La transmission par les ondes

C'est cette histoire que j'ai voulu résumer, dont le seul but est de fournir, sous la forme la plus condensée possible, tous les renseignements relatifs à cette application de la science, à ce perfectionnement aux méthodes de télégraphie en usage à cette époque. Textes et photographies sont issus de documents anciens, livres scientifiques ...

Alors que le télégraphe électrique filaire et le téléphone sont principalement nés de l'imagination et de l'empirisme de quelques inventeurs de génie, le télégraphe sans fil n'est apparu qu'au terme d'une longue maturation dans les laboratoires des savants.
C'est la découverte des ondes électromagnétiques et de leurs effets électriques à distance qui devait conduire à cette invention.

Brève chronologie du début de la radiophonie, de la téléphonie sans fil et de la radiodiffusuion (1880-1902)
1880 : Photophone de Graham Bell
1881 : Radiophonie de Mercadier
1885 : Expériences avec induction électrostatique ou magnétique (Thomas Edison, Amos Dolbear), mais sur de très courtes distances et pas de voix claire.
1885 : Des expériences avec le système d'induction ont été menées par Sir William Preece à Newcastle-on-Tyne. Une portée de communication de 440 yards a été obtenue.
1888 : Heinrich Hertz démontre expérimentalement les ondes électromagnétiques (confirmant les hypothèses de Maxwell), base physique de la T.S.F. et de la radio
1893-1895 : **Nikola Tesla et Guglielmo Marconi** développent les premiers systèmes de télégraphie sans fil par ondes radio (spark-gap transmitters). Transmission de signaux Morse sur des distances croissantes, mais pas de transmission de voix (les ondes amorties des étincelles ne permettent pas une modulation audio stable)
1894. Expériences réussies avec le système de conduction sur une distance de 1,5 miles à travers le Loch Ness.
1897. Le système d'induction a été utilisé dans les mines. Une communication téléphonique a été établie entre la surface et les galeries souterraines de la mine de charbon de Broomhill, à 350 pieds de profondeur, par A. W. Heaviside.
1899. Le téléphone sans fil à conduction a été installé entre Skerries et Anglesey. Distance moyenne entre les stations = 3 miles. Une installation similaire a également été mise en service entre l'île de Rathlin et le continent irlandais. Portée de la communication vocale = 8 miles.
1900. Premières expériences de **R. A. Fessenden**, avec un commutateur rapide spécial, pour obtenir une fréquence d'étincelles élevée. La parole a été transmise par ondes hertziennes sur environ 1 mile, mais l'articulation n'était pas très bonne. Il transmet sa voix et dit : « One, two, three, four… Is it snowing where you are Mr. Thiessen? »
1899-1900. Les expériences menées avec la méthode électrostatique d'A. F. Collins ont été couronnées de succès jusqu'à une portée de 200 pieds.
1902. La portée des tests de Collins a été étendue à 3 miles. L'articulation était considérée comme parfaite.
1902. Ernst Ruhmer, au cours de ses nombreuses expériences avec la méthode du photophone, a réussi à téléphoner sur une distance d'environ 4 miles sur le lac Wannsee, puis à Kiel sur une portée d'environ 20 miles .

A l'origine, dans les années 1820, les savants du monde entier, à travers nombre d'expériences, réussirent progressivement à préciser les liens entre l'électricité et le magnétisme.
En 1831, dans la foulée d'Œrsted et d'Ampère dont les découvertes et les inventions ont permis l'avènement du télégraphe électrique filaire, l'Anglais Michael Faraday mit en évidence le phénomène de l'induction électromagnétique. Il montra qu'une variation de courant dans une bobine induit un champ magnétique dans des aiguilles en fer et, inversement, qu'une variation du champ magnétique produite par un aimant qui est introduit dans une bobine, induit un courant dans celle-ci. Ces phénomènes ont lieu sans qu'il y ait aucune continuité physique entre, par exemple, la bobine parcourue par un courant et l'aiguille qu'elle aimante. Le physicien américain Joseph Henry montra que ce phénomène d'aimantation peut être induit jusqu'à une distance de plusieurs kilomètres.
En 1864, c'est dans ce contexte que James Clerk Maxwell réussit, en une synthèse magistrale, d'ailleurs peu accessible à ses contemporains, à unifier les théories de l'électricité et du magnétisme en postulant l'existence des **ondes électromagnétiques** et en établissant, en quatre équations devenues célèbres, leurs propriétés.
Mais ce n'est qu'en 1887 que ces ondes seront mises en évidence par le physicien allemand **Heinrich Hertz**.

Heinrich Hertz

Pour l'émission Hertz utilisait une bobine d'induction, dont l'enroulement primaire était branché sur une batterie par un interrupteur et l'enroulement secondaire sur deux boules métalliques séparées par un éclateur (deux petites sphères métalliques séparées par un minuscule espace). La fermeture de l'interrupteur induisait dans le secondaire un courant à haute tension qui se déchargeait dans le condensateur formé par les deux boules métalliques. À chaque manœuvre de l'interrupteur, une étincelle jaillissait dans l'éclateur.
Le récepteur était constitué d'une simple boucle métallique interrompue par un éclateur dont l'espace était réglable par une vis micrométrique. Les étincelles de l'émetteur induisaient à distance de petites étincelles dans le récepteur (si petites qu'il fallait une loupe pour les voir). C'est avec ce montage que Hertz non seulement prouva l'existence des ondes électromagnétiques – appelées tout d'abord ondes de Maxwell, puis ***ondes hertziennes*** –, mais encore précisa certaines de leurs propriétés.
Ces expériences eurent un grand retentissement à l'époque.

La, télégraphie sans fil par les ondes électriques.

La télégraphie sans fil au moyen des ondes électriques est encore dans la phase de son évolution du début. Nous avons vu dans diverses expériences qu'il était possible de télégraphier sans fil, en se servant pour transmettre le courant sur une partie de son parcours, d'un fleuve ou d'un bras de mer. On peut encore recevoir ce courant sans communication appréciable en se servant de l'induction; il n'y a pour cela qu'à tendre un fil téléphonique pour surprendre tous les secrets des dépêches envoyées.
Mais cette fois, c'est autre chose, et l'origine des expériences vient en droite ligne des recherches du Dr Heinrich Hertz, mort le 5 janvier 1894, après avoir brillamment indiqué la voie à suivre dans l'étude des phénomènes électriques.
Maxwell avait soupçonné l'identité de la lumière et de l'électricité, mais les expériences qui devaient mettre en évidence cette identité n'étaient point faites. C'est au Dr Hertz qu'en était réservée la démonstration. Grâce à son excitateur et à son résonateur, tout un nouveau champ inexploré s'est ouvert devant les électriciens, et la première conquête a été l'unité des forces physiques, rêve soupçonné et tant de fois caressé par le P. Secchi. Lumière, chaleur, électricité, ne sont que des ondulations plus ou moins rapides et, pour mieux les comprendre, nous pouvons nous servir des lois de l'acoustique quij règlent les ondulations de l'air.
Quand l'excitateur de Hertz entre en fonction, l'espace est envahi par une perturbation électro-magnétique, et tous les objets conducteurs qu'il contient peuvent donner des étincelles qui seront d'autant plus vives, pour une distance donnée, que la période d'oscillation électrique de l'objet d'où on les tire s'approche davantage de la période électrique de l'excitateur. C'est ainsi que, lorsque nous émettons un son dans une chambre, tous les objets qui s'y trouvent subissent l'effet de l'ondulation de l'air, mais quelques-uns, un violon par exemple, entrera en vibration si sa. période est la même que celle du son émis.
On a vérifié encore que ces radiations électriques suivent les lois de la lumière pour la réflexion et la diffraction, toutefois, avec une différence qui est à noter. L'action de l'excitateur de Hertz se transmet dans l'espace en traversant les corps électriques ou non conducteurs, comme les murs, les portes, mais une surface conductrice arrête ces radiations, forme obstacle et projette une ombre électrique derrière elle, ce qui vérifie l'autre hypothèse de Maxwell que les diélectriques sont transparents (à l'électricité) et les conducteurs opaques. Les expériences de MM. Sarrasin et de La Rive ont donné, en 1893, la confirmation expérimentale de ces idées. Nous y retrouvons les lois de la lumière, mais quant à la nature des écrans traversés ou impénétrables, il semble que nous nous rapprochons davantage des rayons X.
Or, ces radiations électriques spéciales sont la base de la nouvelle invention.
La première tentative faite pour utiliser ces radiations à la transmission de signaux est due à Edison qui disposa, à la partie supérieure d'un mât, une grande sphère métallique isolée et reliée à un générateur spécial permettant de lui donner une charge électrique intermittente à très haut potentiel. Un second mât, placé à une certaine distance, portait une sphère identique, reliée à la terre par un fil sur lequel se trouvait intercalé un téléphone ; chaque charge ou décharge de la première sphère agissait par influence sur la seconde et provoquait dans le récepteur téléphonique des sons facilement perceptibles, nous ignorons toutefois quelle fut la portée maximum qui put être atteinte.

Quant aux dernières expériences entreprises depuis lors par MM. Preece, Marconi, Popoff et divers que nous décrirons plus loin, elles reposent entièrement sur les phénomènes d'oscillations électriques étudiées, en 1887, par le physicien allemand Hertz. Il nous paraît donc indispensable d'expliquer quelles sont ces oscillations et de dire un mot des propriétés qu'elles possèdent, avant de parler des applications qui en ont été réalisées pour les transmissions des signaux à moyenne distance.

A. Popoff

Nous ne saurions mieux faire, afin d'expliquer plus clairement le mécanisme des oscillations électriques, que d'emprunter à une conférence de M. Popoff, savant russe, qui s'est beaucoup occupé de la question de télégraphie à travers l'espace, le très intéressant exposé que voici :

Considérons une oscillation quelconque non électrique, par exemple celle d'un pendule. Si nous le mettons hors de son état d'équilibre, nous lui communiquons, en le soulevant, une énergie potentielle qui, lorsque le pendule retombe et commence à se mouvoir, se transforme graduellement en énergie cinétique ; lorsque le pendule remonte l'autre côté, l'énergie cinétique se transforme de nouveau en énergie potentielle et ainsi de suite. Quelles sont les circonstances qui favorisent et celles qui tendent à diminuer la durée de ce phénomène ? Il est évident que la quantité d'énergie originelle, c'est-à-dire la hauteur à laquelle fut soulevé le pendule déterminant son élan, ainsi que la masse du pendule jouent ici un rôle principal. On comprend que l'énergie cinétique se transformerait immédiatement en énergie calorique au lieu de potentielle ; si, par exemple, nous faisions mouvoir le pendule dans l'eau, et nous n'obtiendrions presque pas d'oscillations par suite du frottement considérable de l'eau.

