait et ennuyeux à un prix beaucoup moindre,

Le public demande des résultats et, en général, ne fait aucune difficulté pour payer un bon article un bon prix, mais il refusera promptement un mauvais article, même à bon marché, La première des conditions nécessaires à un grand développement des réseaux est l'excellence du service assurant au public des communications rapides et satisfaisantes,

Pour qu'un tel service soit possible, il faut que les systèmes téléphoniques soient construits sur une vaste échelle, que les fils soient autant que possible mis sous terre, — l'ère

des fils aériens, sujets à toutes sortes de risques, étant passée, — et que les réseaux centraux et les appareils des abonnés soient établis sur les modèles les plus perfectionnés, Il est aussi nécessaire que le personnel soit très soigneusement formé et qu'un plan bien conçu d'organisation et de discipline systématiques, soit observé de façon à ce que toutes les branches du service se maintiennent au plus haut degré possible, Ces traits caractéristiques, si faciles à décrire en quelques mots, ne sont pas si faciles à mettre à exécution, néanmoins il sera très possible de les obtenir, dès que ces diverses nécessités seront clairement et continuellement mises en pratique, La différence qui en résulte pour le public est que dans le système où une intelligente direction est l'idée primordiale, l'usage du téléphone devient un plaisir, et que dans le second cas où l'excellent service n'est qu'une question secondaire, téléphoner est un ennui auquel on ne se soumet que par cruelle nécessité, Dans le premier cas, une communication est l'affaire quelques secondes, et dans le second cas, c'est fréquemment une question de plusieurs minutes, et même très souvent aucun résultat satisfaisant n'est obtenu, Ces deux genres de service sont aussi éloignés l'un de l'autre que les deux pôles, Dans bien des cas, comme nous le prouverons plus loin, ce n'est pas le personnel chargé du service qui est blâmable de son insuffisance, mais bien les autorités supérieures qui ont imposé des conditions absolument incompatibles avec les méthodes modernes, Les divers réseaux téléphoniques gouvernementaux et les réseaux soumis au contrôle du Gouvernement le prouvent abondamment, Un service efficace étant établi, la seconde question est d'obtenir son développement, afin de mettre le service téléphonique à la portée de tous, Ceci est une question en partie double : 1° De prix; 2° D'éducation permettant au public d'apprécier, à sa juste valeur, l'utilité du service téléphonique, Il y a bien des personnes encore qui, malgré les grands progrès des méthodes scientifiques, sont d'esprit si conservateur qu'il faut un patient et long enseignement pour les amener à apprécier la valeur d'un progrès, aussi essentiellement, moderne, que le service téléphonique, Peu de personnes se refuseront à reconnaître l'énorme extension prise durant, les cinquante dernières années par tous les nouveaux moyens de communication — rues, chemins de fer, postes et télégraphes — et l'utilité individuelle que chacun en retire, Eh bien ! le téléphone devance d'un bond magique tous les autres moyens de communication, en supprimant les préliminaires et en établissant une communication directe et instantanée, Le télégramme, à 10 centimes le mot fait son parcours aller et retour en une heure ou deux, Le téléphone fait plus effectivement la même communication en trois minutes, Les rues bien pavées et bien éclairées permettent d'envoyer un rapide message au docteur en dix ou quinze minutes; le téléphone l'avertit en vingt secondes, Le téléphone est non seulement nécessaire à toute bonne direction intérieure, un chaînon dans les relations d'amis à amis, une voie nouvelle par laquelle, les affaires affluent chez le commerçant, mais dans toute circonstance imprévue il est d'une valeur inappréciable, incalculable, Bien des personnes n'apprécient pas tous ces avantages, il faut les leur enseigner, Instruire ses futurs abonnés et leur faire comprendre tous les avantages du service téléphonique dans n'importe quelle situation, fait partie du programme de toutes les administrations téléphoniques, et ce n'est que par de telles campagnes systématiques d'éducation, qu'on obtiendra un complet développement, l'esprit conservateur étant si fortement ancré clans une partie notable de toute communauté, C'est ici qu'intervient la question des prix, Vous pouvez offrir à l'acheteur l'objet le plus vendable en faisant ressortir par des arguments convaincants ses nombreux avantages et qualités, mais (à moins que ce ne soit un objet de luxe ou de facilité personnelle), il faut que le client futur estime que le prix demandé équivaut à la valeur de l'objet, ou il n'y aura rien à faire, Les tarifs téléphoniques sont considérés universellement, comme étant injustes, parce que le principe sur lequel ils sont basés est essentiellement faux, Les règlements obligent tous les abonnés à payer le même abonnement, quelle que soit l'étendue personnelle de leur service, L'appareil téléphonique est l'unité de dépense, et ce principe est essentiellement injuste, l'appareil n'étant que l'objet permettant à l'abonné de se servir du service, et une partie insignifiante du total mécanique formant le système téléphonique, La vraie unité de dépense réside dans chaque communication ou message téléphonique, Si l'on prend le message pour base des calculs du tarif, chaque abonné ne paiera plus que la somme représentant un usage personnel du service, ce qui n'est que justice, Un tarif élastique pouvant alors être établi, fixant des prix modérés pour ceux qui ne se servent que modérément du téléphone, mettant fin à cette injustice qui fait que tous paient le même abonnement à un service dont individuellement chacun se sert dans des proportions très inégales, L'équité et la nature pratique du » taux par message » comme base du tarif du service téléphonique, sont actuellement reconnues d'une façon générale, Avec un tel tarif, un service vraiment efficace et une campagne systématique d'éducation publique, le service téléphonique deviendra d'un usage presque universel, Sans ces mesures, le grand développement nécessaire, pour que la communauté ressente puissamment la valeur du téléphone ne sera point obtenu,

1905 Le Réseau Téléphonique moderne

Une conception exacte des résultats exigés du service téléphonique permet de suivre plus facilement la manière dont est conduit le travail de ce réseau téléphonique, Nous prendrons pour acquis que le réseau fait partie d'un système dont les lignes et les appareils sont d'un modèle assurant une bonne transmission de la voix, Dans les premiers temps, les appareils et les lignes étant défectueux empêchaient fréquemment de bien entendre, Mais, actuellement, comme il est possible d'obtenir des appareils de qualité parfaite et d'établir des câbles et des fils d'une solidité à toute épreuve, les difficultés à cet égard n'existent plus; ce qui fait que de mauvaises auditions ne sont plus qu'une cause très isolée de plaintes contre le service téléphonique, Il n'en est malheureusement, pas de même quant à la rapidité et à l'exactitude des demandés et dès fins de communication, Il est évident que sous ce rapport, il y a place pour de sérieuses améliorations dans bien des grands réseaux téléphoniques d'aujourd'hui, Les fonctions d'un réseau téléphonique sont : 1° De recevoir les appels des abonnés; 2° De répondre aux appels et prendre les numéros des lignes demandées; 3° De déterminer quelle est la ligne demandée et a) s'assurer si elle est libre ou non; et si non, b) en informer l'abonné qui appelle ou, si elle est libre, c) la relier à la ligne de l'abonné appelant; 4° D'appeler l'attention du second abonné; 5° De faire cesser immédiatement la communication établie entre les deux lignes, aussitôt la conversation terminée, Il est évident que pour remplir ces fonctions, il faut que l'appareil de l'abonné soit en mesure de faire un appel au réseau central pour demander un numéro, de notifier la fin d'une communication, autant que d'être capable de recevoir les appels du réseau central, Au réseau central, il faut des moyens indiquant aussi clairement que possible l'appel de l'abonné, ainsi que le signal d'interrompre la communication, Comme l'effort des esprits inventifs s'adonnant au perfectionnement du téléphones est particulièrement porté sur les moyens nécessaires pour assurer l'exactitude et la clarté de ces opérations diverses, avant de donner la description des moyens par lesquels le téléphoniste distingue entre plusieurs milliers de lignes celle que demande l'abonné, nous parlerons succinctement, de l'évolution du système moderne des signaux téléphoniques, Les premiers signaux se firent au moyen d'un indicateur magnétique du même modèle que ceux servant aux annonceurs des sonnettes électriques, Le passage d'un courant à travers la magnéto soulevait le crochet qui retenait un volet(C'est encore actuellement le système employé dans la majorité des commutateurs en France.). En tombant, le volet découvrait un numéro et l'opératrice mettait son poste en communication avec le commutateur portant le numéro correspondant, Pour actionner le signal, l'appareil de l'abonné était dans la nécessité d'avoir une source de courant que ledit abonné pouvait à volonté relier à la ligne téléphonique, On se servit, d'abord de batteries voltaïques et le rôle de l'abonné se bornait simplement à presser un bouton pour signaler l'appel au réseau central, Plus tard, ces batteries, d'entretien difficile et coûteux, furent remplacées par une petite dynamo (générateur magnétique) que l'abonné actionnait en tournant une manivelle, Cette petite machine est génératrice d'un courant alternatif et actionne en même temps "l'indicateur" du réseau central et la sonnerie généralement adaptée aux systèmes téléphoniques, Certains systèmes en profitaient pour laisser aux abonnés le soin de s'appeler mutuellement, le réseau se bornant simplement à établir entre les lignes la communication, demandée, Pour les signaux d'appel l'amélioration principale date d'environ dix ans et se résume en ceci : quand pour répondre à l'appel d'un abonné, l'opératrice insère la fiche dans la ligne, le volet indicateur se remet automatiquement dans sa position normale évitant ainsi à l'opératrice qui était auparavant obligée de le remettre en place avec la main, une perte de temps et d'effort, (Inutile de dire que, dans notre système téléphonique, cette amélioration apportée partout il y a plus de dix ans, n'existe encore que dans les rares «commutateurs multiples», récemment construits) Nous arrivons maintenant aux signaux de « fin de communication » et ceci est un point très important, Il est essentiel que le réseau central reçoive un signal distinct, indiquant que la conversation est terminée, Il est aussi essentiel, pour éviter toute interruption en attirant l'attention de l'opératrice, de ne donner le signal de fin de communication que quand la conversation est bien réellement terminée, Une conversation interrompue avant sa fin est une expérience très désagréable du téléphone, mais qui se reproduira forcément tant que les signaux de fin de communication permettant de telles méprises seront en usage, Jusqu'à ces dernières années, le modèle de signal de fin de conversation servant généralement était un indicateur magnétique de couleur spéciale et occupant une position particulière sur le commutateur, de façon à le distinguer des signaux d'appel; Le signal de fin de communication est celui, que les cordons flexibles, nécessaires à établir une communication complète entre deux lignes au réseau central, faisaient entrer dans le circuit, L'abonné actionné ce signal en donnant un tour à la manivelle de son appareil à la fin de la conversation ((Ce système est toujours en usage en France), Dans les systèmes où les abonnés s'appellent mutuellement à l'appareil, on est forcé de se servir d'un indicateur sur lequel n'opère pas le courant générateur, de façon à éviter les faux signaux; on ajoute donc aux appareils faisant partie de ces systèmes, un bouton rouge que l'abonné n'a qu'à presser pour donner le signal de fin de communication, Le côté défectueux de ces systèmes est qu'ils mettent l'abonné dans l'obligation d'exécuter une action définie à la fin de toute conversation et que bien des abonnés négligent de le faire, En fait, beaucoup d'abonnés téléphoniques avouent franchement qu'ils ne cherchent même pas à se rappeler de donner le signal « fin de communication » en tournant une

manivelle ou en pressant un bouton conséquemment, la majorité des abonnés ne donnant pas le signal de « fin de communication », l'opératrice est obligée de chercher à savoir, au mieux de ses moyens, quand la communication est vraiment terminée. Ceci impose un travail supplémentaire aux opératrices, occasionne des interruptions de conversation se prolongeant et une perte de temps au service général; car, deux lignes étant souvent maintenues en communication bien plus longtemps qu'il ne serait nécessaire, les appels qui peuvent survenir pour ces lignes pendant qu'elles : sont ainsi inutilement occupées sont forcément bloqués, Dans le système téléphonique moderne, les indicateurs sont supprimés et manivelles et boutons n'apparaissent plus sur les appareils des abonnés, Rien n'est imposé à la mémoire de l'abonné, et il n'a qu'un très petit travail pour appeler le réseau: En soulevant simplement le récepteur téléphonique du crochet on produit un appel au réseau et en le replaçant sur le crochet le signal « fin de communication » est transmis au réseau central. La tâche de l'abonné est ainsi réduite à sa plus simple expression, prendre le récepteur du téléphone pour en faire usage et le replacer après s'en être servi, Le mouvement d'appel et la pile sont supprimés et l'appareil est ainsi réduit au transmetteur et au récepteur par lequel il parle et écoute, et à la sonnerie qui est le moyen d'appel du réseau central, Dans les conditions normales (ordinaires ou de repos d'un poste téléphonique au poste d'abonné), la ligne est reliée à la sonnerie, mais le support ou crochet auquel est suspendu le récepteur est un commutateur automatique qui sert à mettre cette sonnerie hors circuit et en même temps met le récepteur en contact avec la ligne lorsque le crochet, commutateur est allégé du poids du récepteur, Les mouvements de montée et de descente de ce crochet commutateur sont actuellement utilisés pour accomplir une double fonction,

1° Couper ou relier alternativement la ligne par rapport à la sonnerie et au récepteur (au poste de l'abonné);

2° Produire simultanément la mise en action des signaux d'appel et de fin au bureau central,

Les signaux dont on se sert maintenant sont de minuscules lampes incandescentes qui s'allument pour un appel et s'éteignent automatiquement quand l'opératrice a répondu à cet appel, Les lampes comme signaux ont plusieurs avantages sur les indicateurs qu'elles remplacent, L'œil étant naturellement plus sensible à la lumière qu'à des changements de forme ou de couleur, elles attirent l'attention bien plus sûrement que le petit volet qui tombe, L'opératrice constate qu'une lampe signal s'allume, même si elle n'est pas directement dans son rayon visuel, et ce signal ne peut pas passer inaperçu; le déplacement d'un petit volet n'est pas aussi sûrement remarqué, Les lampes étant beaucoup plus petites que les indicateurs, permettent d'assembler de façon plus compacte les commutateurs téléphoniques et de placer les signaux immédiatement adjacents aux commutateurs et aux cordons dont ils dépendent,

On plaçait autrefois tous les indicateurs d'un côté de la table du commutateur, et tous les commutateurs et cordons d'un autre, l'espace nécessaire aux indicateurs ne permettant pas de placer chaque indicateur à côté du commutateur correspondant, Ceci impliquait pour l'opératrice un effort mental, car elle était obligée de chercher le commutateur ou cordon correspondant à un indicateur s'en trouvant souvent éloigné, La lampe téléphonique est très petite, le capuchon la couvrant ne mesurant pas même 1 cent 1/2 de diamètre, ce qui permet de placer la lampe immédiatement à côté du commutateur ou du cordon qu'elle contrôle, Ceci donne une plus grande exactitude à l'opération, Les lampes ne faisant aucun bruit, le crissement et le cliquetis constants des volets indicateurs ne s'entendent plus, Le côté le plus effectif des lampes téléphoniques est que leur action étant entièrement automatique, les signaux qu'elles donnent ont une signification définie et bien spécifiée,

Au réseau central les lignes des abonnés sont mises en communication au moyen de cordons flexibles se terminant par des fiches métalliques, Chaque employée téléphoniste a devant elle un certain nombre de paires de cordons et de fiches, ce nombre étant établi d'après la proportion des lignes qui, vraisemblablement, demanderont à être mises en communication en un temps déterminé,

Les deux cordons de chaque paire sont électriquement reliés ensemble et forment un chaînon flexible, au moyen duquel, deux lignes quelconques peuvent être mises temporairement en communication. La communication effective est produite par l'insertion des fiches dans de petits commutateurs tabulaires, dont l'embouchure se trouve au commutateur devant l'opératrice, En langage téléphonique on appelle ces petits commutateurs des « springjacks » et plus habituellement des « jacks », Ils consistent en deux ressorts métalliques qui sont en contact permanent avec les métalliques ou alvéoles, Quand la fiche est insérée dans le « jack », les deux extrémités des fils conducteurs prennent contact avec les deux ressorts, et complètent ainsi la communication entre les conducteurs formés par le cordon attaché à la fiche et la ligne de l'abonné, L'emboîture métallique formant le devant du « jack » et située en face de l'opératrice remplit un rôle très important, que nous décrirons présentement,

Les fiches, normalement, occupent la position verticale, faisant saillie au-dessus d'une table ou planche horizontale devant laquelle l'opératrice est assise; les cordons sont maintenus au-dessous de la planche au moyen de contrepoids, Sur la surface de la table se trouvent établies deux lames pour chaque paire de cordons, les lampes suivant la même ligne que les cordons, un coup d'œil suffit pour distinguer le cordon se rattachant à chaque lampe, Quand un abonné appelle, une lampe s'allume sur la surface de la table, et l'opératrice insère immédiatement la fiche dans le « jack » au-dessus de cette lampe, se mettant ainsi en communication avec l'abonné qui vient d'appeler, L'action de ficher met la lampe hors circuit et cause automatiquement son extinction, Après avoir pris le numéro que demande l'abonné, l'opératrice insert la deuxième fiche de la paire dans le « jack » du numéro réclamé, qu'elle choisit, parmi les séries de mille qui garnissent la table du commutateur, Puis elle presse un bouton placé sur la tablette des cordons, actionnant la sonnerie de l'abonné appelé, jusqu'à ce qu'il réponde,

Cette réponse est perceptible à l'opératrice par le fait que les deux lampes associées aux cordons s'allument quand les récepteurs téléphoniques sont, sur leurs crochets et s'éteignent lorsqu'ils n'y sont, plus, La lampe du premier cordon sera éteinte, l'abonné qui appelle ayant naturellement enlevé son récepteur du crochet, mais la lampe appartenant au second cordon s'allumera dès que la fiche se trouvera insérée dans le commutateur de la ligne de l'abonné appelé et restera, allumée jusqu'à ce que celui-ci saisisse son récepteur pour répondre à l'appel, puis à ce moment s'éteindra automatiquement, Si ensuite un des abonnés raccroche son récepteur, la lampe correspondant à ce récepteur s'allume; si les deux abonnés remettent leurs téléphones, les deux lampes s'allument et cet éclairage simultané des deux lampes est le signal de « fin de communication »,

Il est donc évident que ces deux lampes, associées aux cordons conducteurs qui établissent temporairement la communication entre deux lignes au réseau central, permettent à l'employée téléphoniste de suivre les communications si toutes deux sont éteintes, les deux abonnés ont leur récepteur en main; s'il y en a une d'allumée et une d'éteinte, c'est qu'un des abonnés a remis son téléphone en place, mais que l'autre a encore le sien en main, désireux de garder la ligne; si toutes deux sont allumées, il est évident que les deux abonnés ayant remis leurs récepteurs sur les crochets, la communication peut être coupée, Puis, les fiches étant retirées des commutateurs, les deux lignes s'éteignent automatiquement, Ces deux lampes sont dénommées « signaux de surveillance » comme elles permettent à l'opératrice de « surveiller » la communication sans écouter la conversation sur la ligne téléphonique, Quand le signal de « fin de communication » dépend de la mémoire de l'abonné, l'opératrice est obligée, au bout d'un certain temps, d'écouter les conversations afin: de se rendre compte si les abonnés communiquent toujours ensemble, ou s'ils ont terminé et oublié de donner le signal final, Etant donnée l'insouciance d'une partie des abonnés, si l'opératrice n'agissait pas ainsi, bien des lignes resteraient en communication toute une journée, Mais il peut arriver parfois qu'une opératrice trop zélée interrompe intempestivement des conversations commencées, au grand ennui, très naturel, des causeurs, Toutes ces difficultés disparaissent avec l'usage de la double lampe des « signaux de surveillance » — chacun des trois états différents de ces deux lampes — toutes deux éteintes — une éteinte et une allumée — ou toutes deux allumées — ayant une signification bien établie et accusant définitivement les différents états de la communication aux têtes de lignes des deux abonnés intéressés, L'opératrice est entièrement guidée par les lampes et n'est plus du tout dans la nécessité d'écouter la conversation .