Afin que les oscillations ne s'interrompent pas en peu d'instants il faudrait, au contraire, que les obstacles opposés au mouvement mécanique soient aussi insignifiants que possible ; que par exemple le pendule se meuve dans le vide et que les frottements au point d'attache soient réduits au minimum. Ces circonstances accompagnent toute oscillation, sans exception, quel que soit le genre du mouvement que nous considérons.

Nous allons voir notamment que ces considérations s'appliquent parfaitement bien aux oscillations électriques .

Comment peut-on d'abord réaliser la transformation de l'énergie potentielle en énergie cinétique dans les phénomènes électriques ?

Si nous prenons deux corps bien isolés et chargés l'un d'électricité négative et l'autre d'électricité positive, ces corps peuvent conserver leur charge pendant un temps indéterminé. Ils possèdent l'électricité sous forme d'énergie potentielle. Si nous relions ces deux corps par un conducteur rectiligne, il se formera un courant électrique en donnant lieu à un genre particulier d'énergie cinétique.

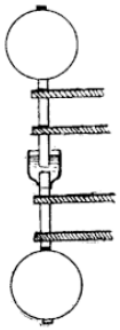


Fig. 17.

La figure 17 représente deux sphères reliées par un conducteur rectiligne interrompu.

Le courant se forme dès que la charge des sphères atteint la différence de potentiel nécessaire pour vaincre la résistance de l'isolant qui sépare les deux extrémités en présence du conducteur interrompu. Tant que la résistance de cet isolant n'est pas vaincue, la décharge n'a pas lieu et l'électricité s'accumule sous forme d'énergie potentielle. Lorsque la décharge se produit, le courant qui se forme établit autour du conducteur rectiligne un champ magnétique dont les lignes de force sont disposées en cercles concentriques autour de ce conducteur. Ce champ magnétique constitue une certaine forme de l'énergie potentielle.

Dès que les potentiels des sphères seront devenus égaux, le courant devrait s'interrompre en même temps que la cause qui le produisait ; mais comme cela a lieu dans le pendule au moment où, étant arrivé au bas de sa course, la pesanteur cesse d'agir sur lui, le mouvement ne s'arrête pas ; le courant est en effet prolongé par l'énergie accumulée en forme de champ magnétique et continue à se produire en chargeant les sphères dans la direction opposée à leur charge précédente. Ensuite, comme dans le pendule, tous les phénomènes se répéteront, de telle sorte qu'au moment où nous voyons jaillir l'étincelle, il peut se produire plusieurs milliers de ces oscillations.

L'appareil devant produire des oscillations électriques qui ne s'arrêtent pas rapidement doit remplir, toujours comme pour le pendule, certaines conditions. Aux extrémités du conducteur, dans lequel on excite les oscillations, on place des sphères ou des feuilles ayant une capacité électrique assez considérable. Pour que la provision de l'énergie soit grande, il faut produire une grande différence de potentiel, et pour que la décharge oscillante produite par les transformations successives des énergies se prolonge, il faut naturellement que les pertes secondaires d'énergie soient aussi petites que possible. Chaque fois que le courant passe par le conducteur, une partie de l'énergie se transforme en calorique, et, pour cette raison, le conducteur doit présenter une résistance aussi petite que possible. Pour qu'on perde peu de force dans l'étincelle, celle-ci ne doit pas non plus dépasser une certaine longueur. Aussi, pour accumuler beaucoup d'énergie potentielle, on augmente la durée de l'interruption pendant laquelle se produit la décharge, il peut arriver, si l'on vient à dépasser une certaine limite, qu'on n'obtienne plus d'oscillations. C'est le physicien Federsen qui démontra expérimentalement ce caractère oscillant des décharges électriques, produites dans les conditions qui viennent d'être indiquées, en les examinant au moyen d'un miroir tournant, donnant une série d'images distinctes dont l'éclat va en décroissant. Cette nature oscillante des décharges a été mise en évidence par M. Paalzow, qui a fait jaillir des étincelles dans un tube de verre cylindrique, dans lequel l'air était raréfié au degré du vide de Geissler, et qui était disposé parallèlement aux deux pôles d'un électro-aimant en U. Lorsque la décharge ne se produit que dans un seul sens, la lueur produite, attirée par un pôle et repoussée par l'autre, prend l'apparence d'un S allongé ; si le sens de cette décharge vient à être changé, l'S formé par la lueur change également de sens, la partie attirée par l'un des pôles de l'électro-aimant étant alors repoussée et réciproquement. Enfin, lorsque par suite des oscillations, la charge est, en réalité, formée d'une suite de décharges successives et de sens opposé, la lueur traversant le tube, tantôt attirée, tantôt repoussée par l'un et l'autre pôle de l'électro, prend alors la forme de deux S accolées, c'est-à-dire d'un 8. Tel est du moins le résultat des observations de M. Paalzow.

Si l'on modifie dans des proportions convenables la capacité électrique des sphères métalliques, la résistance du circuit et la longueur de l'étincelle de décharge, comme a fait M. Lodge, on peut obtenir une gamme d'oscillations électriques dont les périodes varient de un cent millionième à un cinq centième de seconde. M. Bose, de Calcutta, en réduisant la capacité de l'oscillation, a obtenu des ondes de très courte période dont il a estimé le nombre à 50.000 millions par seconde, Cependant on peut faire remarquer que, même en admettant ce chiffre élevé, on est encore bien loin de la rapidité des vibrations lumineuses, dont le nombre est évalué, comme nous l'avons dit, à 500 trillions par seconde.

Pour en arriver à la télégraphie sans fil par les ondes électriques, disons de suite qu'elle repose entièrement sur l'application de deux principes fondamentaux, découverts, le premier par **Hertz**, et le second par le professeur français **Edouard Branly**.

Éd. Branly

Hertz a montré que, par des méthodes très simples, les courants électriques pouvaient prendre la forme ondulatoire et que les ondes électriques pouvaient se réfléchir, se réfracter et se polariser comme les ondes lumineuses. Il a ainsi donné une base expérimentale solide aux hypothèses de Maxwell sur la théorie électromagnétique de la lumière. Ces expériences n'ont eu, pendant longtemps, qu'un intérêt purement théorique ; l'idée de recueillir ces ondes à distance pour les transformer en signaux a dû sans doute germer dans l'idée de bien des inventeurs, mais les résonateurs Hertz ne révèlent l'existence des ondes électriques qu'à quelques mètres de distance de leur source, et ne donnent plus rien si on les éloigne davantage. Le difficile était d'imaginer un appareil sensible aux ondes électriques à plusieurs kilomètres de distance de la source les produisant.

Cette remarquable découverte est due, ainsi qu'il vient d'être dit, à M. Edouard Branly, et nous la décrirons tout à l'heure.

L'appareil combiné par Hertz comprenait l'oscillateur produisant les ondes électriques, et le résonateur permettant de révéler à distance la présence de ces ondes et d'étudier leur mode de propagation. L'oscillateur était constitué par deux petites sphères métalliques, entre lesquelles jaillissaient les décharges oscillantes, et qui se trouvaient en

communication avec deux plateaux métalliques formant capacité électrique et reliés par des conducteurs aux deux bornes du circuit secondaire d'une bobine d'induction de Ruhmkorff. Les étincelles jaillissant entre les deux sphères sont d'un blanc éblouissant et crépitent fortement ; elles sont le siège d'une série d'oscillations électriques dont la fréquence est déterminée par la capacité électrique des surfaces conductrices en présence.

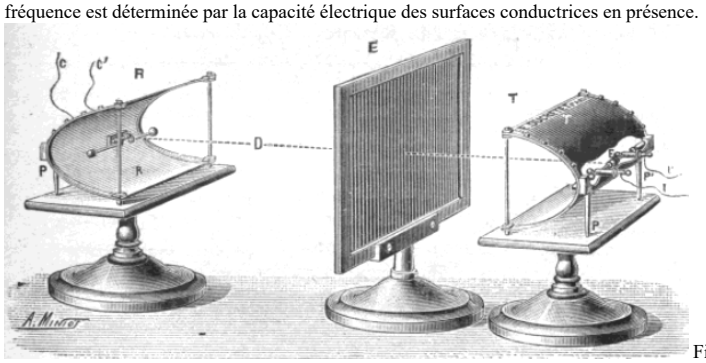


Fig. 18. — Expériences de Hertz.

Le révélateur d'ondes, que Hertz avait appelé résonateur, par analogie avec les résonateurs d'Helmhotz qui décèlent les ondes sonores, était composé d'un circuit circulaire présentant une petite interruption où jaillissent des étincelles lorsque cet appareil est placé dans la zone d'influence de l'oscillateur, zone qui peut s'étendre à 20 ou 25 mètres de ce dernier, même s'il est situé de l'autre côté d'un obstacle tel qu'un mur en briques.
Hertz montra que l'on peut obtenir des résultats beaucoup plus avantageux en accordant l'oscillateur et le résonateur, c'est-à-dire en munissant les deux parties de ce dernier de feuilles d'étain de dimensions convenables, augmentant la capacité électrique et synchronisant le fonctionnement des deux instruments. Il existe donc un rapport entre les capacités électriques de l'oscillateur et du résonateur, pour lequel l'action des ondes électriques émises par le premier, présente un effet maximum sur le second ; il se produit dans ce cas un phénomène analogue aux phénomènes de résonance observés en acoustique et que l'on démontre dans les cours de physique à l'aide de deux diapasons donnant la même note. On fait vibrer l'un de ces deux diapasons ainsi accordés à l'unisson, et aussitôt celui qui n'a pas été excité, se met également à vibrer sous l'action des vibrations sonores que l'on peut rendre visibles par des procédés classiques.
Dans une série d'expériences des plus intéressantes, Hertz montra l'analogie qui existe entre les ondes électriques et les ondes lumineuses, et il utilisa à cet effet un appareil se rapprochant de celui que représente notre figure 18, et qui est construit pour les expériences de cours. Cet appareil est constitué par deux miroirs identiques, de forme cylindro-parabolique, mesurant 45 centimètres de longueur sur 30 centimètres d'ouverture et supportés par deux pieds à hauteur variable. L'un de ces miroirs reçoit sur sa ligne focale un petit oscillateur de Hertz à trois sphères, relié à une source d'électricité à haut potentiel donnant des étincelles d'au moins 2 millimètres de longueur. Un arrachement dans le miroir T permet d'apercevoir cet oscillateur.
L'autre miroir reçoit sur sa ligne focale un résonateur Hertz ou un radioconducteur Branly, qui est plus sensible, et que l'on relie à un circuit contenant une pile et une sonnerie. Rappelons en passant que, lorsque les ondes électriques parviennent au radioconducteur, celui-ci devient conducteur, le courant de la pile passe et la sonnette fonctionne ; un léger choc ramène les choses à leur premier état, et la sonnette s'arrête.

Voici maintenant les différentes expériences que l'on peut réaliser avec cet appareil complété par trois écrans en bois dont deux sont entièrement recouverts d'une feuille d'étain et le troisième revêtu simplement de bandes d'étain collées parallèlement et formant un réseau.
Si l'on place les deux miroirs l'un en face de l'autre à une distance d'environ un mètre, comme l'indique la figure 9, dès que l'étincelle jaillit entre les sphères de l'oscillateur, les ondes électriques agissent sur le radioconducteur et la sonnerie entre en fonction.
Si l'on intercale entre les deux miroirs une plaque de bois, de verre, d'ébonite ou d'un corps isolant quelconque, la sonnerie entrant encore en fonction démontre que les ondes électriques ne sont pas arrêtées par ces corps ; si au contraire l'on met un des écrans revêtus d'une feuille de métal ou une plaque métallique quelconque, le non fonctionnement de la sonnerie démontre que les ondes sont arrêtées par les surfaces métalliques et prouve en même temps que ces ondes se propagent en ligne droite, puisqu'elles ne peuvent contourner l'obstacle qui leur est opposé. Si enfin on interpose l'écran de bois portant des bandes d'étain, la sonnerie fonctionnera au cas où les bandes sont disposées verticalement, et non lorsqu'elles seront horizontales et parallèles au plan focal des miroirs.
La réflexion des ondes électriques peut être mise en évidence en disposant les miroirs T, R comme l'indique la figure 19, de telle façon que leurs axes soient perpendiculaires et en plaçant en E' perpendiculairement à la bissectrice de l'angle de ces axes un écran métallique jouant le rôle de miroir plan ; la sonnerie entre en action dès que jaillit la décharge, démontrant ainsi la réflexion des ondes électriques, puisque l'écran E", disposé spécialement, empêche toute action directe. Si l'écran E' se trouve déplacé dans un sens quelconque la sonnerie ne fonctionne pas, les ondes n'étant plus réfléchies sur le radioconducteur. Si l'on place en E' l'écran portant les bandes d 'étain les ondes sont réfléchies si les bandes sont horizontales, non si elles sont verticales, partiellement si elles sont faiblement inclinées sur l'horizontale.

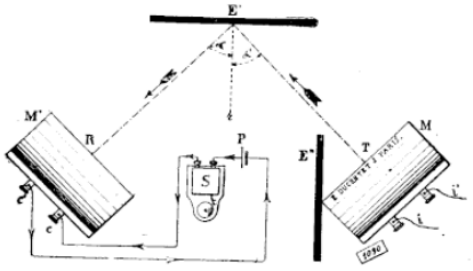


Fig. 19.

Si enfin l'on place le miroir T verticalement en face du miroir E restant horizontal, la sonnerie ne tinte pas et cette expérience correspond aux expériences de polarisation obtenues en optique à l'aide de deux prismes de Nicol, qui placés parallèlement, donnent un champ lumineux qui s'éteint lorsqu'ils sont croisés à 90° ; lorsque l'on place une tourmaline convenablement orientée entre les deux niçois croisés, le champ s'illumine à nouveau ; de même lorsque l'on dispose entre nos deux miroirs placés perpendiculairement l'un à l'autre l'écran portant les bandes métalliques la sonnette sonne lorsque ces bandes sont disposées à 45°, si au contraire les bandes sont horizontales ou verticales, elle ne sonne pas.
On voit par là des analogies qui existent entre les ondes électriques et les ondes lumineuses ; il est donc naturel que l'on puisse utiliser les premières comme les secondes à la transmission de signaux à travers l'espace. Pour résoudre ce problème, il suifit de créer un oscillateur produisant des ondes électriques de grande puissance et surtout un résonateur de grande sensibilité pour pouvoir être impressionné par des ondes ayant traversé un grand espace et arrivant par suite très affaiblies à l'appareil récepteur.
C'était surtout le récepteur qui laissait à désirer dans les expériences de Hertz. On comprend, en effet, facilement que l'appareil disposé comme il a été dit ne pouvait être bien sensible et que, de plus, sa façon de décaler les ondes électriques était assez difficile à saisir, aussi, passé quelques mètres, on n'obtenait plus aucun résultat. MM. Egoroff, Zehnder et Righi modifièrent le résonateur de Hertz en faisant jaillir la décharge non plus à l'air libre mais dans un petit tube de Geissler qui s'illuminait lorsqu'il était exposé aux radiations électriques. Ainsi transformé et amélioré, le résonateur acquérait une sensibilité beaucoup plus considérable, et les observations ainsi faites dans l'obscurité étaient beaucoup plus faciles et plus précises. Cependant la portée demeurait encore très limitée, et l'enregistrement des ondes à moyenne distance était toujours aussi impossible par ce procédé. C'est donc en partant d'un principe tout différent que M. Branly a pu arriver à ce résultat qui a fait entrer la télégraphie électrique sans fil dans le domaine de la pratique.
On répète dans les cours de physique une expérience qui peut aider à comprendre le fonctionnement du radioconducteur inventé par M. Branly.
Voici en quoi elle consiste (fig. 20) : un conducteur métallique dans lequel sont intercalés quelques éléments de piles et une sonnette, possède à ses extrémités deux lames métalliques ; lorsque ces lames sont en contact, le circuit se trouve formé et la sonnette vibre sans discontinuer.

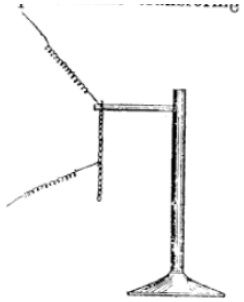


Fig. 20. Disposition de la chaînette.

Si Ton dispose ces lames sur une tablette, à quelques millimètres l'une de l'autre, et qu'on les relie entre elles par une traînée de fine limaille métallique, le circuit est fermé, mais la sonnette reste muette, la résistance que la limaille présente au passage du courant étant très élevée. Mais alors, si l'on fait éclater à quelque distance, une étincelle de haute tension, soit à l'aide d'une machine statique de Wimshurt munie de son condensateur, soit au moyen d'une bobine d'induction et d'un oscillateur de Hertz, la limaille devient brusquement conductrice et demeure conductrice après que l'étincelle a cessé. On a ainsi le phénomène d'une substance qui n'était pas conductrice de l'électricité, et qui le devient de façon persistante sous l'influence d'une décharge électrique à distance.

M. Popoff explique ce phénomène par une autre expérience : il intercale dans un circuit deux éléments de pile, une sonnerie et une petite chaînette métallique suspendue à une potence. En augmentant progressivement le nombre des chaînons de la chaîne intercalés dans le circuit, il arrive un moment où la résistance se trouve être suffisante pour que la sonnette cesse de fonctionner. Si, à ce moment, on tire sur la chaînette, les contacts des chaînons, entre eux deviennent immédiatement plus parfaits et la sonnette retentit à nouveau ; si l'on cesse cette traction et que l'on secoue la chaîne, la résistance augmente, et la sonnerie s'arrête de nouveau. D'après MM. Lodge et Popoff, les grains de la limaille, dans la première expérience citée agissent d'une façon analogue à celle des maillons dans la chaînette, suivant l'expression créée par M. Lodge lui-même, ils cohérent, et leur ensemble oppose une résistance beaucoup moins grande au passage du courant ; une légère secousse suffit ensuite pour décohérer cette limaille lorsqu'elle ne se trouve plus sous l'influence des radiations électriques, elle revient ainsi à son état primitif et redevient, par suite, apte à être de nouveau influencée par ces radiations.

Dans sa communication à l'Académie des Sciences, M. Branly s'est exprimé comme suit :

(*Edouard Branly : Comptes rendus de l'Académie des sciences, 24 novembre 1890, 12 janvier 1891, 12 février 1894; Bulletin de la Société française de physique, avril 1891 ; Journal la Lumière électrique, Ier semestre 1891)*

Une limaille métallique est évidemment une substance discontinue ; elle consiste en grains de métal, indépendants, séparés par des intervalles d'air isolants. La conductibilité produite dans la limaille s'établira encore, dans les mêmes circonstances, si l'on y remplace l'air par un autre isolant comme le soufre ou la résine en proportion suffisamment petite. Tel est le cas d'une pastille solide obtenue en agglomérant de la résine en poudre et de la limaille à la température de fusion de la résine.

Les substances discontinues, très variées, qui jouissent de la propriété de passer ainsi de l'état d'isolant à l'état de conducteur, sont dites des radioconducteurs ; ce nom rappelle que leur conductibilité s'établit sous l'influence du rayonnement électrique qui émane d'une étincelle.

L'action des étincelles décroît quand la distance augmente, mais on l'observe avec la plus grande facilité à 25 ou 50 mètres, soit à l'air libre, soit à travers des cloisons et des murs, avec une épaisseur de 1 à 2 millimètres de limaille d'aluminium, de bronze d'aluminium, de maillechort, convenablement tamisée et comprise entre deux tiges métalliques. Marconi, en 1897, dans ses remarquables essais de télégraphie sans fil, l'a observée à 14 kilomètres.

Fig. 21. — Radioconducteur (coupe).

Un radioconducteur (fig. 21) intercalé dans un circuit de pile se comporte d'abord comme un isolant et maintient Je circuit, ouvert ; dès qu'une étincelle éclate, il devient conducteur et ferme le circuit. 13e là le moyen de déterminer à distance, sans fil intermédiaire, à un instant donné, les divers effets du courant.

Le maillet était utilisé pour frapper le cohéreur, après réception, afin de le faire revenir à état électrique initial

Le radioconducteur est un tube de verre dans lequel on fait le vide, qui contient entre deux tampons métalliques quelques fragments de limaille peu oxydable. La résistance du tube à limaille diminue brusquement dans de fortes proportions en présence d'une onde hertzienne le traversant, la limaille est cohérée. Ce cohéreur à limaille fut perfectionné par le physicien anglais Oliver Lodge qui réussit avec ce dispositif à détecter les ondes hertziennes jusqu'à une distance de 30 mètres.

L'effet que je viens de décrire, déviation d'un galvanomètre, était faible ; le courant était dû à un élément de pile et, bien que la résistance du radioconducteur fut parfois très réduite, par l'action de l'étincelle, l'intensité du courant qui le traversait ne dépassait pas une fraction d'ampère.

On peut produire des effets beaucoup plus puissants et l'intensité du courant qui traverse un radioconducteur, après l'action de l'étincelle, peut dépasser 20 et 25 ampères. Composons, par exemple, un circuit avec une batterie de 12 à 15 accumulateurs, un fil de platine iridié de 1 mètre, et une couche de quelques millimètres de limaille d'aluminium contenue dans un tube de verre à larges électrodes métalliques. La limaille intercepte le courant et l'ouverture se fait à un godet de mercure dans le circuit sans apparition d'étincelle. Si l'on vient à décharger un condensateur à distance, le fil de platine rougit vivement. On peut opérer de même l'allumage de lampes à incandescence ; on peut encore voir un électro-aimant s'animer subitement, attirer et maintenir soulevé un lourd boulet de fonte ; une bobine d'induction fonctionner et illuminer des tubes de Geissler, un moteur électrique entrer en travail ; une pièce d'artifice faire explosion. Dans tous les cas, une étincelle détermine au loin de puissantes actions.