Le "commutateur multiple" et « l'essai » ou « test » des lignes occupées,

La rapidité avec laquelle une opératrice est en mesure d'assurer à l'abonné que la ligne qu'il demande est « occupée » comparée à la longueur de temps qui lui est nécessaire pour appeler l'abonné quand la ligne est inoccupée, est un perpétuel mystère pour tout abonné téléphonique, le mot « occupé » est devenu pour tous les abonnés téléphoniques ce que le proverbial chiffon rouge est au proverbial taureau. Les Américains appellent cela « en affaire », mais que l'opératrice déclare la ligne « en affaire » ou « occupée » l'abonné est également sceptique et contrarié, Cet état est inhérent à la nature humaine qui est naturellement incrédule, et qui déteste être contrariée dans ses desirs par de simples affirmations sans l'appui de circonstances confirmatives, La rapidité avec laquelle l'opératrice assure l'abonné que la ligne est occupée vient de ce qu'elle n'a qu'à toucher le bord du « jack » de l'abonné demandé avec la seconde fiche de la même paire de cordons pour entendre dans le récepteur fixé à son oreille un clic caractéristique, signifiant en langage téléphonique « occupé » ou « pas libre »,

Il est clair que pour l'opératrice ce n'est l'affaire que d'une ou deux secondes d'interroger ainsi la ligne de l'abonné demandé et de répondre « occupée » à l'abonné la demandant, La raison pour laquelle l'abonné reçoit généralement l'avis que la ligne qu'il demande est « occupée » beaucoup plus vite que la réponse de son correspondant, la ligne étant libre, est que les abonnés téléphoniques ne répondent pas en général, aussi vite qu'il le faudrait à leur sonnerie, Si la ligne est libre, il ne faut que 3 ou 4 secondes à l'opératrice pour insérer la fiche et actionner la sonnerie; le reste du temps représente le retard que met l'abonné à répondre à la sonnerie, Telle est la raison qui fait que l'avis « occupé » est reçu plus rapidement que la réponse de l'abonné appelé,

La raison qui rend « l'essai électrique » permettant à l'opératrice d'indiquer si la ligne est occupée tout à fait indispensable, est que dans tous les grands commutateurs multiples, il y a sur chaque ligne plusieurs jonctions d'où cette ligne peut être reliée à d'autres lignes, Chaque ligne est pourvue pour établir les communications l'opératrice puisse s'en servir,

Le commutateur multiple peut être long d'environ 200 pieds et occuper 100 opératrices; dans ce cas, il y aurait 31 différents « jacks » pour chaque ligne, un pur section de 6 pieds du commutateur multiple, Il est naturellement impossible que l'opératrice puisse surveiller plus que la partie du multiple qui se trouve devant elle et un, peu des deux côtés, Par conséquent, quand elle reçoit un appel pour une ligne quelconque, il lui est impossible de dire par la vue seule, si cette ligne est déjà en communication avec une autre ligne, à une autre section du multiple, Nous la mettons donc dans la possibilité de faire cette distinction au moyen de l'ouïe, Quand deux lignes sont en communication, les bords des « jacks » appartenant à chacune d'elles, d'un bout à l'autre du multiple sont chargés d'électricité, ce qui fait que n'importe quelle opératrice, en touchant n'importe quel « jack » avec la fiche correspondante, recevra à travers son récepteur un courant électrique, produisant un clic signifiant « occupée »,

Il est évident que sans ce signal « d'occupée » le système du commutateur multiple serait impossible les opératrices ne mettraient fréquemment en communication plusieurs abonnés ensemble, et il en résulterait un état continu de confusion,

Le principe du commutateur multiple est de mettre chaque ligne du, réseau central à la portée de chaque opératrice,

Chaque opératrice répond aux appels d'un certain nombre fixe d'abonnés, mais elle peut mettre en communication les lignes de la totalité des abonnés du réseau, de façon à compléter rapidement toutes les communications qui peuvent lui être demandées, Ceci provient de ce qu'on a installé au multiple et à des intervalles réguliers, un certain nombre de « jacks » destinés à relier les lignes entre elles.

Le commutateur multiple consiste réellement en une série de sections mesurant chacune environ 6 pieds (soit 1 m 80) et étant chacune une reproduction du « multiple » de sa voisine, De là le nom de commutateur multiple, Prenons, par exemple, un commutateur de 5.000 lignes, qui aura 5.000 « jacks »; un « jack » correspondant à chaque li

chacune section, et chaque section étant la reproduction exacte de toutes les autres du moins pour tous les «jacks», Il y aura, admettons, 25 sections en tout, le long desq

une des opératrices quelconque, celle desservant la vingtième section, par exemple, pourra établir sa communication avec le « jack » n° 3592 aussi facilement que l'opératrice de la première, de la deuxième ou de n'importe quelle autre section,

Mais il est évident que l'opératrice de la vingtième section doit être en mesure de s'assurer instantanément si le n° 3592 n'est pas déjà en communication avec une autre section, sans être obligée d'inspecter du regard un commutateur multiple long de 120 pieds, même si celui ci était en droite ligne, ce qui n'est que très rarement le cas; le « test » électrique « d'occupé » lui permet de faire cette constatation instantanément. La simple opération de toucher le rebord du « jack » avec la fiche correspondante, lui fait savoir immédiatement si la ligne est occupée ou non.

Jusqu'ici nous ne nous sommes occupés que de la partie de l'opération ayant trait à l'établissement de la communication,

Voyons maintenant la façon dont les appels sont reçus et, incidemment, comment se détermine le nombre des sections du commutateur multiple, étant, donné le nombre des abonnés,

Dans le commutateur multiple les « jacks » généraux sont les voies de transmission des lignes des abonnés, les moyens par lesquels se font les appels, et il peut y avoir sur tout le parcours de la ligne de 3 à 20 ou 30 de ceux ci en raison de l'importance du réseau, Mais il doit y avoir un point bien défini où l'abonné puisse appeler le réseau et lui faire connaître ses desirs, Ce point s'appelle le « signal avertisseur » ou d'appel et «jack» local ou individuel, Comme nous l'avons déjà dit, le signal avertisseur est une lampe minuscule, qui s'éclaire quand l'abonné décroche son récepteur du crochet; le jack correspondant du local est un petit commutateur tabulaire pareil à tous points aux jacks généraux, et placé immédiatement au dessus de la lampe signal correspondante, Comme le nom l'indique, le jack local ou répondant est le commutateur dans lequel l'opératrice insère sa fiche pour répondre à un appel, Les jacks locaux ou répondants et les signaux avertisseurs sont placés en rangs compacts immédiatement au dessus de l'étagère des cordons; ainsi, pour établir la communication en réponse à un appel, la distance en hauteur que parcourt la fiche est légère, et le temps de la réponse est court, Les jacks généraux sont placés au dessous des jacks répondants ou locaux, et une telle quantité en est nécessaire que dans quelques uns des grands commutateurs multiples actuellement en usage, ils sont construits en rangées serrées atteignant souvent une hauteur de trois pieds au dessus de l'étagère des cordons,

Bientôt, les directeurs des services téléphoniques seront obligés, en engageant leurs opératrices, de stipuler que pour les jeunes filles au dessous de 6 pieds il est inutile de se présenter,

On place à chaque section du commutateur un certain nombre de signaux avertisseurs et de jacks, locaux, ce nombre étant calculé d'après la, moyenne des appels journaliers de chaque abonné, Chaque section du commutateur est desservie par 3 opératrices, et chacune de celles ci a, devant elle, un nombre de jacks locaux variant de 50' ou 60 à 100 et même plus,

Une opératrice ne peut matériellement établir que tant de communications dans la journée; si l'abonné appelle très fréquemment, le nombre des lignes d'abonnés se terminant devant, chaque opératrice doit être relativement minime; si par contre les appels sont relativement peu nombreux, le nombre des lignes confiées à chaque opératrice devient relativement aussi plus grand,

Il est donc évident que ce n'est pas le nombre des lignes des abonnés, mais bien le trafic, qui détermine réellement la grandeur des commutateurs,

Etant donné un réseau de 6.000 abonnés, et pour chaque abonné, une moyenne de 5 ou 6 communications par jour, on mettra 300 jacks pour chaque section, 100 pour chaque opératrice, et le commutateur tout entier sera divisé en 20 sections, Mais, si par exemple chaque abonné faisait 10 appels dans la journée, chaque ligne demanderait un travail double, et on serait alors obligé de donner à chaque opératrice un nombre plus restreint de lignes à desservir, Dans ce cas, il n'y aurait plus que 180 jacks locaux pour chaque section, 60 par opératrice et pour desservir les 6.000 abonnés un commutateur multiple de 34 sections deviendra nécessaire,

L'usage des lampes signaux et des inventions automatiques décrites plus haut simplifie beaucoup le travail de l'opératrice, et un commutateur équipé avec les lampes, signaux permet aux opératrices de traiter un nombre bien plus considérable d'appels que l'ancien commutateur à indicateurs,

Dans les grandes villes, le système téléphonique consiste en de nombreux bureaux centraux, reliés entre eux par des lignes spéciales, de manière à ce que chaque bureau central puisse faire passer les communications aux autres bureaux centraux et de même les recevoir,

Les lignes d'intercommunication sont appelées lignes auxiliaires; dans tous les grands réseaux téléphoniques, une telle quantité de communications sont passées d'un bureau central à un autre qu'un grand nombre de ces lignes auxiliaires est devenu nécessaire, et pour permettre de répondre systématiquement aux appels, les lignes auxiliaires sont divisées en deux services : un service réservé uniquement aux communications allant dans une direction, et l'autre aux communications allant dans la direction opposée, Cette disposition correspond en pratique aux lignes d'aller et de retour des grandes Compagnies de chemins de fer et, nécessairement, ces lignes téléphoniques auxiliaires exigent, elles aussi, des plateformes de départ et d'arrivée, afin que les communications puissent systématiquement être reçues et repassées entre elles,

Pour le commutateur téléphonique, la plateforme de départ est représentée par une série de « jacks » spéciaux étiquetés et numérotés comme les plateformes d'un grand terminus, placés au dessus des jacks locaux et au dessous de la masse des « jacksgénéraux ». Ces « jacks » spéciaux s'appellent des « jacks auxiliaires de départ », comme ils forment des points de jonction accessibles aux lignes auxiliaires de départ qui relient le bureau central considéré aux autres bureaux centraux du système, A l'autre extrémité, la « plateforme » d'arrivée est constituée par une réunion de quelques sections du commutateur multiple, ou même souvent simplement par une prolongation du commutateur principal, où les lignes auxiliaires, qui sont alors appelées « lignes auxiliaires d'arrivée », se terminent en cordons et fiches,

Les opératrices de ce commutateur d'arrivée reçoivent non pas les appels des abonnés, mais ceux des opératrices des lignes auxiliaires de « départ » d'un poste éloigné,

Entre deux opératrices les appels ne se font pas par signaux, mais de vive voix; l'opératrice du commutateur des lignes auxiliaires de « d'arrivée » étant toujours à l'écoute d'un téléphone qui est relié à une ligne de service direct établi entre les deux bureaux centraux (Pas en France. En effet, il n'est pas un abonné qui ne soit resté, plusieurs fois, 15 ou 20 minutes à l'appareil, en attendant que Saxe ou "Wagram, La Roquette ou Port-Royal, sonné par un autre bureau, consente à répondre. Très souvent, dans ce cas, l'abonné découragé, abandonne la partie),

Cette opératrice d'arrivée établit les communications nécessaires entre les lignes auxiliaires et les « jacks » placés devant elle en réponse aux demandes parlées par le moyen de ce fil spécial de l'opératrice de départ du bureau éloigné, Il est à remarquer que cette ligne de conversation de service ne sert absolument qu'à la transmission des ordres verbaux et que le nombre des paroles à échanger est réduit au strict nécessaire, c'est à dire au n° de la, ligne demandée et au n° de la ligne auxiliaire à employer, Le premier n° est prononcé par l'opératrice de départ, le deuxième n° est prononcé par l'opératrice d'arrivée, Toutes les autres indications de service, telles que « occupée » ou « ne répond pas », etc. , etc. , se font par d'autres voies que par cette ligne auxiliaire dont il importe d'éviter l'encombrement,

Pour être bien sûr que nous comprenons exactement l'opération du commutateur multiple, suivons la manœuvre d'un appel,

L'abonné appelant décroche son récepteur, la lampe signal de sa ligne s'éclaire; l'opératrice insère la fiche dans le jack local correspondant, situé au dessus de la lampe qui s'éteint aussitôt,

Elle demande, par exemple, comme en Amérique « Numéro ? » ou comme à Paris « j'écoule », car il y a intérêt à réduire au strict minimum le nombre de paroles à faire prononcer par l'opératrice qui doit • les répéter des milliers de fois par jour, L'abonné répond : « 1017 Kensington », par exemple,

Avec la seconde fiche de la paire, l'opératrice touche le bord du « jack » général n° 1017, et n'entendant pas le clic, insère la fiche dans le jack de l'abonné demandé et actionne la clé d'appel correspondant à cette fiche, Puis la lampe correspondant également à cette fiche d'appel s'éclaire à son tour, Bientôt après, elle s'éteint et avise ainsi l'opératrice que l'abonné appelé vient de répondre,

Elle ne s'occupe plus alors de cette communication jusqu'au moment où les deux lampes sur la planchette des cordons s'éclairent ensemble,

Elle retire alors promptement les deux fiches, les deux lampes s'éteignent et les deux lignes se trouvent de nouveau dans les conditions permettant, de recevoir des appels ou d'en faire,

Si le n° 1047 Kensington demandait le n° 2635 Holborn, l'opératrice de Kensington en pressant un bouton marqué Holborn se met immédiatement en communication avec l'opératrice du commutateur des lignes auxiliaires de la « plateforme d'arrivée » à Holborn; elle dira « 2635 » et l'opératrice de Holborn répond « 23 » (l'opératrice d'arrivée eût pu désigner tout autre nombre correspondant à une quelconque des lignes auxiliaires dont elle dispose, chacune de ces lignes auxiliaires étant représentée devant elle par la fiche et le cordon qui la terminent), signifiant ainsi que l'opératrice de Kensington doit se relier à la ligne auxiliaire n° 23, qui va à Holborn,

L'opératrice de Kensington ayant fait la manœuvre nécessaire, l'opératrice de Holborn fait alors avec la fiche terminant la ligne 23, le lest ou essai du « jack » de la ligne 2635 de son commutateur, Si elle trouve cette ligne libre, elle y relie la fiche de la ligne auxiliaire 23, établissant ainsi la communication, puis elle sonne, Si d'un autre côté, elle reçoit le « clic » prouvant que la ligne demandée est « occupée », elle introduit la fiche de la ligne auxiliaire n° 23 dans un « jack » spécial relié à une machine qui émet un bourdonnement intermittent; ceci est le signal pour l'opératrice de Kensington, et pour l'abonné de Kensington qui souvent l'entend et apprend ainsi avec ennui que la ligne demandée est « occupée » ,

Les opérations supplémentaires nécessaires pour faire passer un appel d'un bureau central à l'autre expliquent l'attente plutôt longue par laquelle il faut passer avant d'apprendre que la ligne est « occupée » ou de percevoir la réponse de l'abonné demandé, quand il dépend d'un bureau central différent que l'abonné appelant,

Mais personne ne peut manquer d'admirer les méthodes ingénieuses et les procédés systématiques par lesquels ce temps supplémentaire est diminué jusqu'à n'être plus qu'une moyenne de quelques secondes pour chacune des centaines de mille communications passant journellement par le réseau téléphonique, (Les secondes devenant avec le système actuel français des minutes)

J'ai décrit, aussi clairement, je l'espère, que le permettent la complexité du travail et des moyens qu'on y oppose, le travail général d'un système de téléphonie moderne, mais il est impossible d'entreprendre ici la description de tout le mécanisme par lequel ces résultats ingénieux sont obtenus. Dans tous les réseaux téléphoniques modernes, il y a un local aussi vaste que la chambre des commutateurs, qui contient les batteries et les machines permettant aux téléphones de parler, aux signaux de s'éclairer et de bourdonner, aux sonneries de sonner. Ce local appelé le « générateur de force » est en petit, une usine d'électricité pour force et lumière. Son aspect est compliqué; il s'y trouve emmagasinés de grandes batteries, des dynamos de toutes grandeurs et un commutateur imposant pour contrôler les dynamos et les batteries, aussi bien qu'une quantité importante d'appareils,

Mais cette organisation de machines compactes et réglées fait par elle-même le travail qui, autrefois, exigeait des myriades de batteries et de générateurs individuels, répartis dans toute la ville et nécessitant une surveillance constante. Le générateur de la force du réseau téléphonique est l'incarnation même de la centralisation. Toutes les parties essentielles et exigeant une attention soutenue étant ainsi groupées dans un seul département et sous la surveillance constante d'un personnel expérimenté,

Des Grands et des Petits Systèmes Téléphoniques

Un des côtés du service téléphonique qui présente le plus de difficultés est que le coût de l'abonnement téléphonique est plus élevé dans une grande ville que dans un petit endroit,

Le passant ordinaire ne voit pas en quoi consiste la justice de ceci. Pour lui, le principe du tarif des marchandises en gros doit s'appliquer aussi bien à la téléphonie qu'aux affaires commerciales; et conséquemment plus il y a d'abonnés moins l'abonnement doit coûter. Malheureusement, cette théorie ne peut s'appliquer à la téléphonie, et il n'y a aucun mystère ou paradoxe à ce qu'il en soit ainsi,

Les raisons qui font que le service téléphonique est plus coûteux dans les grandes villes que dans les petits centres sont faciles à comprendre, si on les examine attentivement. Pour bien comprendre ce sujet, il ne faut pas l'examiner superficiellement et conclure hâtivement que le téléphone étant l'unité de l'industrie téléphonique, la « location d'un téléphone » doit coûter la même somme à Londres, ou à Little Pedlington,

Ceci ne serait admissible que si la location des téléphones était la seule transaction des administrations téléphoniques, mais comme le téléphone n'est qu'un item, ou détail de l'organisation du système téléphonique, un appareil permettant d'en faire usage, il ne représente nullement le coût du service ou le travail que nécessite ce service. Par conséquent, c'est adopter un point de vue tout à fait erroné que de prendre pour unité de l'industrie des téléphones l'appareil téléphonique. C'est cette erreur qui est responsable du malentendu général qui entoure la question des tarifs téléphoniques,

L'affaire de l'administration des Téléphones est de fournir aux abonnés un service téléphonique, et la mesure du travail fourni ne se résume pas dans l'appareil, mais bien dans le message téléphonique et la distance qu'il parcourt. La vraie unité du coût du service téléphonique est la « communication kilométrique correspondant au système du tonnage kilométrique que les Compagnies de chemins de fer appliquent aux voyageurs et aux marchandises, et d'après lequel elles calculent leurs frais,

Nous avons vu, dans le chapitre précédent, que la grandeur du commutateur multiple desservant un certain nombre d'abonnés est déterminée non par le nombre des abonnés, mais par le nombre des appels que fait journellement chaque abonné. De même le nombre des opératrices est déterminé non par le nombre des abonnés, mais par le nombre des appels faits par ces abonnés,

Il est donc évident que le coût du bureau téléphonique et de son service varie suivant le nombre des appels des abonnés et non pas suivant le nombre des abonnés. Par exemple, dans une ville suisse, où la vie est très tranquille et où l'usage du téléphone est très restreint, un poste téléphonique comptant 5.000 abonnés coûte beaucoup moins cher et nécessite beaucoup moins d'opératrices qu'un réseau comptant autant d'abonnés dans une ville anglaise, où la vie est bien plus active et l'usage du téléphone beaucoup plus répandu,

Prenons un exemple plus près de chez nous : la ville de Guernesey a un service téléphonique comptant environ 1.200 abonnés, et la population de Guernesey étant paisible et agricole, ne transmet que 2.000 appels téléphoniques par jour. Naturellement, les frais d'un service aussi tranquille sont très minimes. Par contre, dans une ville anglaise comptant également 1.200 téléphones, les appels étant beaucoup plus nombreux, les frais du service sont forcément beaucoup plus élevés aussi,

Il est donc évident que le coût du service téléphonique varie nécessairement suivant, le nombre des communications passant journellement par le réseau,

Voyons maintenant quel est l'effet des distances. Dans une petite ville, où il n'y a d'habitude qu'un seul bureau central téléphonique, la distance maximum que parcourent les commutateurs est la somme totale des deux lignes les plus longues du réseau,

En général, dans une petite ville, la longueur moyenne des lignes d'abonnés est la 1/2 ou les 3/4 d'un mille (1.610 m), ce qui fait que la distance moyenne que parcourent les messages téléphoniques est d'un mille (1.610 m), ou d'un mille et demi (2.145 m). La distance maxima n'atteint généralement pas plus de 3 (4.830m) ou 4 milles (6.440 m). En comparant ces distances à celles des grandes villes où le réseau téléphonique s'étend sur une superficie de plusieurs kilomètres carrés, nous voyons que la distance moyenne des communications téléphoniques est de 5 (8.050 m) ou 6 milles (9.60 m) et que la distance maxima atteint souvent 20 (32 km) et même 30 milles (48 km.),

Il est donc évident que le service téléphonique dont dispose l'abonné d'une petite ville est en valeur inférieure à celui fourni à l'abonné d'une grande ville, et que le prix de celui-ci est forcément plus élevé, s'étendant comme il le fait sur une grande superficie, et assurant aux communications une moyenne de distance beaucoup plus étendue,

En examinant attentivement la disposition du système téléphonique d'une grande ville, il est facile de comprendre que le service de ce système doit forcément coûter plus cher que celui d'une petite ville. Il est impossible dans une grande ville de centraliser toutes les lignes d'abonnés et de les faire aboutir au même bureau central : 1° Parce qu'il faudrait des lignes d'une longueur démesurée et très coûteuses ; 2° Le nombre des abonnés s'élevant à des dizaines de mille, les difficultés de mécanisme et de force procédant de cette quantité énorme de fils, deviendraient accablantes,

On est donc obligé pour une grande superficie de la diviser en districts ou arrondissements, de créer pour chaque district un bureau central et de relier tous ces bureaux centraux ensemble par un système de lignes auxiliaires ou de jonction, ainsi qu'il a été décrit dans le chapitre précédent,

Par ce moyen, on empêche les lignes d'abonnés de dépasser une longueur moyenne raisonnable, et le nombre des lignes centralisées dans un bureau central est également restreint à une limite permettant de les desservir convenablement,

Mais le matériel des lignes auxiliaires nécessaires à assurer les intercommunications entre les divers bureaux centraux, de manière à ce que chaque bureau central puisse échanger des messages avec tous les autres, est une partie très importante du système et celle qui différencie le système téléphonique des grandes villes de l'unique bureau central téléphonique d'une petite ville,

Dans la grande ville, la zone téléphonique réservée à chacun des bureaux centraux est généralement de capacité suffisante pour assurer le service d'une ville de grandeur moyenne, et comme le district ou arrondissement que ce bureau central dessert atteint en général la superficie d'une petite ville, les lignes des abonnés sont évidemment de la même longueur dans les deux cas,

Mais le bureau central téléphonique de la grande ville n'est qu'une partie d'un immense système, ce qui ne serait que de petite utilité aux abonnés qu'il dessert s'il ne les mettait, en communication qu'avec ses abonnés directs, ceux-ci pouvant parfaitement désirer communiquer avec la totalité des abonnés répartis dans toute la ville. En conséquence, le bureau central téléphonique de la ville doit être pourvu d'un équipement spécial, lui permettant de transmettre ses communications à tous les autres bureaux centraux du système, aussi bien que d'en recevoir,

Il résulte de ceci que le mécanisme du réseau de la ville est plus complexe et a plus d'extension que celui du réseau possédant un unique bureau central,