Dans les applications des tubes à limaille, il ne faut pas perdre de vue que le diamètre des grains et leur tassement doivent être en rapport avec la force électromotrice de la pile, car cette force électromotrice exerce par elle-même, pour faire passer le courant, un effort d'autant plus efficace qu'elle est plus élevée. Pour une même limaille, le diamètre des grains et leur tassement doivent diminuer quand la force électromotrice augmente. Pour des limailles différentes, diverses autres conditions interviennent et spécialement le degré d'oxydation. Enfin, la section de la partie utile du tube se règle d'après l'intensité du courant ; les petites sections, suffisantes pour de faibles courants, font place à de fortes sections pour des courants forts, afin que la résistance du radioconducteur ne diminue pas dans une trop importante mesure l'intensité du courant mis en circulation.

En pratique, même pour produire de grands effets, il n'est pas nécessaire de faire traverser un radioconducteur par des courants intenses, si, au circuit qui le comprend et qui contient seulement un élément de pile, on ajoute un électro-aimant. Quand une étincelle éclate, le circuit du radioconducteur se ferme, l'électro-aimant s'aimante, son contact de fer doux entraîne une pièce métallique qui ferme un deuxième circuit, le circuit principal ; celui-ci comprend une batterie d'accumulateurs.

Jusqu'ici, pour produire à distance les divers effets de courant, on avait recours à un électro-aimant dont le contact de fer doux servait à fermer le circuit principal. L'électro-aimant faisait partie d'un premier circuit relié à la station de départ par deux longs fils métalliques. En appuyant sur une manette on fermait le premier circuit et, par l'électro-aimant et son contact, le circuit principal se fermait en même temps à la station d'arrivée. L'électro-aimant se désaimantait en cessant d'appuyer sur la manette, son contact s'éloignait et le circuit principal s'ouvrait. C'est cette aimantation intermittente qui a conduit aux applications si variées des électro-aimants et en particulier à la télégraphie ordinaire, car pour une transmission de signaux, il suffit qu'on puisse ouvrir et fermer un circuit à intervalles rapprochés.

L'emploi d'un radioconducteur et sa propriété de devenir conducteur par l'étincelle permettent de supprimer les deux fils de communication de l'electro-aimant avec la station de départ. A cette station, on dispose un appareil à étincelles qui agit sans fil à distance. Par une étincelle les circuits se ferment. Pour qu'ils s'ouvrent, on supprime la conductibilité du radioconducteur, on y parvient par le choc.

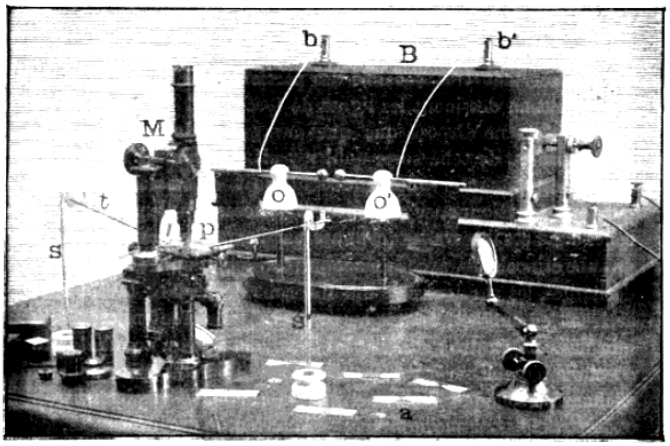
Pour montrer l'action du choc, répétons l'expérience fondamentale en formant un circuit avec un élément de pile, un tube à limaille et un galvanomètre. Une étincelle éclate, le galvanomètre est dévié. En frappant sur le tube, on fait disparaître sa conductibilité. La conductibilité d'un radioconducteur est donc à volonté intermittente.

Pratiquement, pour supprimer à un moment donné la conductibilité, il n'est pas nécessaire de placer un opérateur chargé de produire les chocs auprès des appareils qu'une

étincelle a mis de loin en action ; ce serait, en effet, perdre l'avantage de l'effet à distance. A l'aide de dispositions spéciales, familières aux électriciens, on fait en sorte que le courant mis en circulation par la conductibilité du radioconducteur agisse d'une façon automatique sur un marteau qui frappe le tube, le rend isolant et ouvre ainsi le circuit. Une nouvelle étincelle le ferme, un nouveau choc l'ouvre, et ainsi de suite.
A cause de leur extrême impressionnabilité à distance, les radioconducteurs sont jusqu'ici les plus sensibles des révélateurs des ondes électriques ; leur emploi comme récepteurs dans les expériences de télégraphie sans fil de Popoff en 1896, et de Marconi en 1897, montre combien leur importance pratique peut être grande ».

Si nous en revenons encore à l'expérience de la chaînette décrite tout à l'heure, nous remarquerons que la quantité de mailles intercalées dans le circuit pour arrêter la sonnette actionnée par deux éléments de pile, sera insuffisante pour l'arrêter si l'on emploie davantage de piles, donnant une force électromotrice plus élevée, il faut donc proportionner le nombre de mailles suivant la force électromotrice du courant ; il faudrait également avoir soin d'employer plusieurs chaînettes parallèles si l'intensité du courant était trop forte pour une seule.
De même, quand on répète l'expérience avec la limaille, la longueur et la section de sa couche doivent être exactement déterminées pour obtenir le maximum de sensibilité suivant l'intensité et la force électromotrice du courant. Le diamètre des grains et leur tassement jouent également un rôle important ; pour une même .limaille, ces deux facteurs : diamètre et tassement doivent diminuer à mesure que la force électromotrice augmente.
Ainsi que nous l'avons dit, M. Lodge donna le nom de cohéreur à l'appareil inventé par M. Branly, en raison de l'explication du phénomène dérivant de la chaînette, mais M. Branly, qui se refuse à admettre la théorie de M. Lodge, continue à préférer le nom de radio conducteur qui indique bien la propriété de devenir conducteur sous l'influence des radiations électriques.
M. Branly contrairement à MM. Lodge et Popoff, est donc persuadé qu'il ne se produit aucun mouvement mécanique dans la limaille soumise à l'action des ondes électriques, et il base son opinion sur les expériences qu'il a faites en agglomérant par fusion des poudres métalliques avec des isolants solides.
Les propriétés de la limaille, dont les particules sont ainsi immobilisées, restent en effet les mêmes ; les variations de résistance se présentent dans les mêmes conditions et la conductibilité disparaît de même sous l'action du choc et de la chaleur. M. Branly expérimenta ainsi des agglomérés de limailles et de résines, gomme-laque, baume, collodion, gélatine, celluloïd, etc.; il put, dans ses essais, obtenir des mélanges qui, aussitôt qu'ils n'étaient plus soumis à l'influence des ondes électriques, revenaient sans choc à leur résistance primitive. On peut penser, d'ailleurs, que s'il se produit cependant, sous l'action des radiations électriques, un déplacement des particules de limaille qui s'orientent et deviennent adhérentes les unes aux autres pour constituer une série de petites chaînettes parallèles, si en somme il se produit une action analogue à celle que l'on sait sur la limaille de fer par l'approche d'un aimant, on doit pouvoir constater ce mouvement à l'observation microscopique. Aussi pour vérifier le bien fondé de cette supposition, M. J.-L. Breton a examiné au microscope sous différents grossissements la façon dont se comportent les limailles métalliques sous l'action des ondes électriques.

Fig. 22. — Dispositif de M. J.-L. Breton pour l'étude de l'action dos ondes électriques sur les limailles métalliques.