Comme nous l'avons dit précédemment, pour permettre à chaque bureau central de transmettre les messages téléphoniques à tous les autres bureaux centraux, ils sont reliés entre eux par un système de lignes auxiliaires ou de jonction, partagées en lignes d'aller et de retour, et dans chaque bureau central un commutateur multiple spécialement aménagé est nécessaire pour le service des lignes d'aller et un autre commutateur multiple pour le service de retour. Prenons pour exemple le système téléphonique de Londres, et supposons que ce système ne consiste que dans les bureaux centraux de Kensington, Gerrard, Holborn, Central et de la Banque,

Pour permettre aux abonnés de chaque bureau central de communiquer avec tous les autres, il faut, que le poste de Kensington, au moyen de lignes auxiliaires, soit en communication directe avec les postes de Gerrard, Holborn, Central et de la Banque; que le bureau central de Gerrard soit lui-même relié directement, par des lignes auxiliaires aux bureaux centraux de Kensington, Holborn, Central et de la Banque; et ainsi de suite, de façon à ce que chaque bureau central puisse communiquer directement avec tous les autres,

En examinant un bureau central, mettons celui de Kensington, nous verrons dans le commutateur multiple des « jacks » correspondant à toutes les lignes auxiliaires d'aller ou de départ permettant aux opératrices de Kensington de transmettre les appels de leurs abonnés aux postes de Gerrard, Holborn, etc,

Nous trouverons également un commutateur multiple spécialement réservé au service des lignes auxiliaires de retour ou d'arrivée, et desservi par les opératrices faisant le service des communications demandées par les lignes de Gerrard, Holborn, etc, pour celles des abonnés de Kensington. Et chacun des cinq bureaux centraux présente nécessairement, ces mêmes conditions,

Le système téléphonique de Londres est, en réalité beaucoup plus compliqué que ce simple exemple pourrait le faire supposer, s'étendant comme il le fait sur une superficie de quelque 640 milles carrés, réparti entre 60 bureaux centraux, et tous ces bureaux centraux étant forcément reliés entre eux par un système de lignes auxiliaires, de façon à permettre aux communications de parcourir toute l'étendue du système,

Il est donc évident que le rôle des lignes auxiliaires est de transmettre les messages téléphoniques d'une partie du système à une autre partie, il s'ensuit que l'extension matérielle de ces lignes dépend de la quantité des communications et des distances qu'elles parcourent,

Si deux bureaux centraux se transmettent une grande quantité de communications, un nombre considérable de lignes devient nécessaire, le nombre des messages transmis par une ligne étant limité; si les deux réseaux sont très éloignés, les lignes auxiliaires sont forcément longues en proportion,

Nous voyons donc que le matériel des lignes auxiliaires du système téléphonique d'une ville est proportionné aux communications transmises journellement et aux distances qu'elles parcourent. En d'autres termes, le nombre des messages kilométriques de chaque jour détermine le prix du service fourni par l'Administration. Dans chacun des bureaux centraux d'un système téléphonique d'une grande ville, il n'y a qu'une très petite proportion des appels destinés à des abonnés du même bureau,

Il est constaté que les abonnés ne se restreignent nullement à leur propre bureau central, leurs communications s'étendant dans toute la ville, En général, les lignes auxiliaires transmettent environ les 4/5 de la totalité des appels, et il n'y a donc que 1/5 des messages téléphoniques qui soient des communications directes entre abonnés aboutissant au même commutateur, Le service des lignes auxiliaires est pour cette raison la partie la plus importante du réseau téléphonique d'une grande ville; on fait donc tous les efforts possibles pour faciliter un service exact et rapide à ces lignes auxiliaires, pour rogner des fractions de seconde sur la durée moyenne des appels, enfin pour assurer la plus grande exactitude et promptitude à ce service, Une des grosses difficultés qui entravent, le service des téléphones est que le nombre des communications est très inégalement réparti entre les différentes heures de la journée, Si les bureaux recevaient les appels en quantités toujours égales, la direction du service des téléphones serait beaucoup plus facile qu'elle ne l'est.

III - Le problème du standard : échelle, signalisation et organisation de la commutation téléphonique manuelle, 1877-1897

Document de MILTON MUELLER (1973)

Cet article diffère des autres travaux sur l'histoire du changement de la technologie tant par son sujet que par son approche.

Le récit de la technologie de commutation manuelle dans le volume 1 de la série *History of Engineering and Science in the Bell System*, bien que contenant de nombreuses informations utiles, ne parvient pas à identifier le rôle central joué par les *déséconomies* de croissance) dans le développement de la technologie.

La *déséconomie* Ce concept est le contraire des économies d'échelle.

En affaires, les déséconomies d'échelle sont les facteurs qui entraînent une augmentation des coûts moyens

D'autres travaux sur l'histoire de la commutation tendent à séparer la commutation automatique de la commutation manuelle pour se concentrer sur la première. L'histoire de A. E. Joel en matière de commutation dans le système Bell, par exemple, commence en 1925, après que Bell s'est engagée dans l'automatisation. Robert Chapuis, dans un traitement par ailleurs approfondi des 100 premières années de la commutation, ne consacre que quelques pages à l'ère manuelle. En effet, les développements antérieurs à 1910 sont relégués à la préhistoire de la commutation. Ce parti pris est compréhensible ; D'un point de vue purement technique, les commutateurs automatiques sont plus intéressants que leurs prédécesseurs.

Mais cet article ne concerne pas l'appareil technique de commutation en soi. Son sujet est la confrontation avec les possibilités multipliées d'un réseau en expansion, un problème qui était plus visible à l'époque du manuel. Cette confrontation est intéressante pour deux raisons : son importance pour la compréhension de l'histoire du téléphone et ses implications pour la théorie sociale. Les déséconomies étaient une préoccupation majeure au cours des vingt premières années du développement du téléphone, affectant, par exemple, les politiques tarifaires du système Bell, le climat politique dans lequel il fonctionnait et son approche de l'introduction de la commutation automatique.

La presse spécialisée dans les télécommunications se demande « combien de temps les systèmes actuels pourront tenir avant qu'une nouvelle technologie ne soit nécessaire pour faire face à la croissance massive de l'utilisation du cellulaire » .

Ce qui est présenté ici comme « le problème du standard » n'est qu'un exemple particulièrement clair du type de réorganisation de l'organisation et de la communication qui doit se produire à mesure que l'échelle de l'interaction sociale s'élargit. Dans la section finale, je relie ces déséconomies organisationnelles de croissance aux spéculations actuelles sur l'émergence d'une « société de l'information ».

La signification la plus profonde de cette histoire concerne cependant le pouvoir des systèmes technologiques à connecter et à intégrer la société humaine dans des unités toujours plus grandes. Il doit être considéré comme une étude de cas sur la manière dont les relations communicatives qui maintiennent et constituent l'organisation sociale sont transformées par la croissance.

Il est prouvé que des problèmes presque identiques ont caractérisé la croissance d'autres systèmes. Alfred Chandler, par exemple, démontre que, lorsque les chemins de fer sont passés d'opérations locales à des réseaux régionaux plus vastes dans les années 1850, leurs coûts d'exploitation par mile ont considérablement augmenté. le coût des matériaux ou de la main-d'œuvre en soi, mais la complexité croissante de l'organisation et du contrôle à mesure que les opérations ferroviaires dépassaient le domaine d'un seul esprit. Actuellement, les fournisseurs de services de radiotéléphonie cellulaire ont été accusés de ne pas reconnaître les complexités liées à la croissance du nombre d'abonnés.

Un centre téléphonique est un réaménagement radical de l'espace social. Il rassemble deux intervenants à la demande, quel que soit leur emplacement. En effondrant ainsi l'espace social, il élargit également considérablement son échelle, permettant à des millions de personnes qui autrement seraient inaccessibles les unes aux autres d'avoir une conversation instantanée et en temps réel.

Le radicalisme même de cet acte d'intégration sociale a conduit les premiers développeurs de la commutation téléphonique à un dilemme particulièrement gênant. En 1881, le directeur du tout nouveau central téléphonique de *Milwaukee Bell* se plaignait que « l'impression générale parmi les abonnés est que si un central de 100 abonnés peut fonctionner à [tarifs de] 12 dollars par mois, alors un central de 1 000 devrait être exploité pour 1 000 abonnés. environ 40 centimes. Vous ne pouvez pas leur faire croire autre chose.

En fait, comme il en était douloureusement conscient, les centraux téléphoniques devenaient de plus en plus coûteux à exploiter (par abonné) à mesure que le nombre d'abonnés augmentait. Les « économies d'échelle » tant attendues par les clients n'existaient pas. Au contraire, la croissance n'a entraîné que des augmentations de taux, et les grands centres de New York, Chicago et Boston facturaient trois ou quatre fois les taux des petites villes. Le problème réside dans le processus de commutation, et le problème n'était pas tant technique qu'organisationnel.

À mesure que le nombre d'abonnés à un système téléphonique augmente, le nombre de connexions possibles entre eux augmente beaucoup plus rapidement, à peu près comme le carré du nombre d'abonnés. Par conséquent, la construction des standards est devenue de plus en plus coûteuse et les opérations nécessaires pour établir les connexions sont devenues de plus en plus complexes et lentes, à mesure que de plus en plus de personnes rejoignaient le central. Cette déséconomie de commutation a été le « revers saillant » le plus important rencontré au cours des premières années du développement du téléphone. Plus que tout autre facteur, il a freiné les progrès en liant la croissance du système à un service plus lent et à des coûts plus élevés. Il était également inhabituellement persistant.

Il a fallu vingt ans au système Bell et trois générations de technologie de commutation pour trouver une solution à long terme au problème.

Ce n'est qu'avec l'introduction des *signaux lumineux automatiques*, du *standard à batterie commun* et du développement d'une science de l'*ingénierie du trafic* entre 1892 et 1897 que la commutation a cessé d'être une contrainte pour la croissance du système téléphonique.

La naissance difficile du standard téléphonique

La commutation n'a pas été immédiatement reconnue comme un élément essentiel du secteur téléphonique. Alexander Graham Bell avait inventé un appareil permettant de transmettre la voix humaine par fil. L'invention n'a rien apporté à l'immense appareil technique et organisationnel nécessaire pour réunir deux utilisateurs du téléphone sur le même circuit. Les capitalistes de Boston qui commercialisaient le téléphone le considéraient comme une machine à louer aux clients plutôt que comme un élément d'un service fourni par une société d'exploitation. Pendant la majeure partie de 1877, les paires téléphoniques étaient reliées par leurs propres lignes privées.

Il n'a cependant pas fallu longtemps aux sociétés Bell pour comprendre le principe du central téléphonique, un central où plusieurs lignes d'abonnés convergeraient pour l'interconnexion. Les personnes et les techniques impliquées dans les premiers échanges avaient leurs racines dans les sociétés télégraphiques de « district », qui fournissaient des services d'alarme antivol, d'alarme incendie et d'appel de messagerie sur les réseaux télégraphiques locaux.

Étant donné que le processus de signalisation d'un bureau central à partir de cabines d'appel éloignées faisait partie intégrante de leur activité, un arrangement de central téléphonique leur est venu naturellement.

Après que des opérations de commutation (mise en relation) réussies aient été établies dans quelques emplacements de la Nouvelle-Angleterre, la *société Bell* a commencé à encourager ses titulaires de licence à ouvrir des centres téléphoniques. En février 1878, elle publia des instructions aux titulaires de licence les exhortant à promouvoir le téléphone comme substitut aux services télégraphiques de district. En mars de la même année, Alexander Graham Bell pouvait parler, dans ses conférences faisant la promotion du téléphone dans le monde, de « *bureaux centraux* » où les fils téléphoniques pourraient être connectés pour « établir une communication directe entre deux endroits quelconques de la ville ».

C'est probablement l'incursion de la société Bell sur le territoire télégraphique qui a finalement provoqué une réponse de Western Union.

D'un point de vue purement mécanique, le problème de l'établissement et du retrait rapides des connexions a été résolu presque immédiatement. Une cinquantaine de lignes d'abonnés se terminaient par un tableau vertical équipé de signaux alimentés par magnéto et d'une certaine forme d'appareil de connexion. Les signaux, connus sous le nom de *volets annonceurs*, étaient des volets qui étaient libérés et abaissés chaque fois que l'abonné actionnait le générateur à magnéto de son téléphone (fig. 1). Une variété d'appareils de connexion étaient utilisés, y compris la prise et le cordon qui sont finalement devenus dominants. Outre son incapacité à signaler correctement la déconnexion, cette technologie traitait les appels rapidement et en douceur, à condition que l'appelé et l'appelant se terminent sur le même standard. Cependant, chaque fois qu'une centaine de nouveaux abonnés étaient ajoutés à un central, certains appels devaient être transférés d'un standard à un autre. C'est là que réside la racine de ce qui est devenu connu sous le nom de « **problème du standard** ».



—Le standard téléphonique de la Gold & Stock Telegraph Co. de New York, un centre affilié à Western Union 1880.
(George Bartlett Prescott, *Le téléphone électrique* [New York : D. Appleton & Co., 1890])

La nécessité de « regrouper » ou de « transférer » les connexions a augmenté le temps et les ressources consacrés à une connexion.

L'opérateur devait connaître le tableau sur lequel le correspondant souhaité se terminait, trouver une ligne principale ouverte vers ce tableau et y signaler l'opérateur. Deux ou plusieurs opérateurs devaient participer à l'établissement et à la suppression des connexions ; chacun devait passer du temps à attirer l'attention de l'autre, à communiquer avec l'autre et à surveiller l'appel.

Une connexion, gérée si simplement sur une seule carte, est devenue une opération très complexe.

À la fin de 1878 et en 1879, lors de la compétition entre Bell et Western Union, les échanges se sont d'abord développés jusqu'à atteindre une taille où les liaisons entre les cartes sont devenues nécessaires. L'organisation de la communication entre opérateurs est immédiatement devenue un problème majeur. Au début, les opérateurs se contentaient de se crier dessus à travers le bureau central. Le vacarme généré par cette méthode entraînait souvent des connexions erronées ou des retards. À mesure que les postes de standard devenaient plus grands, une division complexe du travail s'est développée, jusqu'à ce qu'un seul appel puisse passer entre les mains de cinq personnes différentes. Les opérateurs de certains de ces centraux communiquaient par la circulation de tickets écrits et établissaient une connexion par ce moyen. La méthode prenait souvent jusqu'à cinq minutes. D'autres bureaux utilisaient des circuits pour parler entre opérateur et constataient que, même si elle était plus rapide, répéter le numéro plusieurs fois augmentait le risque d'erreur, un ingénieur de Western Electric dont les inventions ont dominé les vingt premières années de commutation, résumait succinctement la situation : « dans les premiers mois de 1879, un chaos parfait régnait dans le plus grand central téléphonique »

Pour les hommes d'affaires et les électriciens concernés, il était clair que l'opération de mise en communication (d'échange) avait complètement transformé la nature du secteur téléphonique. Il ne s'agissait plus seulement de louer un instrument, mais d'un service d'une extraordinaire complexité. Après que le règlement des brevets Bell-Western Union de novembre 1879 ait cédé l'activité téléphonique aux intérêts de Bell, les représentants des sociétés titulaires de licence Bell se sont réunis lors d'une conférence nationale en septembre 1880 pour comparer leurs notes sur les aspects économiques et techniques de la gestion d'un échange.

La convention s'est officiellement constituée sous le nom de *National Telephone Exchange Association* (NTEA) et s'est réunie une ou deux fois par an jusqu'en 1890.

Dans un rapport de la première conférence, **C. N. Fay**, le président et directeur général de la centrale de **Chicago Bell**, a exposé le problème dans un langage clair et audacieux.

En 1880, la centrale de Fay à Chicago était la plus grande du pays, avec 1 633 stations, 9 bureaux centraux distincts et 153 lignes principales les reliant. Comme beaucoup d'autres, Fay avait appris lors de la compétition avec la Western Union que le plan commercial initial consistant à louer des téléphones à un taux forfaitaire d'environ 20 à 40 dollars par an n'était pas conforme aux aspects économiques des opérations de mise en communication (commutation).

Vers juillet 1879, dit-il, l'opinion « gagnait du terrain » selon laquelle « nous devrions facturer par commutateur et non par année » et il a commencé à tenir des registres des connexions. Fay reconnaissait qu'une « connexion » – l'établissement d'un circuit de la parole entre deux abonnés – était le produit de base du central plutôt que le téléphone. Ses observations, basées sur ses dossiers, ont confirmé ce que de nombreux autres gestionnaires de centraux savaient déjà intuitivement : la dépense par abonné augmentait à mesure que la bourse se développait.

Au moment des deuxième et troisième réunions de la NTEA en 1881, la nécessité d'ajuster les tarifs pour compenser la hausse des coûts moyens était une préoccupation majeure. L'indicateur le plus significatif du problème était le rapport entre abonnés et opérateurs. Sans exception, les plus grandes bourses présentaient les pires ratios.

Autrement dit, il fallait plus d'opérateurs, plus de travail, pour gérer le même nombre d'abonnés lorsqu'ils faisaient partie d'un grand central que lorsqu'ils faisaient partie d'un plus petit central.

New York, Chicago et Cincinnati, avec environ trois fois le nombre d'abonnés, étaient confrontés à un nombre de lignes réseau presque dix fois supérieur à celui des centraux de taille moyenne d'**Albany** et de **Buffalo** (voir tableau 1). Les plus grandes bourses nécessitaient deux fois plus d'opérateurs pour gérer un nombre donné d'abonnés que les bourses de taille moyenne, et trois à quatre fois plus que les petites bourses.

TABLE 1
TELEPHONE SUBSCRIBER/OPERATOR RATIOS 1881–1883

	SUBSCRIBERS			NUMBER OF TRUNKS			SUBSCRIBERS PER OPERATOR		
	1881	1882	1883	1881	1882	1883	1881	1882	1883
New York.....	2,747	2,873	3,576	...	274	339	23	23	23
Chicago.....	3,054	2,596	2,903	...	228	245	24	25	31
Cincinnati.....	1,741	2,056	2,099	...	277	312	24	26	32
Albany.....	1,058	1,100	1,076	...	35	69	71	77	72
Buffalo.....	990	1,047	1,208	...	21	26	40	40	67
Evansville.....	320	440	550	0	0	0	106	146	183
Owensboro.....	...	120	109	...	0	0	...	120	109

Extrait du Procès-verbal de la Sovaces National Telephone Exchange Association. Archives des Laboratoires Bell

Même si les trois catégories affichent une légère amélioration du ratio abonné/opérateur sur la période de trois ans, la division entre les catégories reste marquée et intacte. Il n'est pas difficile de montrer pourquoi la technologie et les aspects économiques de la commutation téléphonique se sont révélés si sensibles à la croissance du nombre d'abonnés.

La raison est essentiellement mathématique. À mesure que le nombre d'abonnés (S) à un central s'accroît, le nombre de circuits nécessaires pour les connecter tous (N) n'augmente pas en proportion directe, mais à peu près au rythme plus rapide $N = S$ au carré divisé par 2. "

La bourse centrale elle-même fut la première concession à ce principe.. Si chaque abonné était relié par fil direct les uns aux autres, N représenterait le nombre total de fils qui devraient être tendus pour interconnecter tous les abonnés. Un système téléphonique sans échange de seulement 500 personnes serait chargé. 124 750 fils séparés, dont 250 fils partent de chaque téléphone.

Un central supprime la multiplication des fils mais pas l'augmentation mathématique du nombre de connexions possibles. La complexité croissante se déplace simplement vers le central, où les opérateurs et les appareils de commutation doivent être équipés pour gérer un éventail de possibilités en constante expansion.

Comme indiqué précédemment, une fois que le processus d'interconnexion des abonnés s'est étendu au-delà d'un seul standard, les connexions sont devenues plus lentes pour les abonnés, ont utilisé davantage d'installations physiques, ont consommé plus de temps aux opérateurs et étaient plus susceptibles d'être incorrectes. Or, à mesure que le nombre de standards d'un central augmentait, le nombre de connexions transférées augmentait proportionnellement. Un bureau avec tous ses abonnés sur une seule carte

pourrait effectuer directement 100 pour cent de ses connexions. Un bureau avec deux tableaux a dû en transférer la moitié ; un bureau avec trois tableaux a dû en transférer les deux tiers ; et ainsi de suite.

Côté organisation : Les premiers standards des villes de grande taille étaient munis d'échelles, afin que les opératrices puissent atteindre l'ensemble des lignes lors des échanges. Vers la fin des années 1890, cette organisation ne suffisait plus face au nombre croissant de lignes et en Amérique, Milo G. Kellogg conçut la division multiple des standards pour que les opérateurs puissent travailler ensemble, avec une équipe sur le « tableau A » et une autre sur le « B ».

Le standard a finalement évolué vers un standard de type « A » (abonnés) pour les appels des abonnés et un type « B » (réseau interurbain) pour les appels de terminai : réseaux interurbains reliant les deux.

Cette configuration du bureau, permet à un opérateur de disposer d'un maximum de 10 500 prises multiples.

La section du tableau « A » comme nous l'avons déjà expliqué, est aménagée pour trois postes d'opérateur et comporte huit panneaux pour les prises. La face avant du tableau « A » contient les lampes et les prises associées aux lignes d'abonné. Chaque ligne d'abonné est équipée d'une lampe de ligne et d'une prise de réponse, ainsi que d'une lampe et d'une prise auxiliaires. La ligne auxiliaire est placée à sept panneaux de la ligne principale, vers l'extrémité de croissance du tableau, permettant ainsi à plusieurs opérateurs d'accéder à chaque ligne. Des relais de ligne et de coupure sont associés à la prise de réponse pour allumer et éteindre la lampe de ligne. Au-dessus des prises de réponse se trouvent les prises de jonction sortantes auxquelles sont connectées les lignes principales des tableaux « B » de la zone du central. Ces prises sont réparties sur tout le tableau et sont accessibles à tous les opérateurs. Chaque poste est équipé de paires de cordons que les opérateurs utilisent pour traiter les appels. Chaque paire comprend un cordon de réponse, un cordon d'appel, des voyants de supervision, une touche d'écoute et de sonnerie, ainsi que le matériel de relais nécessaire. De plus, chaque paire de cordons est équipée de touches de collecte et de retour de pièces, de touches d'enregistrement de messages, de touches de sonnerie spéciales, etc., selon la classe de service traitée.

La section « B » du tableau est aménagée pour deux postes d'opérateur et sept panneaux pouvant accueillir 10 500 prises d'abonné. Ces prises sont réparties dans chaque section et constituent ce que l'on appelle un « **multiplexage d'abonné** ». Chaque opérateur a alors accès à tous les numéros du tableau. Le poste « B » est équipé de 48 à 50 cordons à une extrémité avec fiches, chacun étant connecté à une ligne entrante provenant d'une carte « A ». Un voyant de protection et de déconnexion est fourni avec chaque cordon et chaque fiche. Pour établir un appel, l'opérateur « A » doit informer l'opérateur « B » du numéro appelé. Deux méthodes ont été utilisées pour ce faire. La plus ancienne est la méthode du fil d'appel : l'opérateur « A » appuie sur une touche de son poste pour se connecter au circuit téléphonique de l'opérateur « B », qui attribue ensuite la ligne et place la fiche dans le multiple. Avec la méthode la plus récente et la plus simple, l'opérateur « A » sélectionne une ligne libre et s'y connecte. La ligne se connecte automatiquement au circuit téléphonique de l'opérateur « B » et le numéro est transmis. La ligne se déconnecte du circuit téléphonique de l'opérateur « B » lorsque la prise est insérée dans le multiplex. Pour plus de flexibilité, les prises de réponse et les prises multiples sont interconnectées sur le répartiteur. Lorsqu'un opérateur se branche sur une ligne, la batterie située sur le manchon de son cordon actionne le relais de coupure, ce qui coupe le relais de ligne et son voyant de réponse du circuit. La batterie située sur le manchon fournit également une indication d'occupation sur les cartes « A » et « B » afin d'éviter les doubles connexions. Une variante de la configuration des cartes « A » et « B », utilisée dans les petits bureaux, est la carte combinée. Il s'agit d'une carte « A » avec une carte multiple apparaissant dans la partie supérieure. Avec cette configuration, un opérateur gère l'ensemble de l'appel, y compris la sonnerie de l'abonné appelé. Les contraintes d'espace pour la carte multiple la limitent aux petits bureaux.

Techniquement, la grande promesse du central téléphonique était d'établir un circuit à la demande entre n'importe quelle paire d'abonnés.

Cependant, en s'engageant à accomplir cette tâche, les développeurs du téléphone avaient déclenché une spirale mathématique qui augmentait progressivement la complexité et le coût de la commutation. La croissance du nombre d'abonnés et l'extension géographique de l'interconnexion téléphonique ont créé des progrès considérables dans le nombre de connexions possibles.

Comment gérer ces progrès considérables sans augmentations tout aussi importantes du coût de l'équipement et de la main-d'œuvre était le problème fondamental auquel était confronté le changement de technologie au cours des dernières années.

Le standard téléphonique multiple : résoudre le problème ou le perpétuer ?

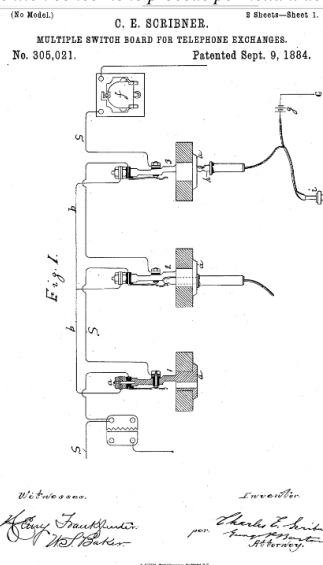
La première grande avancée technique réalisée en réponse à la complexité croissante des grands centraux fut le « standard multiple ».

Le principe essentiel du standard multiple était assez simple : il s'agissait de placer une prise de connexion pour chaque abonné avant chaque opérateur. L'opérateur ne répondait aux appels que de 100 abonnés, comme auparavant, mais au-dessous (ou au-dessus) de son ensemble d'annonceurs se trouvait un ensemble de prises de connexion pour chaque abonné du central.

Les lignes d'abonnés fonctionnaient en série dans toutes les sections du standard. Cela a complètement éliminé le besoin de transférer les appels au sein d'un central téléphonique ; une seule opération était nécessaire pour compléter un circuit de parole. Bien que cela simplifie le processus de connexion, cela complique les circuits et la signalisation. Si un opérateur pouvait se connecter à la ligne d'un abonné sans l'intervention d'un autre opérateur, il fallait alors concevoir un « **test d'occupation** » électrique pour avertir les opérateurs quelles lignes étaient déjà utilisées sur un autre poste opérateur.

Système **Scribner** " **commutateur multiple N° 305 021, obtenu le 9 septembre 1884**

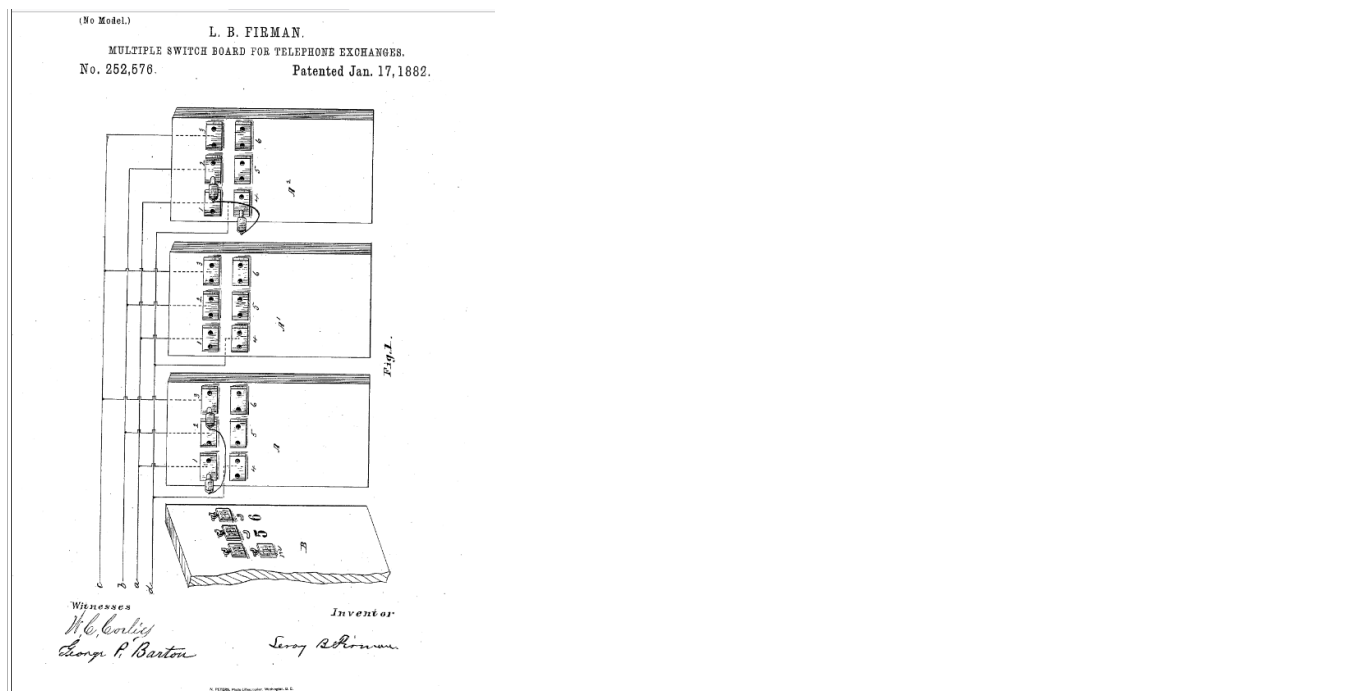
Mon invention concerne le procédé permettant de vérifier si la ligne d'un abonné demandée sur un tableau est utilisée sur un autre tableau.



CARTE DE COMMUTATION MULTIPLE pour centrale téléphonique

Le principe du standard multiple en dérivation a été conçu dès mars 1879 dans le central Western Union de Leroy Firman à Chicago.

Rappel : **LB Firman** était le directeur général de l'*American District Telegraph* dépose un Brevet le **7 janvier 1881** brevet n° **252 576**, accordé le **17 janvier 1882** à la *Western Electric Manufacturing Company*, en tant que cessionnaire de **Leroy B. Firman**.



Un nouveau pas en avant fut constitué par la découverte du **multiple en dérivation**, dont les signaux d'appel, a relèvement automatique, sont situés à la partie supérieure du meuble, ce qui force la téléphoniste, à chaque appel, à fixer son regard d'abord vers le haut du meuble pour lire le numéro d'appel, de transcrire mentalement ce numéro dans celui du jack local correspondant situé à la partie inférieure du meuble et d'enfoncer ensuite une fiche de réponse dans ce jack local. Malgré cet inconvénient, qui était la cause d'une grande fatigue pour la téléphoniste, ce meuble fut considéré, à ce moment, comme un progrès réel, car il permettait d'élever le nombre des communications à l'heure à 125 environ par opératrice.

En raison des complications liées à la conception d'un test d'occupation réalisable, l'utilisation à part entière du multiple n'a commencé qu'en 1883.

En 1885, plusieurs standards téléphoniques avaient été introduits dans quinze villes, allant d'Elgin, dans l'Illinois (14 000 habitants), aux trois plus grands bureaux centraux à New York.

Boston, en particulier, avait pris l'initiative de convertir la totalité de son central à la commutation multiple et, en 1885, John J. Carty, de l'American Bell Telephone Co., basée à Boston, a présenté un article devant la NTEA, approuvant avec enthousiasme la nouvelle technologie.

Après avoir documenté comment il avait réduit la charge de l'opérateur de 25 pour cent, Carty a conclu son rapport avec une déclaration audacieuse : « à mon avis, je considère le problème du tableau de distribution résolu. »

Au cours des quatre années suivantes, l'évaluation optimiste de Carty a semblé être corroborée par l'expérience d'autres villes.

L'évaluation la plus approfondie des problèmes multiples et autres liés à la commutation a eu lieu au cours des trois jours du « Tableau de commutation téléphonique ».

Conférence tenue dans les bureaux de l'American Telephone and Telegraph Company (AT&T) en décembre 1887.

La conférence du standard s'inspire de la très réussie conférence par câble tenue en septembre de la même année pour améliorer les techniques de transmission vocale.

Mais la différence entre les deux rencontres est instructive. La Conférence sur le câble, axée sur des solutions strictement techniques à des problèmes bien définis, était une affaire ponctuelle qui a réussi à formuler des spécifications standard exactes à mettre en œuvre dans l'ensemble des sociétés titulaires de licence Bell.

La conférence téléphonique, en revanche, a soulevé plus de questions qu'elle n'en a répondu. Ses membres ont jugé nécessaire de tenter de définir exactement quelle était la fonction d'un central téléphonique.

Les problèmes identifiés ne se sont pas révélés susceptibles de parvenir à un consensus, et encore moins à une résolution immédiate. Au contraire, les participants à la conférence sont devenus le noyau d'un « comité standard » qui a été aux prises par intermittence avec les mêmes problèmes au cours des huit années suivantes.

La conférence était présidée par **E. J. Hall**, ancien directeur de la bourse de Buffalo et aujourd'hui vice-président et directeur général d'AT&T.

AT&T Co. avait été créée en 1885 pour financer et gérer le développement longue distance. Son ingénieur Angus Hibbard était également présent. La société ABT Co., basée à Boston, était représentée par l'électricien Thomas Lockwood, qui a rédigé le synopsis de la conférence, et par l'ingénieur-conseil Joseph Davis. [Charles Scribner](#) et E. M. Barton représentaient le fabricant de tableaux Western Electric Co. En plus de ces représentants des intérêts nationaux de Bell, dix électriciens et directeurs des plus grandes bourses Bell de Brooklyn, New York, Chicago, Pittsburgh, Cincinnati, Boston, Kansas City, et Saint-Louis y a participé.

La composition de la conférence était une indication de la stratification croissante entre les exigences techniques des grands centres urbains et celles du reste du pays. En effet, la conférence a commencé par « rejeter tous les standards et centraux de moins de 1 000 lignes » parce que les problèmes qui préoccupaient la conférence « ne commencent pas avant que ce nombre ne soit atteint.

Entre autres recommandations relatives au développement à distance, la conférence a donné au groupe son cachet officiel d'approbation." .

Mais la décision la plus importante issue de la conférence a été une définition explicite du rôle de l'échange dans le service téléphonique.

Dirigés par Thomas Lockwood, les participants ont convenu que la compagnie de téléphone devrait assumer autant que possible les fonctions de commutation et de signalisation du service téléphonique. Leur désir de populariser le téléphone et de le faire accepter comme un ustensile indispensable de la vie moderne les a engagés à rendre la commutation aussi transparente que possible pour l'utilisateur.

Le processus d'établissement d'une connexion doit être entièrement géré par des professionnels qualifiés et ne suppose aucune connaissance ou intelligence particulière de la part de l'utilisateur. Comme l'a déclaré E. J. Hall quelques années plus tard, « toute tentative visant à mettre l'utilisateur à notre service et à lui faire faire une partie du travail est un mouvement qui ne va pas dans la bonne direction ».

Le principe de « transparence pour l'utilisateur » a joué un rôle majeur dans les décisions d'acceptation ou de rejet des technologies de commutation et de signalisation au cours des quarante années suivantes. Cela a été un facteur majeur, par exemple, dans la décision du système Bell de résister à la commutation automatique, car le commutateur automatique proposé augmentait en fait la participation de l'abonné au processus de commutation en l'obligeant à composer des numéros. Cette attitude trouve en grande partie son origine dans les problèmes d'organisation rencontrés pour changer de contrôle efficacement sans introduire l'élément aléatoire et incontrôlable de la participation des abonnés. Il a également milité contre la division du travail dans l'établissement de liens. Les dirigeants souhaitaient concentrer toutes les opérations nécessaires au rapprochement de deux abonnés entre les mains d'un seul opérateur, capable de mener à bien le processus et d'assumer l'entière responsabilité du raccordement. C'était une autre bonne raison d'adopter le standard multiple, qui a permis d'atteindre cet objectif. Comme l'a souligné Thomas Lockwood lors d'un débat sur les mérites de l'ancien et du nouveau standard, le **système de transfert** « a besoin de l'intelligence coopérative de deux personnes pour établir une connexion », tandis que « dans l'équivalent du fil principal utilisé dans le multiple, l'intelligence d'une seule personne est requise.

Malgré le fort soutien apporté par la conférence au multiple, les participants avaient déjà commencé à affronter certains de ses problèmes latents. Les améliorations d'efficacité du multiple étaient presque entièrement dues à l'élimination des connexions transférées.

Cependant, il n'y est parvenu qu'en augmentant considérablement le nombre de fils et de prises de connexion dans un central. La Metropolitan Telephone Co. de New York avait déjà découvert que la construction d'un standard multiple de 10 000 lignes pour l'ensemble de la ville coûterait plus de deux fois plus cher que la construction de trois bureaux centraux plus petits et dispersés et le maintien de certaines lignes réseau.

En effet, le standard multiple avait, à un niveau supérieur du système téléphonique, adopté sans réserve cette augmentation mathématique des facilités de connexion que le central lui-même a été inventé à l'origine pour éviter.

Au sein du central téléphonique, il faisait passer une ligne directe pour chaque abonné d'une section du tableau à toutes les autres sections, tout comme un système téléphonique primitif et sans échange pouvait faire passer un fil direct de chaque téléphone à chaque autre.

À ce stade de l'évolution de la commutation, les coûts et les délais associés à l'utilisation de « l'intelligence coopérative de deux personnes » pour établir une connexion étaient si rébarbatifs que la multiplication des appareils physiques semblait pour la plupart une alternative préférable.

Par conséquent, la quantité de prises et de fils dans un standard multiple augmentait comme le carré du taux d'augmentation du nombre d'abonnés.

Pour les centraux comptant entre 500 et 3 000 abonnés, l'installation supplémentaire semblait valoir les économies en termes d'efficacité et de main d'œuvre. Mais combien de temps cette augmentation géométrique pourrait-elle durer avant que les déséconomies ne recommencent à s'installer ?

Retour à la planche à dessin

Carty avait salué le multiple comme la solution au problème du standard en 1885.

Il n'a fallu que six ans pour lui prouver qu'il avait tort. À l'été 1891, les déséconomies d'échelle et divers problèmes techniques étaient devenus suffisamment inquiétants pour inciter à la formation d'un comité spécial. Une note rédigée par Joseph Davis d'ABT affirmait que « bien que le standard multiple sous sa forme actuelle soit maintenant d'usage général et semble répondre aux nécessités du cas mieux que tout autre, il est évident qu'un sentiment de malaise existe toujours dans les esprits. de bon nombre de nos plus grands penseurs concernant son emploi permanent.

Le groupe s'était révélé sensible à un certain nombre de difficultés électriques. Mais ces bugs techniques ont pu être et ont été rapidement surmontés grâce à des perfectionnements dans les circuits. La véritable source de « malaise » était fondamentale dans la conception du multiple. Dans les centraux des grandes villes, les parties du multiples menaçaient de devenir si grandes qu'un seul opérateur ne pouvait pas atteindre toutes les prises. (À cette époque, la taille minimale d'une prise de jonction était d'environ un demi-pouce carré, et seulement 6 000 d'entre eux pouvaient être disposés à portée d'un opérateur.)

Au moment où il en est arrivé là, le coût énorme de la multiplication des prises et les fils ont commencé à faire des ravages.

Ces problèmes freinaient sensiblement la croissance de la téléphonie. Les abonnés devenaient réticents à propos des tarifs. À New York, le tarif professionnel atteignait 240 dollars par an. Le rapport annuel de l'ABT pour 1892 a jugé nécessaire de mentionner et de contre-critiquer le fait que les taux dans les grandes villes étaient trop élevés par rapport à ceux des petites villes en faisant appel aux déséconomies de change. Le taux de croissance du nombre d'abonnés était tombé à 5 pour cent par an ou moins. Les sociétés d'exploitation elles-mêmes devenaient aussi tendues que leurs abonnés. Comme Scribner l'a souligné au comité, ils se sont abstenus de commander les appareils de commutation dont ils avaient besoin ; dans certains cas, [ils] ont refusé des abonnés parce qu'ils n'avaient pas d'installations pour les connecter aux centraux ; et ils sont aujourd'hui dans l'impossibilité de passer des commandes d'appareils de standardisation parce qu'ils ne savent pas de quel type d'appareils ils ont besoin.

Pour ajouter aux malheurs des sociétés d'exploitation, le problème des lignes réseau était de retour. Dans les grandes zones métropolitaines, un nombre croissant de connexions assurées s'effectuaient entre abonnés desservis par différents bureaux centraux.

Les liaisons partagées étaient plus prononcées à New York et à Chicago, où seulement 40 et 50 pour cent des connexions, respectivement, étaient locales à un bureau. Les problèmes liés aux connexions à ressources partagées entre les centraux étaient exactement les mêmes que ceux qui avaient affecté les connexions de transfert au sein des bureaux de commutation dix ans plus tôt : ils prenaient plus de temps, mobilisaient deux opérateurs et étaient plus sujets aux erreurs : dans ces centres vastes et dispersés, la boucle était revenue au problème de l'utilisation de « l'intelligence coopérative de deux personnes » pour établir une connexion, uniquement à un moment donné. composant de niveau supérieur du système (connexions inter-bureaux plutôt qu'intra-bureaux).

Le Comité des standards et appareils téléphoniques était un groupe de sept hommes représentant AT&T, ABT, Western Electric et les bourses de Boston, New York et Chicago. Encore une fois, E.J. Hall l'a présidé. Le groupe s'est réuni six fois, de juillet 1891 à mai 1895. Sa composition a légèrement changé au cours de cette période, Davis supplantant finalement Hall à la tête. Après une année de faux débuts, ses archives documentent une révolution dans la signalisation, l'alimentation électrique et l'organisation qui a résolu le problème du standard pendant de nombreuses années.

Bien que les archives du comité fournissent la documentation la plus complète sur le type de problèmes qui ont conduit à cette révolution, le comité lui-même était rarement responsable des changements. Beaucoup de ses recommandations se sont révélées erronées et ses propositions se sont souvent révélées sans issue. Il s'agissait plutôt d'un forum précieux où de nouvelles idées pouvaient être présentées pour discussion et évaluation, puis testées dans les échanges locaux.

Les deux premières réunions du comité ont exposé les problèmes et mis en œuvre deux innovations : un standard dans lequel les prises étaient placées horizontalement plutôt que verticalement pour augmenter la capacité des opérateurs, et un « système d'échange de lignes combinées » qui utilisait des lignes réseau partagées plutôt que des lignes individuelles pour se connecter. abonnés au central.

Des modèles fonctionnels des deux types ont été construits par les ingénieurs d'AT&T et de Western Electric et évalués lors des réunions du comité. Les deux étaient des impasses.

- **Le standard horizontal** a réussi à réduire quelque peu la multiplication des équipements, mais le placement des annonceurs au-dessus les rendait plus difficiles à voir et à atteindre, et la disposition horizontale avait tendance à emmêler les cordons et à provoquer des interférences entre les opérateurs lors des connexions. »

- **Le système de lignes combinées**, en revanche, n'a pas été un échec complet. Bien que cette technologie spécifique n'ait jamais été adoptée, elle représentait la première prise de conscience du système Bell selon laquelle les installations de lignes partagées pouvaient être une source de grandes économies plutôt qu'une cause de maux de tête, de dépenses et de retards.