Le dispositif suivant a été adopté par l'examinateur (fig. 22) : en B se trouve la bobine d'induction dont les deux bornes bb du circuit secondaire sont reliées aux deux branches oo' d'un oscillateur de Hertz destiné à produire les ondes ; des feuilles de clinquant ff sont destinées à augmenter la capacité électrique de cet oscillateur. Le microscope M, placé à une distance plus ou moins grande de l'oscillateur, reçoit sur sa platine P un petit radioconducteur très simplement constitué par deux feuilles d'étain collées sur une de ces petites lames de verre que l'on emploie pour les préparations microscopiques, et laissant entre elles un petit intervalle dans lequel on place la limaille à examiner. Ces lames sont représentées en a sur la gravure ; elles varient de l'une à l'autre par la forme des électrodes et la distance les séparant. Pour distinguer dans le champ du microscope les deux électrodes et toute la limaille active, on colle une feuille d'étain sur la lame de verre et on l'entaille, de deux traits en x au moyen d'un rasoir ou d'un canif bien affilé ; la limaille est versée dans ces solutions de continuité.
Afin d'augmenter l'action des radiations électriques sur la limaille, M. Breton dispose sur les deux électrodes, par l'intermédiaire de tiges de cuivre appuyées sur des supports isolants, des feuilles de clinquant de grandeur appropriée. Il harmonise ainsi son résonateur avec l'oscillateur, et augmente l'intensité des ondes agissant sur la limaille.
Dans ces expériences, la bobine employée pouvait donner des étincelles de 30 centimètres de longueur, ce qui constituait des conditions très suffisantes pour obtenir une action énergique.
Malgré cela, l'observateur n'a pu constater, sous l'influence des radiations, aucun mouvement des particules de limaille, qui apparaissaient cependant très nettement dans le champ du microscope, grâce au fort grossissement choisi. Cependant, lorsqu'on faisait usage de la limaille de fer, l'approche d'un aimant à quelques centimètres sous la platine du microscope, déterminait un déplacement très sensible des particules de limaille qui se groupaient en dessinant les lignes de force.
Lorsqu'on ne dispose que quelques grains de limaille entre les électrodes, de telle sorte qu'il n'y ait pas contact entre tous et que de petits intervalles subsistent, on voit, aussitôt que l'oscillateur fonctionne, se produire une succession de petites étincelles dans ces intervalles (connues par l'expérience du carreau et du tube étincelants, avec la machine statique). Sous l'action de ces décharges, les particules de limaille sont déplacées : tantôt elles arrivent en contact, tantôt au contraire, elles sont rejetées très loin l'une de l'autre ; et, dans les deux cas, soit qu'une chaînette continue s'établisse entre les électrodes donnant passage aux décharges, soit que l'espace entre les particules devienne trop considérable pour permettre la production de ces décharges, les étincelles prennent très rapidement fin. Un léger choc, modifiant la disposition des particules, rétablit pour quelques instants très courts la production d'étincelles.
« Toutefois, ajoute M. Breton, il n'y a rien dans tout cela de surprenant et qui ne pouvait être prévu, Hertz ayant déjà constaté que sous l'action des ondes électriques, des étincelles pouvaient jaillir dans la petite interruption d'un conducteur placé à proximité de l'oscillateur ; quant au déplacement irrégulier des particules de limaille, qui, sous l'action des étincelles ainsi produites, se meuvent au hasard, se rapprochant ou s'éloignant les unes des autres suivant la manière dont elles sont frappées par les décharges, il semble démontrer que les ondes électriques ne possèdent même pas une tendance à orienter, d'une façon nettement déterminée, ces particules. Par conséquent, nous pouvons avancer que les variations de conductibilité que l'on observe dans un radioconducteur soumis à l'influence des ondes électriques ne peuvent être attribuées à une action mécanique, à un déplacement, à un rangement spécial des particules de limaille, et voici comment il semble que l'on puisse expliquer l'action physique qui régit ce phénomène.
« A l'état ordinaire la limaille intercalée dans un circuit parcouru par un courant de faible force électromotrice présente une résistance trop considérable pour se laisser traverser par ce courant ; les ondes électriques qui agissent sur l'appareil développent, au contraire, dans le circuit, interrompu par l'intercalation du radioconducteur, une différence de potentiel assez considérable» dans certains cas, pour donner lieu à une étincelle dans le résonateur de Hertz, et qui peut, par suite, vaincre la résistance infiniment moindre opposée par la limaille ; (c'est justement pour cette raison que là où le résonateur Hertz ne donne plus aucun résultat, le tube à limaille dont le circuit est bien moins résistant se laisse traverser par les courants induits par les ondes électriques) ; en traversant la limaille, les décharges ainsi produites, quoique d'intensité négligeable, détruisent en partie la résistance, ouvrent pour ainsi dire la porte au courant de la pile locale, entraînent si l'on veut (quoique cette comparaison soit en réalité peu exacte) ce courant comme dans l'injecteur Griffard le courant d'eau à haute pression jaillissant à travers les deux tubulures tronconiques entraîne une grande masse d'eau de pression nulle. Les ondes électriques procurent, en somme, la force électromotrice nécessaire pour vaincre la résistance primitivement opposée par la limaille.
« On a vu plus haut que, pour certain mélange de limaille, Branly put obtenir des radioconducteurs revenant d'eux-même sans choc, à leur résistance primitive dès que cesse l'action des ondes électriques ; dans la plupart, au contraire, il faut un choc pour interrompre le courant qui, sous l'action des ondes, se fraye un chemin à travers la limaille. Le fait suivant, connu de tous les électriciens, nous donnera facilement l'explication de ce phénomène ; on sait, en effet, que lorsque l'on rompt un circuit électrique traversé par un courant d'assez grande intensité et tension, un circuit d'éclairage par exemple, il se forme, dès la rupture, un petit arc entre les deux extrémités du circuit ainsi ouvert ; si ces extrémités restent à une très faible distance cet arc ainsi formé se maintient pendant un temps assez long et on peut le faire disparaître par un soufflage ou un choc ; or, il est évident que la force électromotrice du courant serait tout à fait insuffisante pour faire jaillir cet arc entre les deux pièces métalliques en présence, mais une fois créé, une fois la

première résistance vaincue, il se maintient ; c'est même pour empêcher l'action funeste de ces arcs sur les pièces des interrupteurs que l'on utilise des interrupteurs à rupture., brusque. Si au lieu de former cet arc par rupture du circuit on l'obtient par l'élévation de la force électromotrice du courant, le résultat sera le même ; c'est ainsi que, si dans un circuit interrompu par un intervalle assez grand pour empêcher la décharge de se produire on élève la différence de potentiel d'une façon suffisante pour vaincre la résistance de la couche d'air ou d'isolant interposé, un arc jaillit et se maintient même dès que le courant est revenu à sa tension primitive. Ce dernier cas est donc bien analogue au phénomène observé dans le radioconducteur et donne quelque poids à notre explication. Plusieurs expériences pourraient d'ailleurs être faites pour confirmer cette exp mais nous n'avons malheureusement pas eu le temps matériel de les réaliser.
La dernière forme donnée par Branly à ses radioconducteurs est la suivante : il renferme la limaille métallique dans une chambre étroite en ébonite, disposée verticalement ; cette limaille se trouve comprise entre deux tiges métalliques, dont l'une peut être plus ou moins rapprochée ou écartée à l'aide d'une vis de pression, Pour amener l'appareil à son maximum de sensibilité, on comprime légèrement la limaille en tournant la vis jusqu'au moment où le miroir d'un galvanomètre très sensible, intercalé dans le circuit, se trouve légèrement dévié ; l'appareil se trouve alors à son maximum de sensibilité et, sous l'action d'ondes électriques, sa conductibilité augmente dans une grande mesure et la déviation du miroir du galvanomètre devient très accentuée ; si, en tournant la vis, on dépassait la mesure et que la déviation primitive obtenue fût trop considérable, un léger choc suffirait, sans détourner la vis, à ramener au zéro le galvanomètre.
« L'action des étincelles oscillantes sur ces radioconducteurs décroît naturellement quand la distance augmente ; on peut toutefois l'observer avec la plus grande facilité à une cinquantaine de mètres et nous verrons tout à l'heure qu'elle est encore sensible à plusieurs kilomètres.
M, Branly a démontré que les courants traversant des radio-conducteurs convenablement disposés pouvaient être considérables ; il atteignit, en effet, des intensités de 25 ampères. Il composa, par exemple, un circuit avec une batterie de 12 à 15 accumulateurs, un fil de platine iridié de un mètre et une couche de quelques millimètres de limaille d'aluminium contenue dans un tube de verre à larges électrodes métalliques. La limaille intercepte le courant et l'ouverture du circuit peut se faire sans la moindre étincelle ; mais, sous l'influence d'ondes électriques, le courant passe immédiatement et le fil de platine rougit aussitôt. On peut par le même procédé, provoquer l'allumage de lampes à incandescence, faire entrer en action un gros électro-aimant, mettre en route un moteur électrique, etc,, et tout cela à distance sous la simple influence d'ondes électriques. On voit par là, qu'en dehors de la télégraphie, ces appareils sont susceptibles de nombreuses applications.
Pour produire de grands effets il n'est d'ailleurs pas nécessaire de faire traverser le radioconducteur employé par un courant intense et il suffit de faire agir le faible courant qui le parcourt sur un relais sensible qui ferme un second circuit, lequel peut recevoir un courant d'intensité illimitée.
Mis à l'intérieur d'une boîte métallique hermétiquement close le radioconducteur n'est plus influencé par des ondes électriques; mais la plus petite fissure suffit à laisser passer les ondes électriques qui agissent sur la limaille. C'est ainsi que si l'on renferme dans une caisse métallique étanche un radioconducteur avec une pile et une sonnerie, celle-ci reste silencieuse à proximité d'un oscillateur en fonction ; elle entre au contraire en action si une légère ouverture livre passage aux ondes électriques.

Les expériences de Marconi.

Si l'on base les antériorités des découvertes scientifiques sur des documents certains et authentiques, sans s'en rapporter aux affirmations verbales ou écrites des chercheurs sur l'origine de leurs travaux, il semble établi que la priorité matérielle de l'idée de la télégraphie sans fil au moyen des ondes électriques appartienne plutôt à M. Popoff, professeur russe.
Le brevet anglais de M. Marconi date en effet, du 2 juin 1896, tandis que la publication du mémoire de M. Popoff, dans le tome XXVIII du Journal de la Société physico-chimique russe, remonte au mois de décembre 1895.
Nous donnerons, dans un chapitre spécial, le résumé des recherches de M. Popoff ; pour le moment nous ne nous occuperons que des expériences réalisées jusqu'à l'heure actuelle par le jeune physicien italien.