Le plan de lignes combinées reposait sur un principe fondamental de l'ingénierie du trafic : étant donné que le nombre de circuits utilisés simultanément est toujours bien inférieur au nombre total d'abonnés, seules les installations suffisantes pour gérer la charge de pointe doivent être fournies. Si oui, pourquoi faire passer 1 000 lignes distinctes à 1 000 abonnés ? Pourquoi ne pas y installer un câble contenant seulement 100 circuits et trouver un moyen de permettre aux abonnés de se brancher sur ceux qui ne sont pas utilisés ? De cette façon, les installations pourraient être partagées tout en conservant les avantages de la confidentialité et de la signalisation individuelle.

Le modèle de fonctionnement des lignes combinées était pratiquement une réinvention de l'ensemble du système téléphonique. Cinq lignes réseau desservaient vingt à quarante abonnés. Le téléphone était équipé d'une prise ; Chaque fois qu'un abonné souhaitait se connecter, il se dirigeait vers son téléphone et insérait une fiche dans la prise de la première ligne interurbaine gratuite. L'insertion de la fiche a déclenché un signal sur tous les autres postes du faisceau, indiquant que la ligne était utilisée, et a provoqué la chute d'un volet du standard du central. Le nouveau système permettait d'appeler les abonnés pendant qu'ils parlaient, car ils pouvaient être contactés via une autre ligne interurbaine ouverte. Il permettait de relier des compteurs automatiques à une ligne, permettant ainsi aux appelants de voir leur facture s'additionner. Cela simplifiait et réduisait la taille du standard, puisque les prises et les prises n'étaient nécessaires que pour les lignes principales plutôt que pour chaque abonné individuel.

Hall et le reste des participants étaient très enthousiasmés par l'échange de lignes combinées. Comme l'a déclaré Hall, « l'aspect le plus attrayant est peut-être la possibilité qu'il offre de proposer un service à très bas prix pour répondre aux besoins des petits clients ».

Pourtant, après la deuxième réunion du comité du standard en octobre 1891, lorsque les dessins du modèle furent exposés, on n'entendit plus guère parler du projet de ligne combinée. Contrairement au standard horizontal, il n'a jamais été explicitement rejeté par la commission. L'explication la plus probable de sa non-adoption pourrait être les problèmes de signalisation dus à la relation impersonnelle entre l'abonné et l'opérateur. Étant donné que n'importe quel abonné du groupe de lignes réseau pouvait se présenter au standard sur n'importe quelle ligne, l'opérateur n'avait aucun moyen de savoir quel abonné contacter en cas de rupture de connexion. Il se peut également que son développement ait été dépassé par d'autres innovations qui promettaient des économies identiques, voire supérieures.

Les deux premières réunions du comité ont effectivement abouti à une amélioration importante du standard multiple.

Les difficultés électriques mentionnées ci-dessus ont été éliminées par l'invention du tableau **multiple** « **borne de dérivation** », qui utilisait un fil de terre commun et disposait d'un fil de test séparé pour chaque prise.

Mais il existe une distinction claire et importante entre les domaines dans lesquels les premières réunions du comité ont réussi et ceux dans lesquels elles ont échoué. Les problèmes qui pouvaient être résolus par la construction de circuits et de machines plus raffinés ont été résolus.

Les problèmes qui n'étaient pas électriques ou mécaniques mais organisationnels, tels que les canalisations et les déséconomies d'échelle, ont échappé au comité. Comme le conclut Hall, « les travaux du comité n'ont abouti, comme on l'espérait, à aucune suggestion tendant à réduire le coût du standard. Au contraire, même si nous disposons d'une meilleure planche qu'auparavant, nous en avons également une qui est plus chère.

Vers une organisation scientifique du central :

Les troisième et quatrième réunions des comités de standard, tenues en mars et mai 1892, marquent un tournant dans la lutte du système Bell contre le problème du standard. À l'état embryonnaire, quatre idées ont finalement ouvert la voie à l'expansion illimitée de la commutation téléphonique : (1) l'ingénierie du trafic, (2) le standard divisé, (3) le signal lumineux et (4) la batterie commune.

La solution n'est pas apparue sans heurts. Les années 1892 à 1897 ont été marquées par tant de bouleversements et d'expérimentations dans le domaine de la commutation et de la signalisation qu'Angus Hibbard a estimé la durée de vie attendue d'un tableau de distribution à un ou deux ans maximum. Toutes les innovations critiques répertoriées se sont développées indépendamment les unes des autres. En 1900, cependant, ils avaient convergé vers une technologie et une pratique de commutation matures qui constituèrent la base des quatre décennies suivantes de croissance du service téléphonique.

La base de l'ingénierie du trafic est l'observation scientifique des modèles d'appel et l'utilisation des données ainsi recueillies pour maximiser l'efficacité d'un centre. Les travaux de la troisième réunion du comité du standard se distinguent à cet égard de ceux qui l'ont précédé. La réunion contient ou fait référence à quatre études détaillées de trafic. Contrairement aux statistiques d'échange informelles et incommensurables qui avaient été recueillies auparavant par la NTEA, les rapports statistiques de cette réunion se rapprochent d'expériences scientifiques ciblées. Les données ont été collectées et analysées pour tester une hypothèse spécifique. La méthode de collecte des données était systématique et reproductible.

« Le moteur de ce changement était le désir de lutter contre les déséconomies du multiple. Dans un rapport, E. J. Hall a utilisé les enregistrements de la bourse de Buffalo pour

compiler un rapport massif sur les modèles d'appels parmi ses abonnés. Le rapport de Hall faisait partie d'une tentative visant à trouver un moyen de diviser un grand tableau multiple en deux parties plus petites et moins coûteuses.

Bien entendu, l'obstacle à cette réalisation était auparavant que le coût et les inconvénients des appels partagés entre deux cartes étaient considérés comme supérieurs aux économies de câbles et de prises. Mais une analyse du trafic comme celle qu'il avait préparée, soutenait Hall, leur permettrait de diviser les abonnés en deux groupes relativement autonomes et de maintenir les liaisons au minimum.

Poursuivant le lien entre l'analyse du trafic et la planification des installations d'échange, ABT entreprit en 1893 une étude du bureau central de Chicago. L'étude a été supervisée par Hibbard, qui a préparé une méthode standard et un formulaire de données qui ont ensuite été diffusés à d'autres bourses par l'intermédiaire du comité du standard. La méthode utilisée par Hibbard pour recueillir des statistiques de trafic, connue sous le nom de « compte de points », est devenue un outil standard d'ingénierie du trafic à l'ère de la commutation manuelle. » En 1895, la prise et l'enregistrement des données de comptage étaient standardisés dans toutes les sociétés Bell par le comité du standard. Les données de trafic étaient utilisées pour égaliser la charge des opérateurs, augmentant ainsi leur capacité et réduisant la taille du standard, et pour identifier le quantité minimale de lignes principales nécessaire pour gérer le trafic de pointe circulant entre deux bureaux centraux.

Les problèmes liés au changement sont toutefois apparus plus clairement dans les propositions visant à abandonner complètement le principe multiple et à mettre en œuvre ce qu'on a appelé un « *échange divisé* ». Dans un certain sens, l'échange divisé constituait une rupture radicale avec la technologie de commutation existante. Plutôt que de tenter de réduire ou d'éliminer le besoin de coopération des opérateurs pour établir une connexion, il a adopté sans réserve la division du travail. Dans un autre sens, le commutateur divisé était un retour au standard prémultiple, mais avec de nouvelles techniques de signalisation. Le nombre et la variété de ces propositions entre 1892 et 1895 montrent que l'organisation des opérations d'échange (commutation) était en pleine effervescence.

Les échanges divisés utilisaient deux opérateurs ou plus sur des tableaux distincts pour établir une seule connexion. En effet, chaque appel devenait un appel transféré. Cela a éliminé le besoin d'une multiplication coûteuse des équipements et a rendu plus facile pour le système de gérer de grands volumes de canalisations. Les partisans de tels systèmes ont compris que le partage des responsabilités pour établir une connexion nécessitait une coopération rapide et routinière entre les opérateurs et une signalisation pratiquement automatique et sans erreur. Ils ont ainsi été contraints de repenser et de rationaliser le processus de traitement des appels : comment signaler une ligne occupée ? Que s'est-il passé lorsqu'une mauvaise connexion a été établie ? Comment les opérateurs ont-ils appris que l'abonné pouvait être déconnecté ? En focalisant l'attention sur ces questions, le central divisé a apporté une contribution durable aux opérations téléphoniques.

Les propositions se sont présentées sous diverses formes.

Lors de la quatrième réunion du comité du standard, **E. J. Hall** a proposé un « *standard divisé* » qui allait bien au-delà de son idée antérieure de diviser le groupe en fonction des modèles de trafic. Il séparait physiquement et fonctionnellement les opérateurs qui répondaient aux abonnés de ceux qui les mettaient en relation avec l'abonné souhaité.

Le central téléphonique était divisé en deux types de standards appelés tableaux A et B.

Les centraux divisés renversaient complètement le principe de centralisation des standards multiples : chaque appel était traité comme une connexion interurbaine sur deux types différents de standards - un tableau A et un tableau B - et nécessitait deux opérateurs ou plus pour établir chaque connexion. Les demandes d'appels entrants étaient reçus sur un tableau A et étaient acheminées vers le tableau B approprié. (jusqu'à 8 000 abonnés). Les cartes B étaient équipées de prises complètes pour 100 abonnés.

Les lignes principales de plusieurs cartes B étaient connectées à une carte A. L'opérateur A répond à toutes les demandes d'appel et, à l'aide d'un circuit d'appel, notifie l'opérateur B approprié qui, à son tour, indique le numéro de ligne réseau correct à l'opérateur A.

La division des échanges a résolu les déséconomies d'échelle associées à la commutation vers les grands échanges, mais elle n'a guère contribué à la construction du système envisagé par Bell. Au contraire, ces échanges divisés ont exacerbé les différences technologiques entre les grands réseaux urbains et ceux des petites villes. Alors que les échanges divisés sont devenus d'usage courant dans les grandes villes comme San Francisco, Chicago et New York au milieu des années 1890, les petites villes ont continué à utiliser des tableaux multiples modifiés.

Tant que les centraux téléphoniques restaient essentiellement des réseaux locaux, l'utilisation de technologies de commutation différentes n'avait pas d'impact énorme, mais l'incompatibilité technique est rapidement apparue comme un problème lorsque les expériences de transmission longue distance de l'American Bell Telephone Company ont commencé sérieusement.

À peu près au même moment, le président **Sabin** de la *Pacific Telephone Co.* développa une division différente du travail pour son central de San Francisco. **Le « système express »**, comme on l'appelait, traitait de la complexité en établissant une hiérarchie. Il a également été le premier à s'appuyer sur le commutateur pour envoyer automatiquement les signaux de l'abonné au central.



1894 Le «**Système express**» de Sabin en fonctionnement du multiple de San Francisco de la Pacific Telephone & Telegraph Co.

Le système Express de Sabin a été le premier à s'appuyer sur le commutateur pour envoyer automatiquement les signaux de l'abonné au central.

En 1895 Plus de 10 000 abonnés sur la côte du Pacifique étaient desservis par le système Sabin's Express.

En 1894, la Chicago Telephone Co. a mis en œuvre un système express conçu par Hibbard et Sabin dans deux de ses bureaux.

En 1896, environ 15 pour cent des abonnés de Chicago en étaient desservis. " Moins de dix ans plus tôt, le **standard multiple** avait été développé pour éviter les dépenses liées aux liaisons et à la division du travail. Aujourd'hui, les liaisons et la division du travail étaient adoptées comme la solution à la cherté du multiple.

La se termine ce récit de MILTON MUELLER

Novembre 1899

Le nouveau système d'exploitation d'un réseau téléphonique («Common Battery System») de la *Western Electric Manufacturing Company* par M, le Dr A. TOBLEB, Professeur à l'école polytechnique de Zurich.

Lors d'une visite récemment faite aux vastes usines de la Western Electric Company (Société de matériel téléphonique G. *Abolard* & Cie) à Paris, on nous a montré un nouveau système d'exploitation d'un réseau téléphonique, dispositif qui présente un intérêt tout particulier. C'est grâce à la bienveillance de M. Francis Welles, directeur général de la Société *LMT*, et de M. André, l'aimable électricien en chef, que nous avons pu examiner, avec tous les loisirs, tous les détails de l'arrangement ; les fruits de notre travail forment le sujet de la communication que nous offrons à nos lecteurs.

Le système "*Common Battery*" a pour but de supprimer les piles microphoniques chez les abonnés, de même les magnétos, et de remplacer, au poste central, les électros annonciateurs à clapets par des relais de construction fort simple, actionnant de petites lampes à incandescence.

La première partie du "*Common Battery System*" n'est pas d'origine récente.

En 1884, M. le Dr A. von Wursterberger a fait une conférence sur la téléphonie à Vienne, reproduite par l'*Elektrotechn. Zeitschrift* (Vienne, vol. 2, p. 627 et 654), dans laquelle il décrivait un arrangement, inventé d'après lui par M. le **D r M. Hipp**, de Neuchâtel, qui supprimait en effet la pile microphonique et par conséquent la bobine d'induction de l'abonné, le magnéto d'appel pourtant tenait sa place. Le *microphone Hipp* à grande résistance fonctionnait comme transmetteur, les piles microphoniques (une pour chaque paire de fiches) étaient placées au poste central. Il paraît que ce mode d'exploitation a été appliqué avec succès au réseau téléphonique de la ville de Brescia

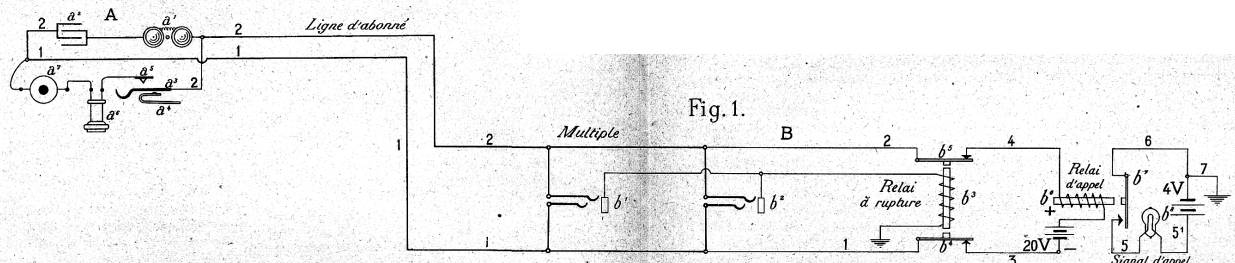
(italie).

M. Kempster W. Miller, de Chicago, a récemment publié une série d'articles sur le "Common Battery System" dans l'Electrical World, tirés évidemment de spécifications de brevets américains ; d'après lui, le dispositif attribué à M. de Wursterberger à M. Hipp, aurait été inventé en 1881 par M. Georges Anders et perfectionné par MM. Price et Barrett; malheureusement M. Miller ne fournit pas de preuves à cette assertion.

Quoi qu'il en soit, ce mode d'exploitation avait l'inconvénient de nécessiter un nombre considérable de piles, en outre, lors de la communication de deux abonnés, un él de conversation, polarisé, à assez forte self-induction, restait intercalé en série. Il paraît que d'autres inventeurs, notamment aux Etats-Unis, ont trouvé des solutions plus avantageuses, on les trouvera dans les articles cités de M. Miller.

Nous allons maintenant examiner le nouveau système de la Western Electric Company, en nous basant sur les dates et plans récents, que M. Welles a bien voulu mettre à notre disposition.

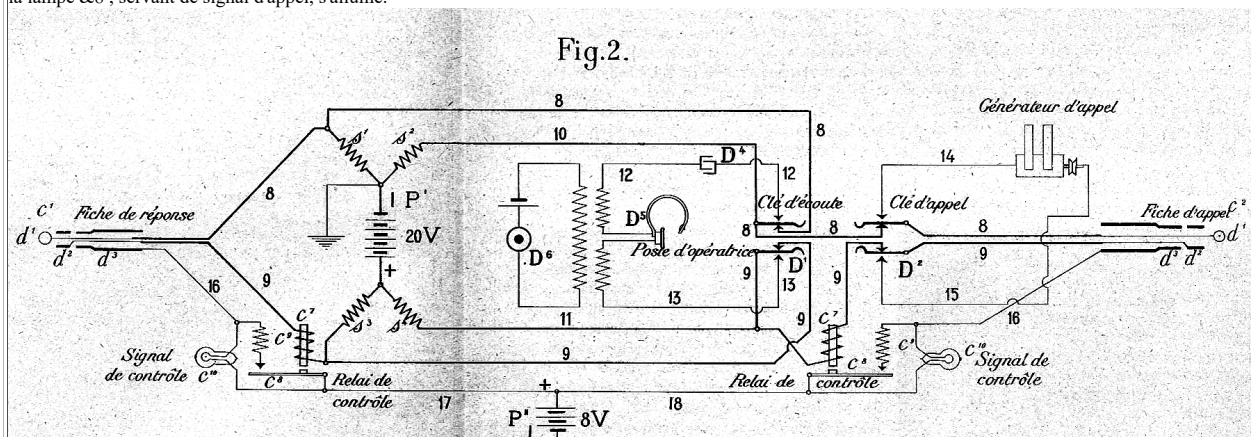
Planche annexée à l'Article : Le nouveau système d'exploitation d'un réseau téléphonique, par M. le D R TOBLER . N° 11 du 25 Novembre 1899.



2 font voir l'arrangement complet d'un poste d'abonné A supposé à double fil, et du bureau central.

Examinons d'abord le premier.

Il contient un microphone à grande résistance a7, un téléphone récepteur a6, un condensateur a2, d'une capacité de 0,15 à 0,75 microfarads, une sonnerie polarisée aj à forte résistance (1000 ohms), un crochet commutateur a3 ab. Au bureau central, la double ligne 1—2 aboutit aux jacks du multiple, b1, b2, passe par les deux armatures b4, b5, du "relais de rupture" et à travers une pile d'accumulateurs donnant 20 volts à l'électro du "relais d'appel". La résistance du poste d'abonné A étant pratiquement infinie, à cause du condensateur a2, la pile du central n'émet pas de courant, donc l'armature b7 du relais d'appel reste éloignée des pôles et le circuit de la lampe d'appel se trouve interrompu. L'abonné A, voulant appeler le bureau central, détache son téléphone du crochet commutateur, alors la sonnerie a1 et le condensateur a2 se trouvent mis en court circuit ou plutôt shuntés par le circuit relativement peu résistant qui comprend le récepteur et le microphone. Donc la résistance de la double ligne atteint une "valeur finie" et le courant de la pile du central prend le chemin suivant: Pôle +, électro du relais d'appel, 4, b5, 2, abonné A, a3, a5, a6, a7, 1, central, b4, pôle — de la pile. L'armature &7 est attirée et la lampe &8, servant de signal d'appel, s'allume.



Avant d'aller plus loin, occupons-nous de l'arrangement du joncteur (fig. 2).

Nous y remarquons d'abord la pile d'accumulateurs de 20 volts destinée à agir sur les microphones des abonnés, deux fiches à 3 contacts, pour lesquelles nous adoptons les désignations d'atelier dues à M. André qui expriment très bien la chose ; savoir la tête (d1), la nuque (d2) et le corps (d3). Nous voyons également deux relais de contrôle constitués par des électros tubulaires cv deux lampes servant de signaux de contrôle ou de supervision c10, un poste micro-téléphonique D5 dans le circuit secondaire duquel est intercalé un condensateur D4, une clef d'écoute et d'appel combinée D1 D2, un générateur magnéto et enfin un translateur ("repeater") d'une construction particulière qui est représenté dans la fig. 2 par ses 4 enroulements s1 s2 s3 s4. Il consiste en deux noyaux composés de minces fils de fer recuits dont les enroulements sont en réalité superposés ; pour mieux faire comprendre son fonctionnement, la fig. 3 représente l'appareil avec ses enroulements placés côte à côte (s1 s2 = s3 s4 = 40 Ohms).

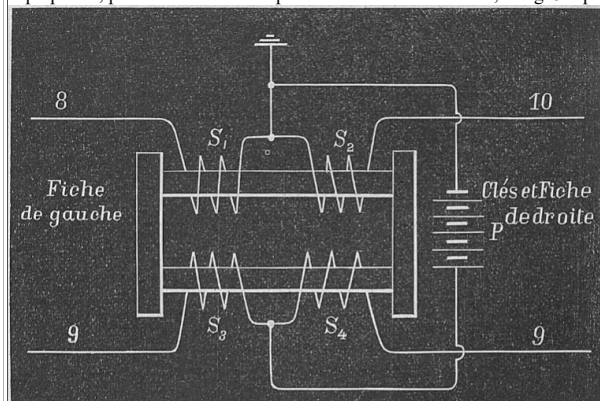


fig3

Suivons maintenant les opérations du central lors de la réception de l'appel fait par l'abonné A (fig. 1 et 2).

La lampe „signal d'appel" s'allumant, la téléphoniste insère la fiche G1 dans le jack individuel b2. La tête de C1 entre en communication avec le ressort du jack relié à la ligne 1, la nuque avec le ressort relié à 2, le corps avec la bague. La clef D1 se trouvant placée sur "écoute", le courant partant du pôle + de la pile de 20 volts prend le chemin suivant : s3, relais clé gauche (c7), 9, nuque de C1, ligne 2, poste de l'abonné A, a3, a5, récepteur a6, microphone a7, ligne 1, tête de la fiche, s1, pôle — de la pile. Donc l'opératrice peut communiquer avec l'abonné. Mais l'insertion de c1 dans le jack b2 a produit un effet supplémentaire. La pile auxiliaire P" de 8 volts se trouve fermée, savoir : pôle + bifurcation entre la lampe de contrôle c10 et son shunt c9, corps de la fiche, bague du jack, par l'électro du relais à rupture 63 à la terre. Ce relais attirant ses armatures rompt la communication des lignes 1—2 avec l'électro du relais d'appel b6, ce dernier devient inerte et la lampe d'appel b8 s'éteint.

La lampe de contrôle c10 reste éteinte, puisque son shunt c9 étant fermé par l'armature de c7, absorbe la plus grande partie du courant émis par P" dans le circuit que nous venons de décrire.

Si l'abonné A parle maintenant les variations de résistance du microphone produisent un courant ondulatoire qui a pour effet de faire varier le champ magnétique à l'intérieur du noyau du translateur. Ces variations de flux magnétique sont embrassées par les enroulements s_2 et s_4 (fig. 2 et 3) et se traduisent dans le circuit 10, 12, 13, 11 par un courant ondulatoire identique au précédent qui agit sur le récepteur de la téléphoniste. Dans ce cas le translateur joue le rôle d'une simple bobine d'induction.

L'abonné A ayant demandé l'abonné B, la téléphoniste, en laissant la clef D1 sur écoute, procède à l'essai („test“) de la ligne demandée, que nous désignons par 1'—2'. Elle touche avec la tête de la fiche c 2 la bague d'un jack de 1'—2'. La ligne étant libre, le régime du courant de la pile dans le circuit (fig. 2) s 2 10, 12, D 4, D 5, 13, 11, varie pas, puisque dans le fil qui relie les bagues de l'abonné B à son relais à rupture et à la terre, il n'y a pas de force électro-motrice. Le condensateur D 4 reste donc le récepteur silencieux. La ligne 1'—2' étant occupée, voici ce qui se produit. Nous avons vu que lors de l'insertion d'une fiche dans un jack, le pôle -f- de la pile auxiliaire P" relié au corps de la fiche, met ce dernier en communication avec la bague du jack individuel et des jacks généraux de l'abonné. Donc, la ligne 1'—2' étant occupée à une autre table, le pôle + de P" (commune à toutes les tables du central) sera relié aux jacks de B. Au moment où la tête de la fiche c2 touche la bague, la charge du condensateur D4 subit une variation due à la différence de potentiel des piles P' et P", que le récepteur accuse par un claquement. La tête de c 2 étant enlevée de la bague, la charge initiale du condensateur se trouve immédiatement rétablie. Si la „tête“ indique que la ligne est libre, la téléphoniste enfonce la fiche c 2 dans le jack de B. Comme celui-ci a son récepteur accroché, la résistance 1'—2' est infinie, par conséquent le relais de contrôle c 7 reste inerte, donc le courant de la pile P" passe par la lampe c 10, corps de la fiche c 2, bague du jack, agit sur le relais à rupture de la ligne 1'—2' et sépare celle-ci de son relais d'appel. En déplaçant le levier de la clef combinée, la téléphoniste met d'abord la clef D t au repos, c'est-à-dire qu'elle isole son poste microphonique du circuit de conjonction 8—9, puis en continuant à agir sur ce levier, elle actionne la clef D 2

*T qui lance le courant du générateur magnéto-électrique dans 1'—2' et fait marcher la sonnerie de l'abonné B. Dès que la téléphoniste cesse d'appuyer sur le levier de la clef J combinée, ce levier se met automatiquement dans une position médiane de repos pour les 2 clefs D, et D 2 ce qui remet les circuits dans la disposition du schéma fig. 4.

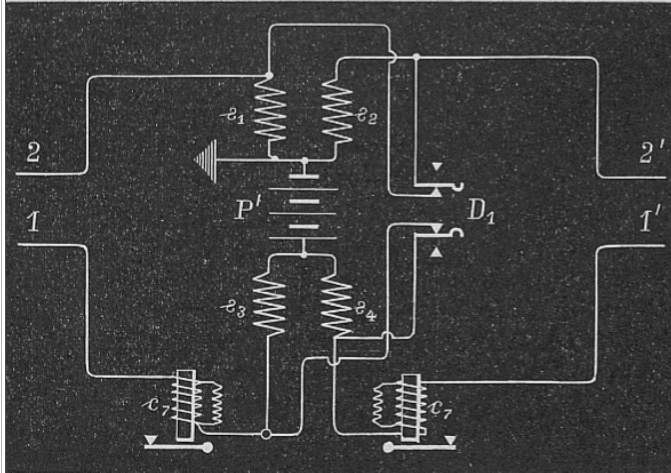


Fig 4.

En réponse à sa sonnerie d'appel, l'abonné B décroche son récepteur, ce qui réduit la résistance de sa ligne à une valeur finie, donc le courant de la pile P' prend le chemin suivant: Pôle + s 4, 11 relais c 7, clef D2, nuque d 2 de c2, ligne, 2', 1', tête de c 2, clefs D2, D t 10, s2, pôle — de P1. Le relais c7 attire son armature, ferme par conséquent le shunt c9 et éteint la lampe c 10. L'extinction de la lampe c 10 correspondant à la fiche d'appel c 2 indique à la téléphoniste que l'abonné B a répondu à son appel. La lampe c 10 est donc un signal qui permet à la téléphoniste d'avoir une supervision ininterrompue sur l'abonné demandé B, sans qu'il soit nécessaire de laisser la clef D1 sur écoute. La téléphoniste peut donc, après avoir appelé l'abonné demandé, s'occuper des autres communications en cours, au grand bénéfice de la rapidité de son service. La supervision ininterrompue des deux lampes c 10 constitue, au point de vue de l'exploitation, un avantage réel qui se traduit par une économie de personnel et de matériel, attendu que la rapidité et la facilité du service permettent d'augmenter dans une forte proportion le nombre d'abonnés par téléphoniste. Dans certains réseaux, tels qu'à Cleveland, on peut confier jusqu'à 300 communications par heure à une téléphoniste expérimentée.

Pendant la mise en communication des abonnés A et B, nous sommes en présence du schéma fig. 2 indiquant que les variations du transmetteur engendrées, disons dans le microphone de A passent directement au poste B comme si les deux postes étaient reliés par un circuit métallique ordinaire. La fig. 4 montre ce circuit simplifié.

La conversation terminée, les abonnés A et B raccrochent leurs récepteurs, donc la résistance des lignes 1—2, 1'—2' devient infinie, les relais de contrôle c1 lâchent leurs armatures. Les circuits des shunts c 9 étant rompus, les deux lampes de contrôle c10 s'allument ce qui sert de signal de fin de conversation. La téléphoniste retire donc les fiches c1—c 2 de leurs jacks. On remarque que pendant la communication des abonnés les deux relais de contrôle c7 restent embrochés dans le circuit. Pour que leur self-induction n'intervienne pas d'une façon gênante (fig. 4), on les a munis de shunts dépourvus de self-induction, mais ayant une résistance telle que, ne nuisant pas à l'action des armatures, ils remplissent bien le but en question.

Il y a en réalité une troisième clef D 3 sur la planchette (key board) commune à toutes les clefs d'appel et qui dessert les postes greffés sur les circuits 1—2, 1'—2' („party lines“); ces postes sont d'un côté reliés à la terre, donc la clef D 3 possède aussi une terre. Nous ne nous arrêtons pas à ce sujet, puisqu'il ne présente pas un intérêt général, la disposition de plusieurs postes greffés sur un même circuit étant peu répandue sur le continent.

Dans quelques réseaux américains, notamment dans celui de la ville de Cleveland, on a modifié l'arrangement du conjoncteur fig. 2. On a intercalé dans le fil 17, partant du pôle positif de la pile P" un relais dont le circuit local agit sur une lampe de contrôle placée dans le bureau du directeur du poste central.

Ce relais est à double enroulement; à l'entrée les deux fils a, b sont reliés ensemble et attachés au pôle -f- de P". La sortie du fil a traverse la lampe c 10 (fig. 2) et se rend au corps de la fiche cv la sortie du fil b est en communication avec le pivot de l'armature du relais cv On voit donc que le relais supplémentaire maintiendra son armature constamment attirée, que le courant de P" passe sur la lampe c 10 ou le shunt c7, de sorte que la lampe du surveillant restera allumée pendant la durée de la conversation des abonnés A et B.

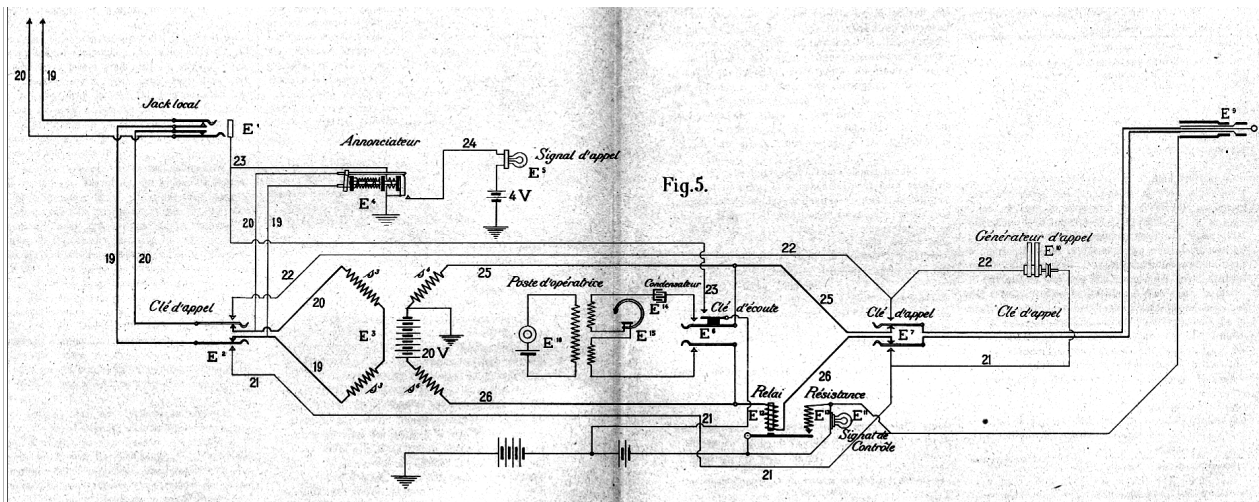
Nous pensons que nos lecteurs admireront, de concert avec nous, l'élégante simplicité de fonctionnement du „Common battery System“ qui assure à la téléphoniste une grande liberté d'action. Si par exemple, un abonné demandé ne répond pas, l'opératrice s'en aperçoit et elle peut répéter l'appel sans devoir se remettre sur écoute. **Si, pendant le cours d'une communication déjà amorcée, un des deux postes extrêmes veut appeler l'attention de la téléphoniste, il n'a qu'à soulever et abaisser plusieurs fois son crochet commutateur, pour provoquer une série d'éclats de lumière à un signal de supervision qui attire forcément l'attention.** Un abonné peut quitter momentanément son poste sans risquer de retrouver sa communication interrompue.

Le signal de fin de conversation par l'allumage simultané de deux lampes ne peut donner lieu à une fausse interprétation et ne nécessite pas la manœuvre de la clef d'écoute comme dans le système ordinaire, et enfin la discrétion du secret téléphonique augmente d'une façon notable, comme il est aisé de le voir.

Dans le système „Common battery“, il faut que le microphone transmetteur ait lui-même une résistance dominante dans le circuit total; il doit pouvoir faire varier sa résistance dans de grandes limites. Un bon transmetteur répondant à ces conditions peut être obtenu en ôtant à peu près les 2 / 3 0111 es 3 A du charbon granulé contenu dans les microphones „solid back“ bien connus. Arrangé de cette façon, le „solid back“ présente, au repos, une résistance d'environ 100 ohms.

Lorsque le transmetteur est en mouvement, cette résistance varie de 20 à 1500 ohms. Ces limites suffisent pour assurer une bonne transmission sur les lignes téléphoniques les plus longues employées dans la pratique.

La fig. 5 représente le conjoncteur employé au bureau central pour mettre une ligne interurbaine en communication avec une ligne quelconque d'abonné.



La ligne interurbaine 19—20 est reliée directement au jack local Ei de la table interurbaine. Les contacts de repos de ce jack sont reliés aux ressorts de la clef d'appel, dont les butoirs de repos reçoivent les extrémités des enroulements s 3 du translateur. En outre, entre 19 et 20 est greffé l'électro-annonciateur à clapet et à relèvement automatique E 4 (self restoring shutter) du nouveau modèle de la Western Electric C°. La chute du volet de cet annonciateur provoque la fermeture du circuit de la pile locale agissant sur la lampe d'appel E 5. Les bornes extérieures des enroulements s 4 et s 6 du translateur sont reliées comme dans la fig. 2, aux conducteurs 25, 26 venant de la tête et de la nuque de la fiche d'appel E 9. Au moyen de la clef d'écoute E G, la téléphoniste se relie au circuit 25, 26, et parle au travers du translateur avec la ligne interurbaine 19—20. En mettant la clef E 6 sur écoute, le circuit de la pile G se trouve fermé au travers de la bobine de relèvement de l'annonciateur E 4, ce qui efface le signal d'appel. Examinons maintenant le fonctionnement des divers organes.

1° cas . Une ligne interurbaine demande un abonné.

La téléphoniste opère avec la fiche E 9 comme pour une fiche d'appel ordinaire de la fig. 2, elle fait le „test" de la même manière expliquée plus haut, soit directement, soit par l'intermédiaire d'une ligne auxiliaire, puis elle appelle l'abonné demandé en pressant la clef d'appel E 7 .

Elle ne rompt la communication que lorsque les deux signaux E 5 et E u signalent la fin de communication.

2° cas . Un abonné demande une ligne interurbaine.

La téléphoniste relie la fiche E 9 à la ligne de l'abonné appelant, puis elle appelle la ligne interurbaine au moyen de la clef E 2 . Elle ne rompt la communication qu'après l'allumage des lampes E 5 et E 11.

En examinant de plus près la fig. 5, on voit que le circuit 25—26 de la fiche E 9 n'est autre que celui d'un monocorde ordinaire terminant la ligne interurbaine 19—20. Dès qu'une ligne interurbaine appelle, il suffit que la téléphoniste agisse directement sur la clef d'écoute E 6 du monocorde correspondant pour être aussitôt en communication avec cette ligne. L'avantage de la disposition en monocorde permet de simplifier les manœuvres de la téléphoniste affectée au service interurbain, dont le temps est l'élément le plus précieux.

Lorsqu'une ligne interurbaine demande une autre ligne interurbaine, la téléphoniste peut faire usage de joncteurs dicordes ordinaires à circuit métallique.

Chaque téléphoniste dispose d'un certain nombre de cordons destinés à cet usage. Elle enfonce la fiche x dans le jack local Ej fig. 5 de la ligne interurbaine 19—20 qui appelle et l'autre fiche dans le jack général de la ligne interurbaine demandée, après avoir fait le test de la façon ordinaire.

Le système d'exploitation que nous venons de décrire fonctionne à l'heure qu'il est dans de nombreuses villes des Etats-Unis (Cleveland, Louisville, Savannah, Atlanta, New Orléans, Boston, Philadelphia, Syracuse (N. Y.), Baltimore et autres) ; espérons que les pays européens lui ouvriront aussi leurs portes !

NB Cette expression "il n'a qu'à soulever et abaisser plusieurs fois son crochet commutateur, pour provoquer une série d'éclats de lumière à un signal de supervision qui attire forcément l'attention" resta une habitude des abonnés même lorsque le téléphone automatique arriva et que l'abonné attendait la tonalité pour pouvoir numéroté !!!



Mupile Aboilard de Port Royal Paris.

III - Exemple d'évolutions des standards, le brevet Kellog Brevet [US308315](#), MULTIPLE SWITCH-BOARD FOR TELEPHONE-EXCHANGES.

MILO G. KELLOGG, OF HYDE PARK, ASSIGNOR, BY MIESNE ASSIGNMENTS, TO THE WESTERN ELECTRIC COMPANY, OF CHICAGO, ILLINOIS.

Commutateurs multiples. — Plusieurs modèles de commutateurs multiples ont successivement été installés en France ; quelques-uns de ces modèles ont été abandonnés depuis et remplacés par d'autres répondant mieux aux exigences de l'exploitation. Voici les dates de la mise en service de ces différents multiples :

1892. — Lille, modèle à fiches plates de la Société industrielle des téléphones (Berthon), sera remplacé en 1902.
Marseille, modèle de la Société des téléphones. Remplacé en 1900 par un multiple de la Western electric Co.
1893. — Gutenberg-Paris, 1^{er} et 2^e étage, multiple de la Western electric Co, multiple en série.
1895. — Rouen, multiple de la Western electric Co, annonceurs à relèvement automatique.
Le Havre, même modèle qu'à Rouen.
1896. — Bordeaux, système d'Adhémar.
Passy-Paris, multiple à tables horizontales, construit par la Société industrielle des téléphones. Remplacé en 1899 par un multiple de la Western electric Co.
Gutenberg-Paris, 3^e étage, multiple de la Western electric Co ; en 1901 nouvelles tables interurbaines au 1^{er} étage.
Paris, rue de la Roquette, système d'Adhémar.
Lyon, système d'Adhémar.
1897. — Paris, boulevard de Port-Royal, multiple de la Western electric Co, multiple en série.
Nantes, multiple de la Western electric Co.
1900. — Paris, rue Desrenaudes, multiple de la Western electric Co.
Paris, rue Chaudron, système d'Adhémar.
Paris, avenue de Saxe, système d'Adhémar.
Cannes, multiple de la Western electric Co.
Saint-Etienne, système de la Société industrielle des téléphones.
1901. — Roubaix, système d'Adhémar.
Reims, système d'Adhémar.

De ceci qu'avons-nous à retenir ?

Le premier type de la Société des téléphones, installé à Marseille, a disparu ; le second fonctionne encore à Lille, mais touchera à sa fin au moment où paraîtront ces lignes ; le multiple à tables horizontales de Passy a été démolí. Il reste donc actuellement en service :

- 1^o Le système de la Western electric Co (Aboilard) ;
2^o Le système d'Adhémar (Postel-Vinay) ;
3^o Le système de la Société industrielle des téléphones (type de

SPECIFICATION forming part of Letters Patent No. 308,35, dated November 18, 1884. Saint-Etienne).

IV - LE COMMUTATEUR TÉLÉPHONIQUE [MULTIPLE W. OESTERREICH](#) (voir page)

En 1890 trois bureaux de Paris : **Gobelins, Etienne Marcel et Wagram** étaient en commande pour un système de commutateur "multiple" à batterie centrale qui met tous les abonnés du central à la portée de la main et de la fiche de l'opératrice.

Le dispositif pour ces trois cas est breveté en France et en Angleterre.

Source: Polytechnischen Journals Tome 283, année 1892, p. 223

Après les premiers multiples installés à Paris, **c'est une installation privée** chez Michelin à Clermont-Ferrand, qui est ouverte en 1911.

Ce [multiple à batterie centrale Michelin](#) (pdf) ; a été installé par la Société « [Le Matériel Téléphonique](#) » (ancienne maison G. Aboilard et Cie).

1896 Installations téléphoniques de MM. les frères Naglo, système Hess-Raverot-West.

Note descriptive de M. J. -H. WEST.

Parmi les points de vue auxquels on doit se placer pour apprécier une organisation téléphonique, la sûreté et la rapidité du service occupent les premières places ; ces deux facteurs rendent désirable, dans le service urbain, de pouvoir réunir tous les abonnés d'une ville dans un bureau central unique ; à un bien plus haut degré encore que l'intercommunication locale, les relations interurbaines exigent la réunion de tous les abonnés dans un bureau central, afin que dans l'occupation des lignes interurbaines coûteuses, la durée des opérations soit réduite à un minimum, et que l'utilisation des lignes soit la plus rationnelle possible.

Depuis un certain temps, de nombreux techniciens téléphonistes se sont donc posé le problème de créer des moyens de répondre à l'extension toujours croissante des grands réseaux téléphoniques par l'organisation de bureaux d'une capacité illimitée. On a d'abord essayé d'augmenter le nombre limite des lignes dans le système multiple, en construisant des jacks de plus petites dimensions dans le but de pouvoir loger un plus grand nombre de jacks dans les panneaux dont les dimensions sont déterminées par la taille du personnel desservant. De cette manière, il est devenu possible de porter à environ 10 000 le nombre des lignes reliées à un bureau du système multiple.

L'existence actuelle d'un certain nombre de réseaux encore plus grands rend cette solution insuffisante, et comme celle-ci implique des dangers pour la bonne qualité du service, elle ne peut être considérée que comme un pis-aller provisoire.

Le problème a été abordé plus efficacement par d'autres qui ont cherché dans des principes nouveaux les moyens d'augmenter le nombre possible des lignes d'un bureau ; à cette catégorie appartiennent le système de **Siemens et Ialske**, celui de **Engelmann**, un autre, parent du précédent et mis en pratique à **Albany** sous le nom de *divided board system*, enfin, l'*express-system* en service à San Francisco depuis plus d'un an. Ces dispositions, plus ou moins divergentes du système multiple pur, permettent de réunir dans un même bureau un nombre d'abonnés beaucoup plus grand que celui mentionné plus haut ; mais elles impliquent toutes l'obligation d'opérer les mises en communication et les ruptures en deux endroits séparés — pareillement au cas où deux ou plusieurs bureaux multiples séparés existent dans une ville — et elles n'offrent donc généralement, en ce qui concerne le service, pas d'avantages suffisants pour justifier l'abandon de l'économie en lignes que présente l'organisation de plusieurs bureaux ; dans des conditions particulières, ces systèmes peuvent toutefois rendre de bons services.

Une solution heureuse et rationnelle a été apportée par **MM. G. A. Hess et P. E. Raverot**, à Paris, qui ont indiqué un nouveau montage pour bureaux téléphoniques basé sur le principe arithmétique des combinaisons ; dans ce montage de combinaison, une communication n'est effectuée et rompue qu'en un endroit unique, ce qui réalise le perfectionnement recherché par la centralisation en un bureau.