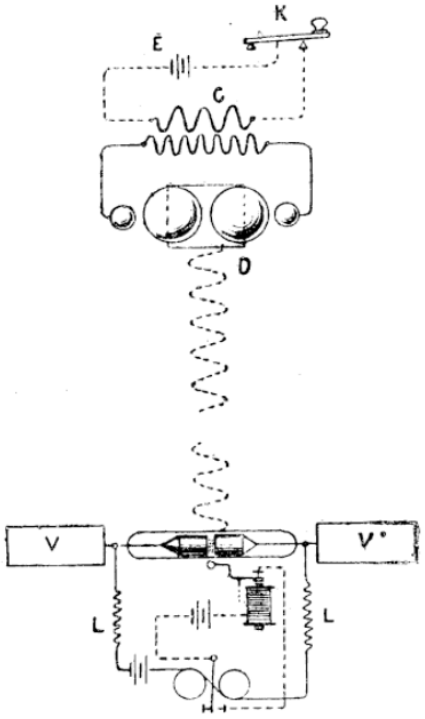
D'après un remarquable article de M. Albert Battandier dans le Cosmos,M. Marconi serait né à Bologne en 1874, et il fit dans cette ville ses premières études de physique et de sciences naturelles. Etant allé à Londres, en 1896, pour affaires d'intérêt privé, il parla des expériences qu'il avait faites sur la transmission électrique sans fil, et les résultats déjà obtenus. Il ne voulait pas encore mettre sa découverte dans le public, la considérant comme insuffisamment mûrie et incomplète; l'enfant — s'il est permis de parler ainsi — n'était encore qu'au maillot, et il voulait se présenter adulte, mais les Anglais, ayant du premier coup d'œil compris la portée de ces études, s'en sont emparé et ont obtenu de lui qu'il les donnât telles quelles. Aussitôt, M. Preece, chef des télégraphes anglais, donna une conférence sur ce sujet et fit connaître au public émerveillé les résultats obtenus par le jeune physicien italien.
Il n'a pas découvert, il faut le dire, une nouvelle force de la nature, mais la possibilité de mieux se servir d'une force existante. Nous avons vu que les radiations issues de l'excitateur Hertz pouvaient passer à travers des diélectriques, mais sont arrêtées par les corps conducteurs qui ont, de plus, le pouvoir de les réfléchir. De plus, leur effet ne se produisait que dans un rayon assez restreint, une cinquantaine de mètres au maximum ; en un mot, il les a fait sortir de ce cercle étroit.
Nous entrons dans le champ de l'invention nouvelle, et il ne faudra pas s'étonner si les explications données par M. Marconi aux personnes qui l'ont interviewé dans les débuts ont paru un peu obscures. La faute en a été à la réserve de l'interviewé et à l'inexpérience électrique de l'intervieweur.
M. Marconi a d'abord cherché et trouvé quelque chose de plus sensible que le résonateur de Hertz ; il a constaté ainsi que l'effet des radiations électriques se faisait sentir beaucoup plus loin et il affirme qu'il a pu le reconnaître à une distance de plusieurs kilomètres. De plus, les radiations hertziennes, bien qu'elles traversent des corps diélectriques, comme un mur, une porte, ne les traversent pas tous ou sous une grande épaisseur. Les plaques métalliques les réfléchissent, mettant ainsi un obstacle à leur propagation. Il a trouvé le moyen de les renforcer à ce point qu'il leur fait traverser des amas de terre, de telle sorte que deux points séparés par une montagne peuvent être en communication, la radiation ou oscillation électrique se transmettant à travers le massif montagneux avec presque autant de facilité qu'au travers de l'air.
Mais ces radiations à cette distance et à travers toutes les résistances accumulées sur leur trajet devaient nécessairement devenir de plus en plus faibles et on ne pouvait constater au poste de réception qu'un courant incapable de produire une action quelconque. M. Marconi a renoncé à l'inscription directe de ces vibrations trop faibles, mais il se sert de leur action pour mettre en mouvement une pile qui, étant insérée dans le circuit d'un télégraphe, le fait agir. En un mot, c'est le système du relais, télégraphique.
Ainsi que le lecteur peut s'en rendre compte, les explications données au début par l'inventeur se réduisaient à peu de chose, mais il faut bien admettre, après la conférence de M. Preece, qu'il est arrivé au résultat qu'il annonçait à l'assemblée. Ceci posé, quelles seront les conséquences de cette découverte ?
Il est clair qu'on ne peut pas prévoir ce qu'elle deviendra plus tard. Quand on commença à se servir du téléphone, son action ne se faisait sentir utilement qu'à un nombre très restreint; de kilomètres, et maintenant, on téléphone couramment à travers les 863 kilomètres qui séparent Paris de Marseille. Il faut donc raisonnablement s'attendre à un développement similaire de la nouvelle découverte ; telle qu'elle est cependant, dans son état embryonnaire, elle n'est pas sans intérêt immédiat.
Quand, sur mer, la pluie ou le brouillard empêche les éclairs du phare d'arriver au navire, ce dernier étant à quatre ou cinq kilomètres du phare, que nous supposons muni d'un excitateur Hertz, il pourra, grâce à son résonateur, être électriquement averti de son approche. Ce résonateur mettra en branle une cloche d'alarme ou bien servira à communiquer télégraphiquement avec le phare.
En cas de guerre, deux corps séparés par une montagne et dont la distance sera moindre de 4 kilomètres pourront se trouver en communication électrique et, par conséquent, combiner leur action sans pose de fils, sans qu'aucun obstacle naturel puisse empêcher l'émission du courant. Ce sera un grand avantage toutes les fois qu'il s'agira de relier deux postes qui se trouvent à courte distance, mais en dehors du rayon visuel. Et si l'imagination voulait se donner libre carrière, il ne serait pas lointain le jour où les journaux pourraient recevoir leurs dépêches sans payer les tarifs élevés des Compagnies télégraphiques et téléphoniques et, ce qui est mieux, sans passer par les fourches caudines d'un pouvoir qui retient leurs télégrammes quand ils ne leur conviennent pas, ou les transmet d'abord à d'autres qu'à l'intéressé.
Les Anglais ont accueilli avec enthousiasme cette nouvelle invention et nous devons lui faire bon visage en France, car elle nous assure actuellement en partie une parcelle de ces libertés que l'on nous a promises, sans nous les donner, en 89 : celle de correspondre sans entraves et sans contrôle avec nos semblables. C'est probablement pour cette raison que les gouvernements lui feront une guerre aussi acharnée qu'impuissante, car les radiations Hertz ne pourront pas être soumises aux droits de douane et ne seront pas astreintes à passer par les bureaux.
Quoi qu'il en soit, les procédés de Marconi ont été l'objet d'un accueil des plus flatteurs en Angleterre, et une Société n'a pas tardé pas à être constituée au capital de deux millions 500.000 francs pour le développement et l'exploitation de ces procédés de télégraphie. Et tandis que, sur le continent, les chercheurs poursuivaient sans relâche leurs études pour les amener à la perfection, et que les Académies discutaient ; de l'autre côté du détroit, on passait immédiatement à la pratique et des postes de télégraphie par ondes électriques étaient organisés et outillés sans perdre de temps. Yoici en quoi consiste le matériel employé par M. Marconi :

Transmetteur. — Le transmetteur Marconi n'est pas autre chose que le radiateur de Hertz sous la forme que lui a donnée le professeur Righi.
Deux sphères solides de laiton de 10 centimètres de diamètre sont fixées dans une caisse étanche isolante, de telle façon qu'une moitié de sphère seulement soit exposée à l'air, l'autre moitié étant plongée dans un bain d'huile de vaseline. Cette huile a pour avantage de maintenir électriquement propres les surfaces des sphères, en évitant le fréquent polissage exigé par les sphères de Hertz ; elle donne aux ondulations excitées par les sphères une forme régulière et constante ; elle tend à réduire la longueur d'onde, qui se mesure en centimètres, tandis que les ondes de Hertz se mesuraient en mètres. Pour toutes ces raisons, la distance à laquelle des effets se produisent se trouve augmentée. M. Marconi utilise généralement des ondes de 120 centimètres de longueur. Deux petites sphères sont fixées en regard des grandes et reliées aux extrémités du circuit secondaire d'une bobine d'induction O dont le circuit primaire est excité par une batterie E, reliée ou non à ce circuit à l'aide d'une clé de Morse K.
Chaque fois que l'on appuie sur la clé K, des étincelles se produisent entre les boules, et comme le système formé par les sphères renferme de la capacité et de l'inertie électrique (self-induction), des oscillations très rapides, dont la fréquence est d'environ 250 millions par seconde, prennent naissance et se propagent suivant la ligne Dd.
La distance à laquelle des oscillations aussi rapides propagent leur action dépend principalement de l'énergie de la décharge. Une bobine de 15 centimètres d'étincelle agit

jusqu'à plus de 6 kilomètres, pour des distances plus grandes, il faut des étincelles plus longues, jusqu'à 50 centimètres de longueur. La distance augmente avec la grosseur des sphères, et se trouve doublée en prenant ces sphères pleines et non creuses.

Récepteur. — Le relais de M. Marconi est formé d'un petit tube de verre de 4 centimètres de longueur, dans lequel deux conducteurs cylindriques en argent sont scellés à la lampe ; ils sont séparés par une distance d'environ un demi-millimètre, et l'intervalle est rempli par un mélange de fine limaille de nickel et d'argent, mélangée avec une trace de mercure. Le tube est amené à un vide de 4 millimètres (de mercure probablement) et scellé. Il fait partie d'un circuit complété par une pile locale et un relais télégra sensible.

Normalement, ce tube ainsi constitué est un isolateur ; les particules de limaille sont pêle-mêle, en désordre, et se touchent très irrégulièrement : mais lorsque des ondes électriques tombent sur la limaille, ces particules sont polarisées, mises en ordre, rangées, et, suivant l'expression du professeur Olivier Lodge, — expression probablement inexacte ainsi que nous l'avons vu plus haut, — elles cohérent : des contacts électriques s'établissent et le courant passe. La résistance d'un relais Marconi, qui est pratiquement infinie, s'abaisse quelquefois à moins de 5 ohms sous l'action d'ondes électriques intenses.



.. Fig. 23. —Schéma du système Marconi,

Cet effet de réduction de la résistance électrique des substances finement divisées sous l'influence d'ondes électriques est bien connu. En 1866, M. S.-A. Yarley a réalisé un parafoudre formé d'une boîte en bois renfermant du charbon en poudre et monté en dérivation sur l'appareil à protéger. Il agissait effectivement ; mais la cohésion obtenue rendait le remède pire que le mal et on dut en abandonner l'emploi. Des effets de cohésion analogues se produisent dans le microphone d'Hannings à granules de charbon, et il faut souvent l'agiter pour ramener les particules à leur état de désordre initial. En 1890, M. E. Branly a montré que la limaille de cuivre, d'aluminium ou de fer agit de même. C'est le professeur Olivier Lodge qui a perfectionné cet appareil et lui a donné le nom de cohéreur,

M. Marconi décohére la limaille en utilisant le circuit local pour faire vibrer rapidement la tête d'un petit marteau contre le tube de verre, et ces chocs répétés produisent un son qui rend facile la lecture des caractères Morse. Le même courant utilisé pour décohérer le récepteur peut également actionner un télégraphe Morse imprimant des signaux sur une bande. Le tube se termine par deux volets métalliques VV' dont les dimensions sont ajustées pour accorder électriquement le transmetteur et le récepteur. Les bobines de self-induction L et L' ont pour effet de s'opposer au passage des ondes électriques en dehors du radioconducteur.

Les oscillations électriques produites par le transmetteur arrivent sur le récepteur accordé à l'unisson avec elles, la cohérence de la limaille se produit, le courant passe par le radioconducteur dans les relais et des signaux sont ainsi reçus.

Dans l'espace libre, entre deux points visibles l'un pour l'autre, il ne faut rien de plus ; mais, lorsque des obstacles se trouvent interposés entre les deux postes, il est nécessaire d'employer des mâts très élevés, des cerfs-volants ou des ballons pour enlever à la hauteur voulue le fil radiateur à la station d'expédition des dépêches et le fil collecteur des ondes à la station d'arrivée.

Des miroirs augmentent les effets des appareils leur portée, cependant on a abandonné leur emploi à cause de leur prix très élevé.

Une remarque qui s'offre aussitôt à l'esprit c'est que les collines et les obstacles du sol ne paraissent offrir qu'une assez faible résistance à la propagation des ondes électriques. Les lignes de force semblent échapper à ces causes d'obstruction ; le temps ne semble avoir également qu'une influence assez minime : pluie, brouillard, neige et vent, ne causent aucun retard, aucune perturbation dans la transmission.

Les volets métalliques ajoutés au radioconducteur (ou cohéreur) peuvent fort bien être supprimés sans inconvénient. Un pôle du récepteur peut être relié à la terre et l'autre amené jusqu'au sommet d'un mât, ou fixé à un ballonnet par un fil. Ce fil et le ballon ou le cerf-volant qui le soutient, recouverts de papier d'étain, font l'office de volet ou de « plaque de ciel », mais dans ce cas, il faut également relier à la terre un des pôles du transmetteur. Plusieurs messages peuvent être transmis en même temps dans plusieurs directions à la fois ; il suffit d'accorder les transmetteurs et les récepteurs pour la même fréquence.

Marconi, s'appuyant sur l'analogie avec les radiations lumineuses, avait d'abord mis ses appareils — oscillateur ou cohéreur — au foyer de miroirs cylindriques paraboliques en métal. Le miroir devait avoir une ouverture au moins double de la longueur d'onde employée. Ce procédé ne permit pas à l'inventeur de communiquer à plus de 4 kilomètres ; il est aujourd'hui complètement abandonné. La seule disposition que l'on adopte et qui a donné les meilleurs résultats est de connecter une extrémité du tube à la terre, tandis que l'autre est liée à un fil suspendu dans l'air. Ce fil, très bien isolé, que l'on appelle 1' « antenne », est souvent terminé à sa partie supérieure par une plaque métallique nommée cc plaque de ciel ». L'oscillateur de l'autre est pourvu du même dispositif.