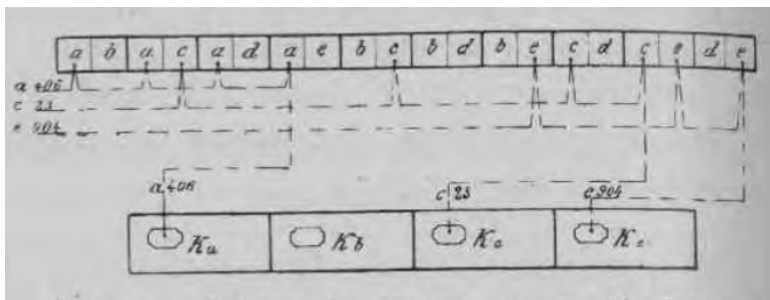


fig 1

Le schéma du montage de combinaison Hess-Raverot est représenté par la figure 1: les abonnés sont répartis en groupes qui peuvent être provisoirement désignés par les lettres de l'alphabet; comme on le verra plus loin, les groupes peuvent embrasser chacun environ 700 à 2000 lignes. Chaque groupe est représenté par un certain nombre de panneaux de jacks contenant chacun un Jack par abonné du groupe, et ces panneaux sont combinés deux à deux pour constituer des tableaux commutateurs. Si l'on a, par exemple, 4 groupes abed et si les tableaux commutateurs sont alignés en une série, on obtient la succession suivante : **ab ac ad bc bd cd**

Les lignes du groupe a étant montées en multiple passant dans les panneaux a, celles du groupe b passant en multiple le long des panneaux b, les tableaux commutateurs représentés par la précédente série de lettres offrent la possibilité de réunir directement deux abonnés quelconques. Si, par exemple, **a** N° 406 veut communiquer avec **c** N° 23, la mise en relation est opérée à l'aide d'une paire de cordes au tableau **ac**, et si **a** N° 406 veut parler à **e** N° 904, la connexion s'effectue au tableau **ae**.

Des tableaux commutateurs, les lignes vont aux tableaux annonceurs, où elles sont représentées chacune par un jack local et un annonceur d'appel, les jacks et annonceurs d'un groupe formant un tableau divisé en plusieurs places d'opérateurs. Un employé du tableau annonceur peut donc, à la chute d'un volet d'annonceur, se mettre en relation avec l'abonné correspondant p.ex. **a** N° 406 et recevoir son ordre p.ex. **e** N° 23 ; son devoir est alors de transmettre cet ordre à celui des tableaux commutateurs qui est seul à même d'effectuer la liaison désirée. Dans le cas actuel, c'est le tableau **ac** qui est ainsi désigné; la transmission ou le renvoi de l'ordre a23 avec a496 s'effectue téléphoniquement, après quoi l'employé du tableau a Fcopère la mise en communication de la manière usuelle et la rompt à la fin de la conversation.

Le nombre de groupes peut naturellement être élevé à volonté sans changer le fonctionnement ; le système admet donc, avec un service rationnel et rapide, la construction de bureaux d'une capacité quelconque, jusqu'à 50 000 abonnés et plus.

Ce montage offrait a priori des avantages si essentiels, qu'il m'a semblé utile d'agir en vue de son adoption ; en le prenant pour base, j'ai donc élaboré avec la maison **Naglo frères** un système d'après lequel un petit bureau d'essai est organisé à l'Exposition industrielle de Berlin 1896 ; d'après les dispositions de ce bureau d'essai, nous allons décrire ci-après le système.

Si l'on considère la série de tableaux commutateurs mentionnée plus haut comme une série continue de panneaux de jacks juxtaposés :

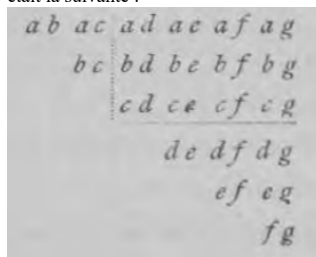
ab ac ad bc bd cd ; on voit que chaque lettre existe deux fois à côté de chacune des autres ; au commencement de la série, on a par exemple ab et ba, puis ac et ca ; les communications peuvent donc être établies en deux endroits, ce qui est superflu ; on peut donc éliminer de la dite série plusieurs lettres, comme l'avaient déjà proposé Hess et Raverot. et l'on obtient ainsi la série suivante : **ab ca db cd** dans laquelle chaque lettre ne se présente qu'une fois à côté de chacune des autres. Pour un bureau avec 5 groupes on a la série : **a b c a d b e c d e a** dérivée de la précédente en intercalant un e entre le second b et le second c ; il faut, dès l'abord, tenir compte de cette circonstance en vue des extensions ultérieures, et disposer

pour 4 groupes la série: **abcadb — cd**, où le panneau de jack représenté par le tiré — reste provisoirement inoccupé, pour recevoir ultérieurement les jacks du groupe e.

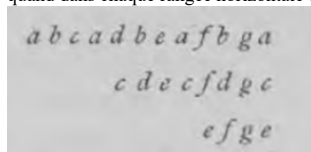
Pour un bureau de 10 groupes, la série s'écrit : **abcadbec deafb g cfd gefg a h b i c h d i e h f i g h i a k b — ckd — ekf — g.kl — ik**, et on a prévu l'emplacement nécessaire pour un II^e groupe l, de sorte que le développement du bureau ne souffre pas de difficulté.

Cette suite de panneaux de jacks implique que la totalité des lignes d'abonnés soient conduites le long de la série de tableaux. Sous ce rapport on atteint bientôt une limite supérieure à laquelle ce mode d'installation n'est plus possible, le nombre des câbles passant derrière les tableaux devenant trop grand et leur longueur trop considérable.

Quand cette limite est atteinte, l'installation suivante présente des commodités suffisantes pour la pose des câbles. L'installation primitive Hess-Raverot pour grands bureaux était la suivante :



où les câbles du groupe a parcourent la rangée de tableaux supérieure, tandis que par exemple les câbles du groupe c, dont le parcours est indiqué par la ligne, passent dans le deuxième tableau de la première rangée, puis dans le premier tableau de la deuxième rangée, enfin le long de la troisième rangée de tableaux. Dans cette installation on a, toute fois, le désavantage déjà mentionné, que toutes les places d'opérateur existent en double; cet inconvénient est facile à éliminer, quand dans chaque rangée horizontale on ne combine pas une seule lettre, mais deux avec les autres, suivant le schéma ci-dessous :



Pour 20 groupes, a à u, on arrive ainsi à l'installation suivante qui permet un parcours simple des câbles (voir tableau).

Le schéma général du montage d'un bureau avec 4 groupes est représenté par la figure 2.

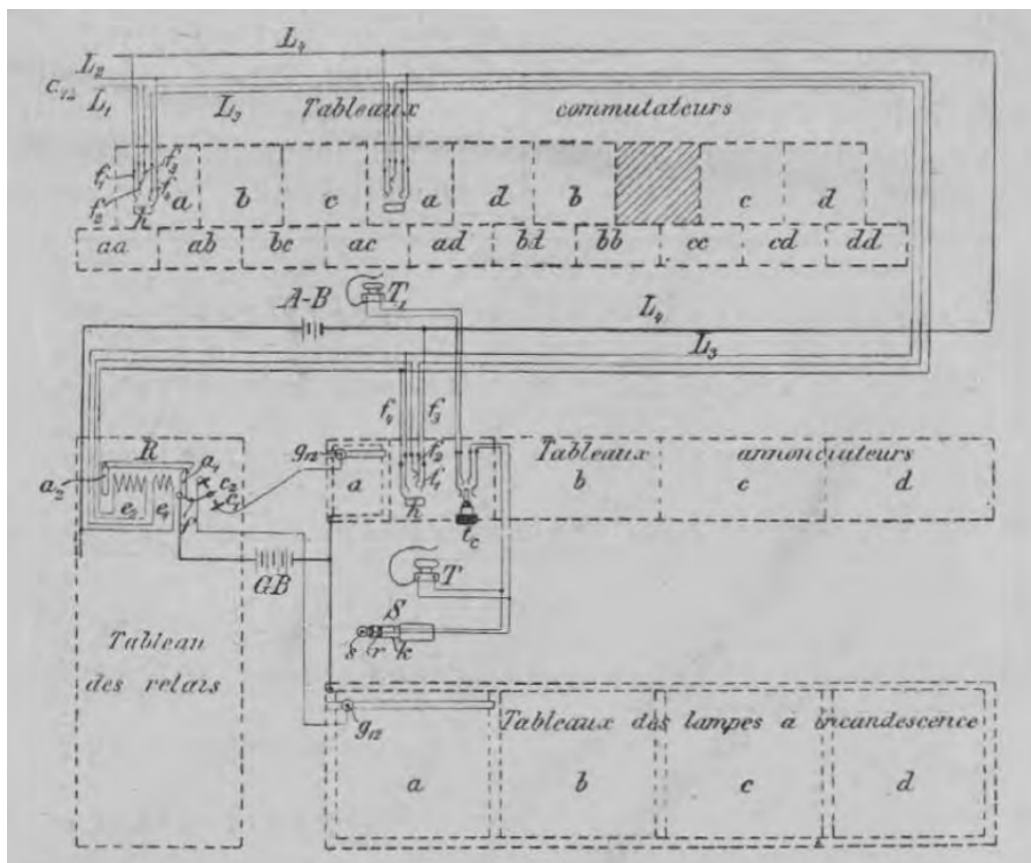


Fig. 2. — Schéma général du montage d'un bureau avec quatre groupes

Le bureau se compose des tableaux commutateurs, où s'effectuent les liaisons, des tableaux annonceurs qui reçoivent les appels, — des panneaux de relais occupés par les annonceurs d'appel montés en relais, — et d'un panneau de lampes à incandescence, qui indique par des signaux visibles l'état d'occupation des lignes.

La ligne double d'un abonné du groupe a parcourt d'abord les deux panneaux a a de la série des tableaux commutateurs, les ressorts de jacks étant montés en série pour la ligne d'aller, comme le montre le schéma, et en dérivation pour la ligne de retour. Des tableaux commutateurs, la ligne conduit au tableau annonceur du groupe correspondant (a), où elle est reliée à un jack semblable ; elle se rend ensuite dans le tableau des relais au relai d'appel R dont la disposition est analogue à celle de l'annonceur à relèvement automatique de la Western Electric C'. L'armature antérieure a, de ce relais peut occuper trois positions : la position (moyenne) de repos représentée, la position de travail, dans laquelle le ressort f s'appuie sur le contact inférieur c1 et la position de relèvement, dans laquelle s'appuie sur c2.. Dans la position de travail, f ferme le circuit d'une lampe à incandescence g496 placée sur le tableau annonceur ; dans la position de relèvement, le circuit complété par f est celui d'une lampe à incandescence de même numéro (g496) dans le tableau des lampes qui, ainsi qu'on l'a fait remarquer, indique d'une façon visible pour le bureau entier, si les lignes d'abonnés sont libres ou occupées.

A côté des fils L1 L2 de la ligne téléphonique de l'abonné il existe une troisième ligne L, partant de la bobine de relèvement e, du relais d'appel et reliée par des dériviatives au ressort de contact f, de tous les jacks de la ligne d'abonné. Une dernière ligne L3, commune à tous les jacks du bureau entier, est reliée d'une part aux ressorts f1 des jacks, et d'autre part, au delà de la batterie de relèvement A B, aux différents relais.

Le fonctionnement se déroule ainsi :

TABLEAU I	
a a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y z	a a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y z
c c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y z	c c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y z
e e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y z	e e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y z
g g h i j k l m n o p q r s t u v w x y z	g g h i j k l m n o p q r s t u v w x y z
i i k l m n o p q r s t u v w x y z	i i k l m n o p q r s t u v w x y z
k k l m n o p q r s t u v w x y z	k k l m n o p q r s t u v w x y z
m m n o p q r s t u v w x y z	m m n o p q r s t u v w x y z
o o p q r s t u v w x y z	o o p q r s t u v w x y z
q q r s t u v w x y z	q q r s t u v w x y z
s s t u v w x y z	s s t u v w x y z
u u v w x y z	u u v w x y z

Quand l'abonné a N° 406 envoie son courant d'appel, l'électro e2, attire son armature a2, déclenchant ainsi l'armature antérieure a1, provoquant la chute de celle-ci, et fermant le circuit de la lampe à incandescence g496 du tableau annonceur. Averti par l'allumage de la lampe, l'employé insère dans le jack de même numéro 406 la fiche à trois conducteurs S reliée à son appareil téléphonique T (téléphone, microphone, etc.). Il est ainsi en communication directe avec l'abonné, la base k de la fiche venant toucher le massif h du jack la pointe s touchant le ressorts, et ce dernier étant soulevé et séparé de f2; cette dernière rupture de contact exclut du circuit de conversation l'électro d'appel e2 du relais, mais simultanément se trouve fermé le circuit local de l'électro de relèvement e1, parce que la bague isolée r de la fiche S fait communiquer entre eux les ressorts f; et f1 du jack.

Il en résulte que e1, attire son armature a1 rompt ainsi le circuit de la lampe g496 du tableau annonceur et ferme le circuit de la lampe correspondante (g796) au tableau des lampes. Celle-ci est donc allumée tant que ce jack ou tout autre de la ligne est occupé par une fiche, et elle indique par conséquent que la ligne a N° 406 est occupée.

Après l'insertion de la fiche, l'employé prévient comme d'habitude l'abonné appelant, lequel indique le numéro de l'abonné demandé, soit par exemple c n° 23. L'employé regarde alors par dessus son tableau le panneau des lampes afin de s'assurer si la ligne demandée est libre ou non : dans le premier cas la lampe n° 23 dans le panneau c ne doit pas être allumée.

En cas d'occupation de la ligne, l'employé répond : « Ligne n° 23 occupée », et retire sa fiche, opération qui a pour conséquence d'interrompre le circuit local de l'électro de relèvement e1 et de faire tomber l'armature a1, dans la position représentée sur la figure ; il en résulte l'extinction de la lampe g496 du tableau de lampes.

En cas de non-occupation de la ligne, l'employé doit renvoyer l'ordre de communication à celui de ses collègues qui est seul à même de l'exécuter ; pour ce faire il possède à sa place de travail un certain nombre de clefs d'écoute, qui lui permettent de se relier téléphoniquement à ceux des employés qui peuvent réaliser les communications de son groupe (a) avec les autres groupes, soit avec les employés aa, ab, ac, ad ; les clefs d'écoute correspondantes sont désignées par les lettres a, b, c, d.

Dans le cas actuel, l'employé appuie sur la clef c — appelée te dans la figure — et transmet immédiatement l'ordre : c n° 23 avec a n° 406, après quoi l'employé communique directement à l'aide d'une paire de cordes les deux lignes désignées. Dans cette opération, les relais correspondants sont comme précédemment exclus du circuit de conversation et les lampes correspondantes du tableau de lampes s'allument.

A l'arrivée du signal de fin de conversation la rupture de la liaison, opérée comme d'habitude, fait éteindre les lampes.

Il apparaît immédiatement qu'il faut faire les groupes le plus grands possible, puisque leur nombre ainsi que celui des panneaux de jacks nécessaires sont d'autant plus petits. Mais le nombre des abonnés d'un groupe est limité par cette considération, qu'un seul employé puisse se charger de toutes les communications entre deux groupes dépend par conséquent : 1° du nombre des communications simultanées à l'heure la plus chargée de la journée ; 2° du nombre de communications qu'un employé peut effectuer pendant durée moyenne d'une conversation. Le premier de ces facteurs ne peut être modifié par la disposition matérielle ; par contre, le second facteur dépend à un haut degré de la construction et du fonctionnement du système, circonstance qui conduit à rendre aussi simple et rapide que possible le service des cordes de liaison.

Cette condition est observée dans le présent système par l'emploi de dispositifs automatiques qui effectuent à l'instant voulu et sans l'intervention de l'employé quelques-unes des opérations se répétant à chaque mise en communication, de façon que les manipulations de l'employé se réduisent à insérer les fiches dans les jacks et à les en retirer. Avec un service aussi simple, un employé peut facilement desservir 30 paires de fiches.

En partant de ce nombre, l'étendue des groupes s'ensuit ainsi : Un bureau de 10000 abonnés, sur un réseau de trafic actif, nécessite 1300 paires de cordes, y compris la réserve voulue, pour suffire au service à l'heure la plus chargée de la journée. Si, d'après le système que nous décrivons, nous répartissons les 10000 abonnés en 10 groupes de 1000 abonnés, nous obtenons suivant la série de tableaux commutateurs précédemment indiquée, 44 places de travail, pourvues chacune de 30 paires de cordes, et donnant par conséquent un total de 1320 paires de cordes, nombre suffisant pour le service, de sorte qu'il est possible de comprendre dans chaque groupe 1000 abonnés. Ce nombre variera naturellement suivant les conditions locales du trafic ; en général, il paraît devoir osciller entre 700 à 2000, les groupes pouvant être plus importants dans les réseaux plus grands.

En effet, on peut dire qu'en général le développement du trafic n'est pas aussi rapide que l'accroissement d'un réseau, mais reste toujours un peu en arrière par rapport à celui-ci.

L'installation d'essai dont il est question ici contient dans chaque groupe 800 abonnés.

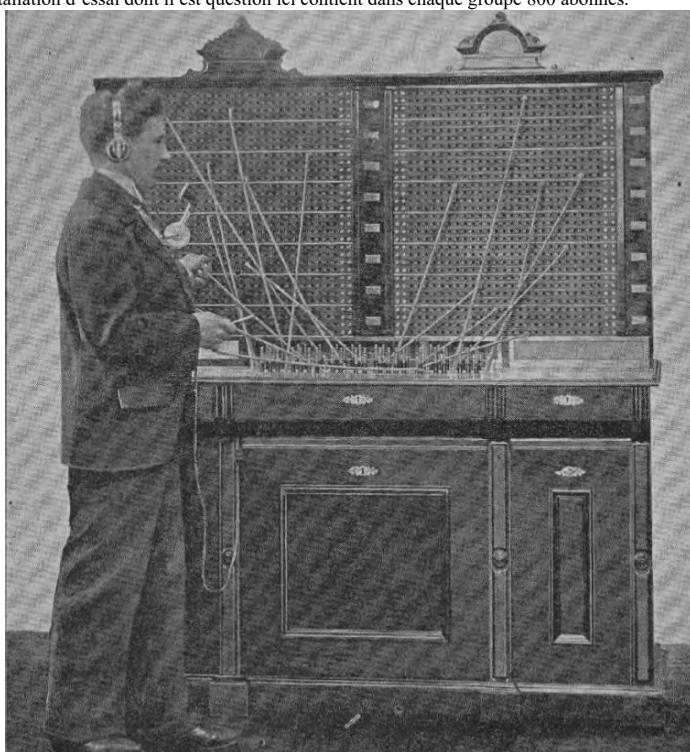


Fig 3
Fig. 4. — Détails d'une barre de jacks.

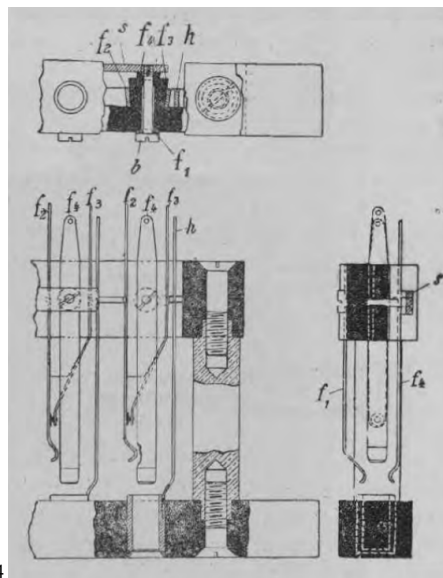


Fig 4

La figure 3 montre la première place d'opérateur ab formant le commencement de la série de tableaux commutateurs, avec une tablette recevant 30 paires de fiches et deux panneaux de jacks a et b contenant chacun 800 jacks. La largeur d'une place de travail permettant une complète liberté de mouvement des employés voisins détermine les dimensions du meuble ; la largeur d'une place d'opérateur est de 65 cm. Etant donnés cette largeur et le petit nombre de jacks de chaque panneau, les jacks sont très écartés les uns des autres, ce qui constitue à divers points de vue techniques un avantage essentiel. Les différentes bandes de 25 jacks sont séparées par de minces lames de bois Jaune, et les centaines de jacks sont séparées par des lames plus épaisses de bois blanc, ce qui facilite considérablement l'orientation.

La construction d'une bande de jacks est représentée par la figure 4. Les ressorts f1 et f2 formant l'unique contact à rupture sont dans un plan vertical et armés de platine ; le contact est, en outre, à frottement, le ressort f3 s'incurvant quand on soulève f2 prévient ainsi dans la mesure du possible les dérangements de contact. La bande métallique s correspond à la ligne commune L1 de la fig. 2.

La fiche est représentée par la figure 5, dont on comprendra les détails sans autre explication.

Les dispositifs automatiques mentionnés plus haut se composent d'un jeu de leviers pour le relèvement automatique de l'annonceur de fin de conversation et d'un commutateur, qui entre en action quand la fiche est insérée dans la ligne demandée et qui envoie dans celle-ci pendant 4 secondes environ un courant d'appel. Ces deux dispositifs sont indiqués dans le schéma figure 6. La fiche antérieure S, d'une paire de fiches repose sur un levier à deux bras H, mobile autour de l'axe i, et dont l'extrémité antérieure (de droite) porte un doigt d'arrêt z1 en saillie latérale ; sur l'axe a, qu'un petit moteur fait tourner lentement et d'une façon continue — cet axe fait dans le sens de la flèche un tour en 5 secondes environ, — sont montés à frottement doux deux disques solidaires s1 s2 qui tendent à être entraînés dans la rotation.

Tant que H, occupe la position représentée, cette rotation est empêchée par ce fait que le taquet o du disque s2 bute contre le doigt z1.

Quand la fiche S1 est soulevée, le levier H tourne de façon que le doigt : s'abaisse jusqu'à ce qu'il rencontre le disque s1 Le taquet o devient libre et les deux disques s1 s2 suivent le mouvement de rotation de a. Il en résulte que les ressorts de contact f1 f2 sont abaissés, de sorte que f1 f2 viennent toucher les contacts de pile c1 c2 tandis que les contacts entre f1 et f2 et entre f2 et f1 sont rompus ; la batterie B envoie donc par le commutateur bipolaire P W un courant d'appel dans la ligne occupée par la fiche. Ce courant dure environ 4 secondes, jusqu'à ce que les disques soient arrivés au point où la pièce isolante entre A et s, retombe dans le cran d'arrêt de s2, les contacts revenant alors à leur position primitive. Un instant plus tard le cran e atteint le doigt z1, et les disques s1 s2 se trouvent ainsi calés. A la fin de la conversation, la fiche S, retombe sur le levier H, qui revient dans la position représentée sur le schéma et décale les disques s1 s2 qui tournent d'un petit angle jusqu'à ce que le taquet rencontre à nouveau le doigt z1.

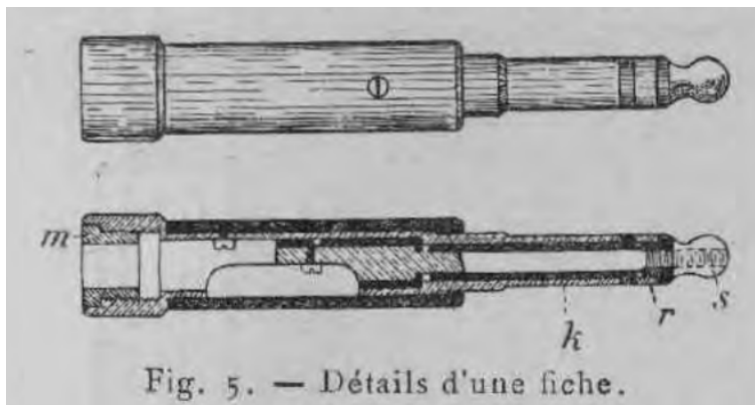


Fig. 5. — Détails d'une fiche.

On voit dans la figure 7, qui représente le tableau commutateur à tablette de fiche ouverte, le mode d'exécution de ce dispositif. A droite, s'aperçoit le petit moteur en dérivation qui actionne l'axe du commutateur par l'intermédiaire d'une double corde et d'une chaîne de transmission. Cet axe porte les disques correspondant aux 30 paires de cordes, et tourne dans deux chaises montées avec les supports des 30 leviers sur une plaque métallique fixée à la tablette des fiches. Au lieu d'être montées à frottement doux, les disques sont couplés avec l'axe par un simple accouplement à roue dentée.

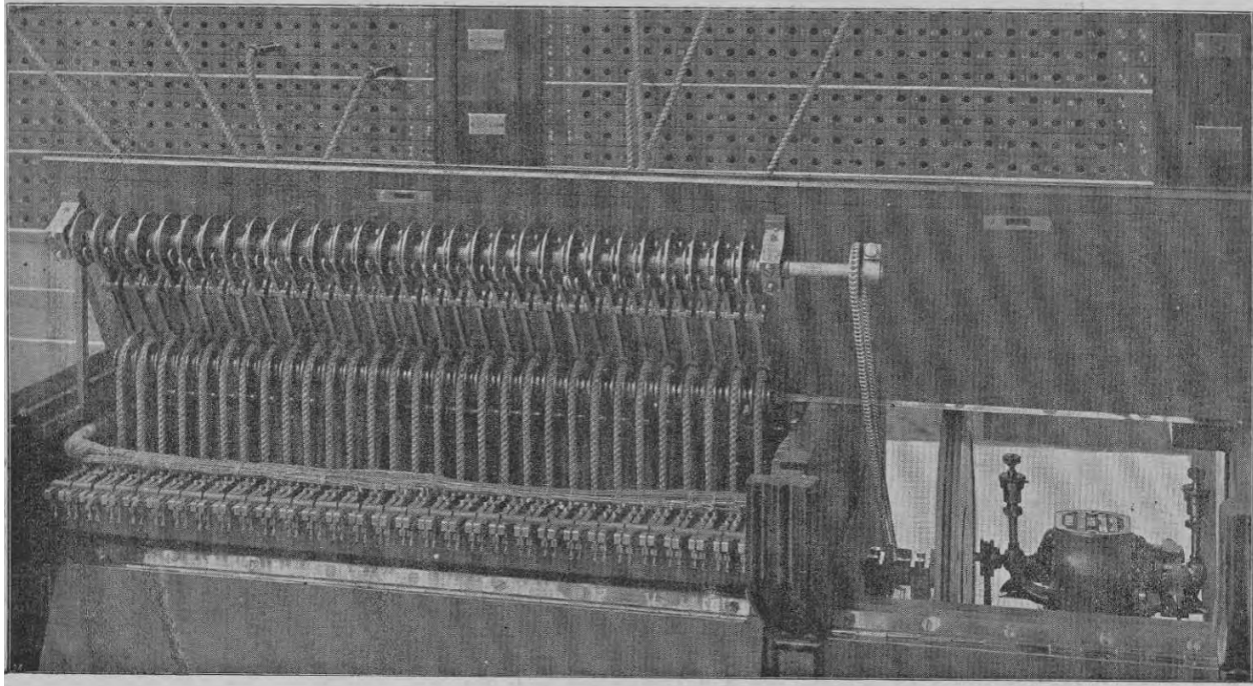


Fig. 7. — Vue intérieure d'un tableau commutateur.

Devant les cordes, on voit les pièces de contact désignées sur la figure 6 par f17 f27 f37 f47, et c2 ainsi que les fils de communication. Pour assurer le jeu régulier et précis des contrepois à poulies, on a intercalé entre les différentes paires de cordes des parois de séparation en tôle.

Le dispositif de relèvement de l'annonceur de fin de conversation SK (fig. 6) se compose d'un levier coudé H, mobile autour de i2 et d'un levier à deux bras h enclenché avec le premier et mobile autour de i. Quand on soulève S2 le bras droit de H, est soulevé et le bras gauche tourne à droite. Au reçu du signal de fin de conversation, le volet a2 tombe en avant et vient buter contre h. La fiche S retirée du jack retombe sur le levier H, et le ramène, ainsi que h et a2, dans leur position de repos.

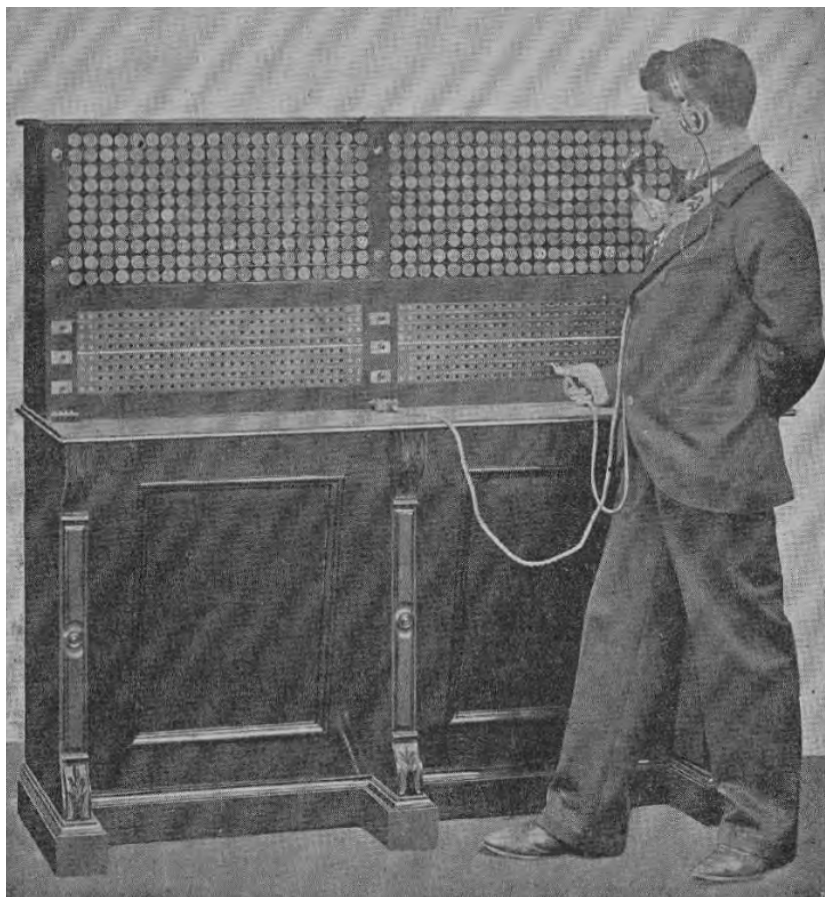


Fig. 8. — Vue d'un tableau annonciateur.

Le tableau annonciateur (fig. 8) est disposé en places d'opérateurs de 200 abonnés ; chaque place d'opérateur comporte un panneau de 200 lampes à incandescence et, au-dessous, un panneau de 200 jacks ; à gauche de chaque panneau de jacks sont disposées trois clés d'écoute pour les lignes conduisant aux places de travail ab, ac et ad des tableaux commutateurs.

Les lampes à incandescence sont réparties en rangées de 20 ; chacune est abritée par un tube de laiton, dont l'ouverture antérieure est fermée par une plaque de verre vert foncé ; la paroi intérieure de cette plaque est recouverte d'une épaisse couche de peinture blanc mat dans laquelle est découpé un chiffre et qui est, en outre, recouverte d'un disque de papier blanc parcheminé. Avec cette disposition, le chiffre est invisible quand le disque de verre n'est éclairé que par devant ; il apparaît, au contraire, en vert sur fond sombre quand la lampe est allumée, la couche de peinture ne laissant pas passer de lumière.

Les 20 lampes d'une rangée sont fixées sur une bande de fer commune (voir fig. 9) reliée à la barre de retour r commune aux dix rangées de lampes et en relation avec un pôle de la batterie. Dans le fil de communication est intercalée une lampe-signal qui s'allume dès qu'une ou plusieurs des 200 lampes d'abonnés sont allumées ; l'employé n'est donc pas obligé de surveiller continuellement le panneau de lampes entier, il lui suffit d'observer la lampe-signal qui indique l'arrivée d'un appel ; cette disposition est surtout avantageuse quand, pendant les heures les moins chargées de la journée et pendant la nuit, un seul employé dessert plusieurs sections de travail.

Derrière la bande de fer est fixée une baguette en bois L qui porte les ressorts de contact pour le second pôle des lampes. Le tube R est monté à baïonnette sur le culot métallique m de la lampe, et peut donc être enlevé facilement par devant en cas de remplacement d'une lampe devenue défectueuse ; il n'y a aucun danger à toucher ce tube, les lampes fonctionnant avec 4 volts.

L'appareil téléphonique de l'opérateur, qui se compose, comme on le voit figure 3 et 8, du téléphone à ressort serre-tête et du microphone de poitrine d'Ericsson, à Stockholm et qui laisse à l'employé toute liberté de mouvement, sera décrit dans un article ultérieur sur le nouveau bureau téléphonique de Christiania.

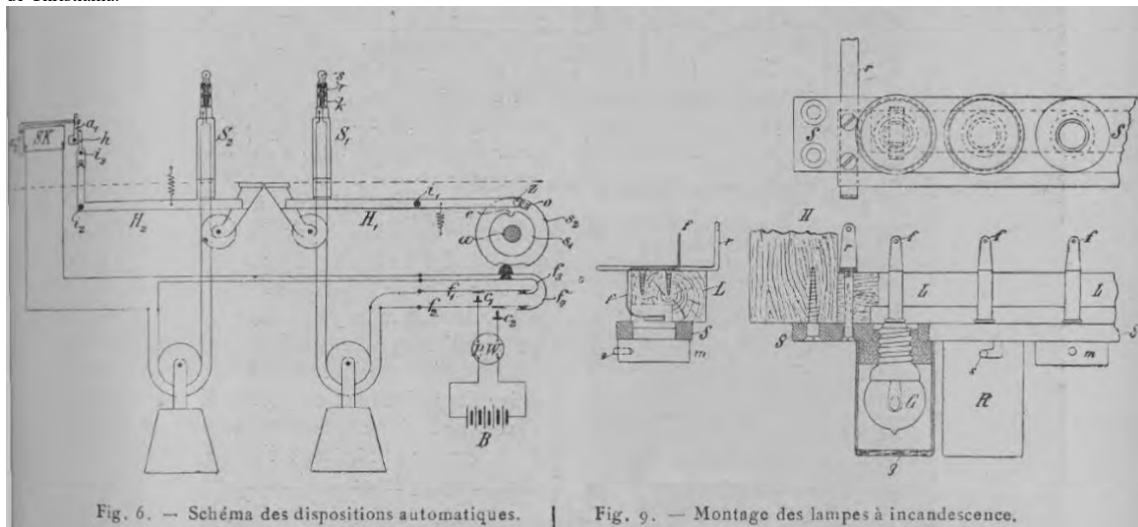


Fig. 6. — Schéma des dispositions automatiques.

Fig. 9. — Montage des lampes à incandescence.

Le tableau des lampes (fig. 10) est divisé en panneaux de 100 lampes ; 4 panneaux seulement, sur les 8 prévus, sont garnis. A titre comparatif, trois panneaux ont reçu des verres à numéros blancs, le quatrième des verres verts ; cette dernière couleur paraît toutefois plus avantageuse que le blanc. Ces lampes à incandescence sont disposées comme celles du tableau annonciateur.

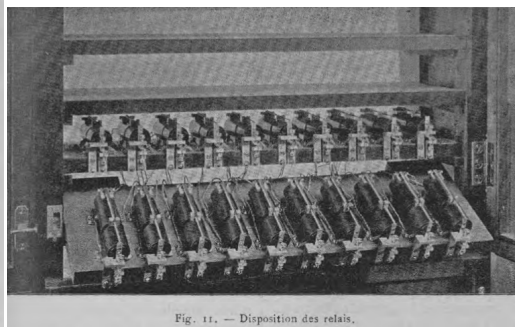
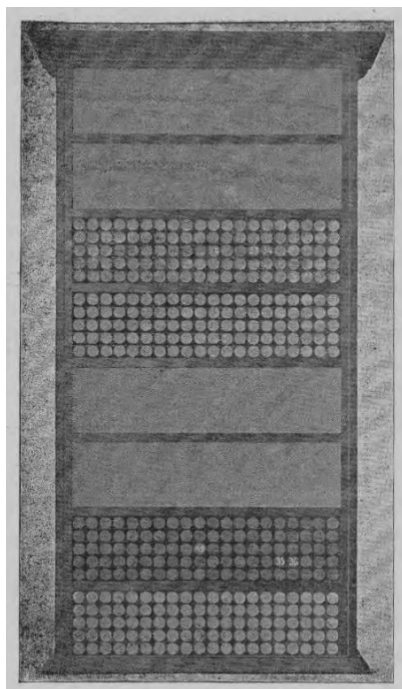


Fig. 11. — Disposition des relais.

F10 Tableau de lampes

Les relais de chaque groupe sont installés dans des armoires à deux compartiments à portes vitrées, pour mettre les contacts à l'abri de la poussière. Suivant la figure 11, les relais sont montés par 10 sur des planchettes amovibles. Le réglage et le nettoyage éventuel des contacts peuvent s'effectuer en place.

Les fils de liaison visibles sur la figure, installés provisoirement, sont destinés à être remplacés par des contacts entre lames de ressort, afin de permettre le remplacement en quelques secondes des planchettes. Les ressorts postérieurs sont fixés sur la paroi de fond de l'armoire, tandis que les câbles de conducteurs longent le fond extérieurement.

Ainsi qu'il résulte du fonctionnement du système, le travail des employés se compose des opérations suivantes :

A. Cas d'occupation de la ligne demandée.

Au tableau annonceur a :

1. Première manipulation : Insertion de la fiche dans le jack de l'abonné appelant 406.
2. Réponse : Voilà. — Réception du numéro de ligne c 23 demandé. — Essai de l'état de la ligne c 23 par l'observation du tableau des lampes et annonce: ligne c 23 occupée.
3. Seconde manipulation: Déblocage du jack 406 par l'enlèvement de la fiche.

B. Cas d'inoccupation de la ligne demandée

Au tableau annonceur c :

1. Première manipulation : Insertion d'une fiche dans le jack de l'abonné appelant 406.
2. Réponse : Voilà. Réception de la demande de mise en relation avec c 23. Essai, par l'inspection du tableau de lampe, si la ligne c 23 est libre ou non.
3. Deuxième manipulation: Manœuvre de a clef d'écoute a et renvoi à l'employé ac de l'ordre: a 106 avec c 23.
4. Troisième manipulation : Déblocage du jack 406.

Au tableau,commutateur a c :

5. Quatrième manipulation : Insertion d'une fiche dans le jack a 406.
6. Cinquième manœuvre: Insertion de la seconde fiche dans le jack c 23.
7. Sixième manipulation : Déblocage du jack c 23.
8. Septième manipulation : Déblocage du jack a 406.

Les manipulations A 3 d'une mise en communication et A 1 de la suivante se résolvent dans la pratique en une seule, de même pour B4 et B1; le service au bureau consiste donc, lorsque la ligne demandée est libre, en six manipulations pour l'établissement et la rupture d'une communication, et lorsque la ligne demandée est occupée en une seule manipulation.

De plus, l'exécution précise du service est assurée par un moyen de contrôle existant pour chaque opération. Si dans les manipulations A1 et B1 l'employé se trompe de jack, la lampe d'appel allumée ne s'éteint pas, ce qui attire immédiatement l'attention de l'employé et lui évite de perdre son temps à annoncer sa présence à une ligne inactive.

Pendant la manipulation B3 l'abonné reste en circuit, et il entend par conséquent la transmission de l'ordre, dont il peut donc vérifier l'exactitude et empêcher le cas échéant l'exécution d'une fausse manœuvre, en signalant l'erreur et répétant l'ordre primitif; les deux employés sont simultanément témoins de ces échanges d'ordres téléphoniques.

L'employé ayant reçu l'appel peut en outre contrôler si son collègue du tableau commutateur a bien exécuté l'ordre transmis a 406 avec c 23, car dans ce cas, la lampe C23 au tableau des lampes doit s'allumer, et d'autre part la lampe a 406 déjà allumée ne doit pas s'éteindre, quand il retire sa fiche du jack a 406.

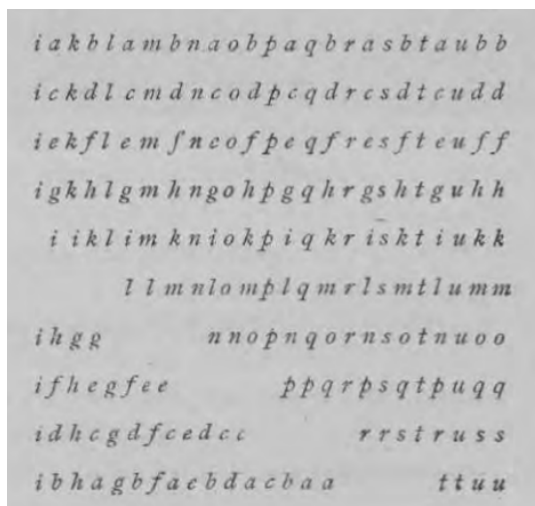
Les groupes ont été jusqu'à présent désignés par les lettres de l'alphabet ; mais comme certaines consonnes telles que b, p, v — m, n — d, t, c, etc. se distinguent difficilement les unes des autres au téléphone, il faut remplacer les lettres par des mots courts et marquants commençant par la lettre en question.

En ce qui concerne l'installation des tableaux, il est évident que seuls les tableaux de lampes et les tableaux annonceurs doivent nécessairement occuper le même local, tandis que les autres parties de l'installation peuvent être logées dans des locaux différents.

Pour les grands bureaux il sera recommandable de prévoir une salle pour les tableaux annonceurs, les tableaux de lampes et les tableaux de relais, et une salle pour les tableaux commutateurs.

Pour un bureau de 40 000 abonnés, les tableaux annonceurs exigent une salle hexagonale d'environ 18 m de diamètre; les tableaux annonceurs sont installés en quatre rangées parallèles aux murs, avec des différences de niveau d'un mètre d'une rangée à l'autre en montant vers le centre de la salle ; les employés, qui tournent le dos au centre de la salle ont donc la vue complètement libre sur la partie des murs qui leur fait face. Les six pans de mur sont couverts de 4 tableaux de lampes complets, de façon que chaque tableau à 40000 lampes occupe un pan et demi (on a donc quatre lampes en série dans chaque circuit). Dans cette disposition, la plus grande distance qui sépare un employé de la lampe la plus éloignée qui l'intéresse n'est que de 9 m, et à cette distance les signaux sont parfaitement reconnaissables.

Dans l'installation de tableaux commutateurs indiquée 266 pour 20 groupes on obtient 211 places d'opérateurs ; chacune comportant 30 paires de cordes, on a au total 6330 paires de cordes, nombre suffisant même en tenant compte du trafic plus considérable entre 40 000 abonnés. Ce nombre divisé en 20 groupes donne environ 2000 abonnés par groupe.



Les tableaux commutateurs représentés par le tableau lorsqu'on en sépare la partie se trouvant à gauche du trait vertical et lorsqu'on la reporte dans le bas du schéma, comme dans le tableau de la page précédente exigent une salle d'environ 18 mètres sur 20.

Les locaux accessoires sont de peu d'importance et se réduisent à un local pour les accumulateurs, les tableaux de relais pouvant être établis le long des murs de la grande salle, au dessous des tableaux de lampes.

Ces exigences modérées quant aux locaux occupés contrastent avantageusement avec les conditions à remplir dans les bureaux d'après le système multiple. En ce qui concerne le coût de l'installation, on peut faire remarquer que l'organisation d'un seul bureau pour 40000 abonnés est moins coûteuse que celle de 7 bureaux du système multiple, dont 5 à 6000 abonnés et 2 à 5000. Le nombre des jacks ressort pour le grand bureau unique à 5 00 000 à peine, pour les 7 petits bureaux, au contraire, à environ 2500 000. Le nombre des employés travaillant simultanément devient de 411 au maximum contre 1 000 à 1200 dans le système multiple, quand on prend pour base de comparaison la répartition du travail appliquée à Berlin (66 à 67 abonnés ou 12 lignes de renvoi par place d'opérateur).