La terre joue ici, sans doute, le rôle de grande capacité, et l'antenne, constitue une surface qui augmente d'autant la source de radiations. De la même façon, l'antenne du poste récepteur recueillera les ondes qui l'atteignent. Donc, plus l'antenne sera longue et plus on pourra recevoir à une grande distance. Il y a cependant là un rôle encore inexpliqué, car on remarque que l'on reçoit mieux avec l'antenne verticale ou légèrement inclinée, et qu'il n'est pas nécessaire d'élever la plaque de ciel au-dessus d'une certaine limite. A ce sujet, les conclusions de M. Tissot sont aussi intéressantes. Dans des expériences faites entre la côte de Bretagne et la mer, il a indiqué que l'orientation de l'antenne de l'excitateur devait être normale à la direction de propagation : il a également remarqué que la capacité ne paraissait pas jouer un grand rôle, contrairement à ce qui se passerait s'il y avait une véritable résonance.

Chaque poste télégraphique comprend un transmetteur et un récepteur. Pour empêcher, pendant la transmission, les ondes de l'oscillateur d'atteindre le cohéreur du même poste — ce qui le détériorerait — on place tous les organes du récepteur, sauf le Morse, dans une caisse métallique. MM. Gustave Le Bon et Branly qui ont étudié la transparence des corps pour les ondes hertziennes ont reconnu, en effet, l'opacité des corps conducteurs sous toutes les épaisseurs. Les autres corps ont une transparence plus ou moins grande et absorbent toujours une partie des ondes sous une grande épaisseur. Il en résulte que l'interposition d'un gros obstacle pourrait arrêter les radiations ; cependant on peut remarquer que la diffraction, qui est d'autant plus sensible que les ondes sont grandes, permettrait encore la communication en tournant l'obstacle. Toutefois, on s'explique ainsi qu'il vaut mieux, dans ce cas, avoir un poste situé sur une hauteur.

La première expérience réalisée par M. Marconi en Angleterre, a été faite entre Penarth et Brean Down près de Westonsuper Mare, à la fin de l'année 1896. La distance séparant ces deux villes, situées de chaque côté du canal de Bristol, était de près de 9 milles, soit 14 kilomètres et demi.

Les résultats obtenus dans ces premières tentatives furent . assez satisfaisants pour que, peu de temps après, une communication permanente entre l'île de Wight et Bournemouth à 23 kilomètres de distance, fut établie. Aux deux stations d'expédition et de réception des dépêches, sont plantés deux grands mâts portant un fil relié, tantôt au récepteur, tantôt au transmetteur, suivant que c'est l'un ou l'autre de ces deux appareils qui travaille. Le mât élevé à Bournemouth mesure 35 mètres de hauteur ; aucun obstacle

ne sépare les deux mâts de départ et d'arrivée, si bien que l'installation se trouve faite dans les conditions les plus avantageuses. Aussi la transmission des signaux s'opère-t-elle d'une façon absolument régulière.

Au cours de l'année 1898, la distance des deux stations se trouva augmentée et portée à 26 kilomètres par suite du transfert du poste de Bournemouth, de Madeira house Soult chiff, à l'hôtel Haven Pôle. Dans cette installation, les fils supportés par les mâts sont en cuivre de 7 dixièmes de millimètre, isolés par une double couche de caoutchoı coton. Les bobines d'induction employées donnent des étincelles de 25 centimètres de longueur, elles sont alimentées par un courant de 6 à 9 ampères sous 14 volts.
L'oscillateur de Righi à bain d'huile, primitivement employé par M. Marconi, a été remplacé par un oscillateur plus simple dans lequel les décharges jaillissent à l'air libre entre deux sphères de 25 millimètres de diamètre, distantes d'environ un centimètre.
Citons encore quelques installations réalisées pendant ces derniers temps par M. Marconi. Au mois de mai 1898, il installa au nord de l'Irlande, à Bally-Castle et à Rathlin Island, deux nouveaux postes distants d'environ 11 kilomètres, dont 4 sur terre et le reste sur mer. A Rathlin, le fil vertical est supporté par le phare d'une hauteur de 80 mètres, à la station de Bally-castle il est suspendu à un mât de 21 mètres de hauteur ; toutefois, cette hauteur ayant été reconnue insuffisante fut portée ensuite à 80 mètres.
Au mois de juillet, à la demande du journal Daily Express de Dublin, qui voulait être immédiatement prévenu des résultats des régates de Kingstown, lesquelles avaient lieu pleine mer, on relia provisoirement par un double poste de télégraphie sans fil Kingstown et le vapeur Flying-Huntress qui suivait les évolutions des yacht. Le mât de la station de Kingstown avait une hauteur de 83 mètres, le fil du poste du navire suspendu au mât principal avait 23 mètres de longueur. On put ainsi recevoir les dépêches transmises du navire à une distance de 36 kilomètres.
Une autre installation fut ensuite réalisée pour permettre à la reine d'Angleterre résidant à Osborne House, île de Wight, de communiquer avec le prince‘de Galles qui se trouvait à bord de son yacht amarré dans la baie de Cowes à 2.500 mètres de distance. Malgré la faible distance, ces deux points étant séparés par des collines ne pouvaient être facilement réunis par un système de télégraphie optique. Le mât placé à Osborne House avait 30 mètres de hauteur et le fil suspendu au mât du yacht une longueur de 25 mètres. Pendant 16 jours cette installation fonctionna avec la plus grande régularité et environ 150 dépêches dont plusieurs très longues furent échangées.
Au mois de décembre 1898, M. Marconi entreprit des expériences pour établir des communications entre deux navires ; il put les réaliser, grâce au gouvernement anglais qui mit à sa disposition trois navires : le Gull, le South-Goodwin et le East Goodioin. Le fil suspendu au mât de ce dernier navire avait 24 mètres de haut ; le mât qui le soutenait était partiellement en fer sur une longueur de 18 mètres, le reste étant en bois, de nombreuses pièces métalliques et chaînes l'entouraient ; malgré cela, des signaux très distincts purent être transmis, malgré le mauvais temps, à une distance de 17 kilomètres. Le poste récepteur-transmetteur de ce navire était placé dans une cabine d'arrière et relié au fil par un conducteur soigneusement isolé traversant la paroi de la cabine. La bobine employée était, comme pour les expériences précédentes, de 25 centimètres d'étincelle et alimentée par un courant de 6 à 8 ampères et 14 volts. En deux jours, plusieurs membres de l'équipage purent apprendre à transmettre et à recevoir les messages, ce qui démontre la simplicité des opérations.

Depuis longtemps M. Marconi cherchait à établir des communications par ondes électriques entre la France et l'Angleterre et il vient d'en obtenir l'autorisation du gouvernement français. Il avait d'abord sollicité l'autorisation d'installer une station à Cherbourg pour correspondre avec une autre station établie à l'île de Wight, mais le gouvernement français ayant répondu qu'il préférait que l'on choisisse un autre point du littoral, les expériences furent exécutées çntre Boulogne et la côte anglaise au commencement de l'année 1899.

« **Le 27 mars 1899 deviendra une date célèbre** dans les fastes de la science, écrivait à cette époque un rédacteur de l'Industrie Électrique, car elle marque le jour où la première dépêche télégraphique a été échangée entre la France et l'Angleterre, sans fils conducteurs, à travers l'espace, en utilisant les ondes hertziennes et le principe des radioconducteurs de Branly.
Les expériences, conduites par M. Marconi, ont été effectuées entre South Foreland et Wimereux, petit village situé à 3 kilomètres de Boulogne-sur-Mer, c'est-à-dire entre deux stations éloignées de 48 kilomètres l'une de l'autre à vol d'oiseau. Chaque poste de transmission et de réception comporte un fil de cuivre, alternativement radiateur et collecteur des ondes, disposé verticalement le long d'un mât atteignant 46 mètres de hauteur.
« Ces expériences ont démontré la possibilité d'établir une communication télégraphique permanente entre la France et l'Angleterre, à travers la Manche, sans l'emploi d'aucun câble sous-marin. Elles ont eu lieu en présence du colonel de Ponta-vice, du commandant Fiéron, du **capitaine Ferrier** et de M.Voisenat, ingénieur des télégraphes, qui ont été frappés de là netteté de ce mode de transmission des signaux. »

Au moment du Congrès des Sociétés Savantes, qui se tint à Boulogne le 24 septembre 1899, ces expériences furent répétées devant les membres du Congrès qui s'étaient rendus au poste de Wimereux. A ce sujet, permettons-nous de remarquer l'inépuisable complaisance des Français avec les étrangers. Tandis que notre gouvernement facilitait à l'Italien Marconi, soutenu par une puissante Société financière anglaise, ses expériences de transmission électrique, un constructeur français, membre du Congrès qui allait admirer les appareils étrangers, non seulelement ne parvenait pas à obtenir des Anglais la moindre concession pour l'installation d'un poste de télégraphie sans fil sur un rivage du Royaume-Uni, mais même aucun encouragement, aucun aide du gouvernement français ! Tout pour les étrangers, rien pour nos nationaux, surtout si ce sont des novateurs, telle semble être la devise de notre célèbre Administration !..
Pour en revenir aux travaux de Marconi, rappelons que la marine italienne expérimente depuis plus d'une année ce système d'intercommunication si avantageux pour les correspondances militaires, mais les résultats qui ont été obtenus ont été, jusqu'à présent, gardés secrets. On sait seulement que plusieurs expériences ont été faites, en 1898 et 1899, à bord des navires de guerre et le long des côtes, notamment à la Spezzia où la portée de transmission atteignit 30 kilomètres. Dans ces diverses expériences, M. Marconi put constater que la distance maximum de transmission était approximativement proportionnelle au carré de la longueur des conducteurs verticaux installés à chaque poste, toutes les autres conditions restant "bien entendu égales. Si, par exemple, un conducteur de 6 mètres est nécessaire pour télégraphier à 2 kilomètres, il faudra un conducteur de 12 mètres pour correspondre à 8 kilomètres, un de 24 mètres pour 32 kilomètres et ainsi de suite. M. Ascoli est arrivé à la même conclusion, et a établi une loi, déduite de la formule de Newman, qu'il résume comme suit : l'action inductrice est proportionnelle au carré de la longueur de l'un des deux conducteurs de même dimension placés à chaque poste, et inversement proportionnelle à la distance qui les sépare. Par conséquent, l'intensité des signaux transmis ne diminue pas si la longueur des conducteurs verticaux est augmentée en proportion de la racine carrée de la distance. Cette loi a permis de déterminer la longueur des conducteurs placés à chaque station. Entre Wimereux et South-Foreland, cette longueur minimum était de 35 mètres pour une portée de 48 kilomètres.
Les résultats obtenus aux manœuvres navales récemment exécutées dans les eaux anglaises ont prouvé que la télégraphie sans conducteur, système Marconi, était en bonne voie de perfectionnement ; car, à un moment donné, la Junon a pu recevoir des ordres par les ondes hertziennes de l'Europa, distante de 68 milles.
Si l'on imagine, dit le commodore Statham, une série de cinq vaisseaux séparés les uns des autres par des distances de 60 milles, on pourra donc communiquer à un point effectivement éloigné de 300 milles, en recevoir des ordres immédiats et agir en conséquence. Ce fait est déjà acquis ; il est possible.
D'un autre côté, interviewé par un reporter du New-York Herald, M. Marconi a répondu : ce il y a deux ans, je croyais que la limite maximum de transmission ne pouvait être que de 10 milles. Actuellement, nous communiquons entre des stations distantes de 110 milles l'une de l'autre. Dans un très prochain avenir, les bateaux seront tous munis d'un réflecteur et d'un appareil de transmission, et pourront se guider, malgré le brouillard et la tempête, d'une façon absolument sûre. On pourra ainsi envoyer des ondes dans une seule direction, au lieu de les laisser rayonner comme on le fait actuellement. Les réflecteurs pourront tourner autour du mât, et quand les ondes émises atteindront le point où elles doivent aboutir, un indicateur sonnera, et le pilote n'aura plus qu'à gouverner avec une sécurité absolue, guidé qu'il sera par les signaux ainsi transmis du rivage. »
Le New-York Herald nous apprend en même temps que M. Marconi vient de faire des offres au gouvernement anglais pour la guerre du Transvaal. A ce sujet, il y a lieu de remarquer que l'Angleterre possède déjà huit navires de guerre de l'escadre de la Manche pourvus de ces appareils.
Le succès des transmissions à travers la Manche a fait naître le projet de télégraphie à des distances de plus en plus considérables. M. Marconi détient le record de la portée à la suite des expériences faites entre Wimereux et Chemlsford, à 140 kilom. de distance, et déjà certaines personnes ont parlé de télégraphier entre Londres et Paris, soit 280 kilom. à vol d'oiseau.
Naturellement la tour Eiffel est toute indiquée pour être le terminus à Paris, mais on n'a pas encore fixé l'emplacement de la station de Londres, quoique certaines revues aient déjà indiqué le monument en construction à Wembley, et qui doit être plus élevé que la tour de 800 mètres. Mais on peut penser qu'il ne tardera pas à se rencontrer des personnes qui affirmeront sérieusement que ces postes Marconi sont dangereux pour l'Angleterre, et de même que cela a été dit pour le tunnel sous la Manche, pourront prétendre qu'elles donneront à la France l'occasion d'une invasion. Déjà on a suggéré que le naufrage du steamer le Stella sur les rochers de la côte, provenait du fait que son compas fut affecté par les signaux de Marconi, qui passaient entre Wimereux et South-Foreland, qui sait si l'on ne se basera pas sur des suppositions aussi futiles et ridicules pour en travers le développement de ces procédés si avantageux de transmission !...

En attendant, M. Marconi patronné par la *Société Anonyme la Wireless Telegraph and Signal C° Itd*, fondée pour l'exploitation de ses brevets, poursuit le cours de ses expériences et de ses succès. Les essais répétés pendant les manœuvres de la flotte dans la mer d'Irlande en 1899 ont admirablement réussi. Le problème suivant se posait : une flotte forte mais d'allure lente devait trouver et convoyer certains vaisseaux marchands, de la haute mer jusque dans un port, tandis qu'un détachement plus faible mais plus rapide, devait essayer d'intercepter les navires marchands. On démontra que les croiseurs éclaireurs de la flotte lente pouvaient très facilement tenir l'amiral au courant de la position de l'adversaire et de signaler la présence de navires de commerce sur des distances atteignant 80 kilomètres en échangeant des signaux par ondes électriques d'un bâtiment à un autre. Il est donc hors de doute à la suite de ces essais couronnés d'un entier succès, que l'Amirauté anglaise adoptera le système de correspondance de Marconi.
Tel est, à l'heure où nous écrivons, le résumé des expériences exécutées dans diverses circonstances par le célèbre expérimentateur de la télégraphie sans fil au moyen des ondes hertziennes. Il paraît évident que cette nouvelle application est complètement passée du domaine abstrait de la théorie dans celui de la pratique, et que désormais, ce

progrès est certain et ne fera que se développer dans l'avenir.

On dispose ainsi d'un émetteur et d'un récepteur, les premiers radiotélégraphes peuvent commencer à voir le jour sous l'égide de Nikola Tesla, avec sa fameuse bobine Tesla et l'amplification des transmetteurs. Mais aussi d'**Alexandre Popov** de Saint-Petersbourg, qui découvre le principe de l'antenne améliorant la transmission des ondes sur de longues distances. Et surtout de l'italien **Guglielmo Marconi** qui reprendra toutes ces technologies pour les améliorer et les mettre en application. Il n'en est pas l'inve mais il sera le premier à expérimenter concrètement la transmission radio sur de grandes distances avec la première transmission hertzienne à travers la manche entre l'Angleterre et la France en 1899.

Marconi transmettra un message télégraphique en l'honneur de Branly :
« M. Marconi envoie à M.Branly ses respectueux compliments par le télégraphe sans fil à travers la manche, ce beau résultat étant dû en partie aux remarquables travaux de M.Branly ».

La TSF est née !

A propos des expériences de téléphonie sans fil, par Ernst Ruhmer en 1900
Le Photographophon basé sur l'usage du sélénium (voir le Photophone) :
Dans un article sur l'arc parlant, paru en 1901 dans l'lektrotechnische Zeitschrift (98 février,t. XXII, p. 196), M. E. Ruhmer signalait l'importance pratique que pouvait avoir ce nouveau et intéressant phénomène pour la réalisation de la téléphonie sans fil.
L'arc parlant est obtenu, comme on le sait, lorsque les oscillations de courants produites par la parole dans un circuit microphonique sont superposées d'une manière convenable au courant continu quî alimente l'arc. Aux variations de température qui se produisent dans l'arc parlant sont liées des variations de même sens dans l'intensité de la lumière émise, Si cette lumière, dont les variations correspondent exactement aux vibrations sonores reçues par la plaque du microphone, est projetée sur un morceau de sélénium faisant partie d'un circuit téléphonique, le téléphone du poste récepteur reproduira exactement la parole transmise, car le sélénium réagit et change de résistance aux moindres variations d'éclairement,
La téléphonie sans fil devenait donc possible par ce moyen, au moins en principe, C'est ce que montrèrent dès le début les expériences du D' Simon, à Francfort. La figure 1 donne schématiquement les dispositifs à employer pour réaliser la transmission de la parole.
La lumière parlante est projeté par un réflecteur parabolique dans la direction du récepteur, et peut ainsi franchir des distances assez considérable sans dispersion notable .
(Nota) Dans ses expériences, l'auteur emploie pour concentrer la lumière un bon projecteur Sehuekert qu'il préfère aux projecteurs sphériques Mangin, à cause de la moindre divergence. Le projecteur parabolique employé de 35 cm de diamètre avait un angle de divergence de 0°,3 pour un arc de 7 ampères, mnis cette divergence s'élevait à 3° au moins pour un arc de 30 ampères.
Le réglage des charbons à la main, dans la lampe du projecteur, doit être préféré au réglage automatique, à cause d'uné action inductive défavorable exercée par les bobines employées dans ce dernier réglage.

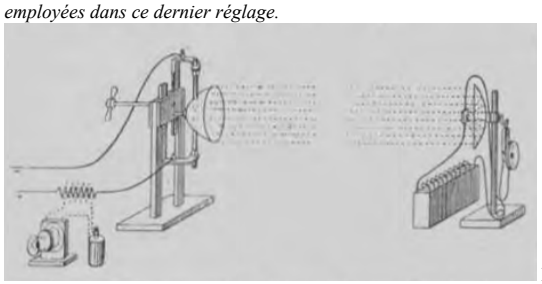
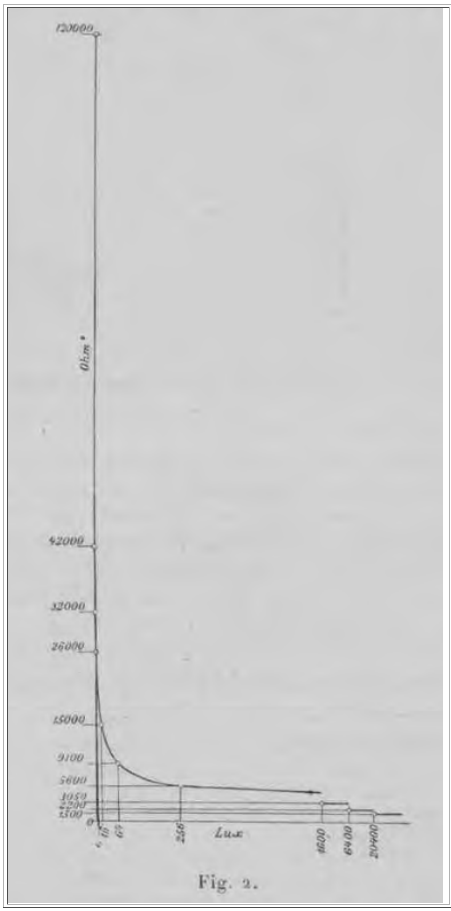


Fig. 1. — Schéma d'un dispositif pour téléphonie sans fil,

Le poste transmetteur comprend, ainsi qu'on le voit dans la figure 1, outre le projecteur, une batterie d'accumulateurs alimentant l'arc, le microphone, et la bobine d'induction dont le secondaire est en série avec l'arc.
(Nota) Il ne faut pas, autant que possible, employer le courant d'une dynamo pour alimenter l'arc; les légères variations périodiques de courant dues au collecteur de la machine, suffisent pour occasionner dans la flamme un bourdonnement qui se transmet au téléphone de la station réceptrice, et dans certains cas peut rendre difficiles les communications

- À la station réceptrice est un miroir parabolique qu'on peut orienter facilement dans toutes les directions, et dans l'axe optique duquel est placé un élément cylindrique de sélénium .
(Nota) Les morceaux de sélénium employés ont tous la forme cylindrique pour que, placés suivant l'axe optique du miroir parabolique, ils reçoivent uniformément sur leur pourtour la lumière projetée par le transmetteur.
Aussi M. Ruhmer a-t-il cherché, et réussi d'ailleurs, à préparer d'une façon particulière (!) Les expériences réussissent également bien pendant le jour, à condition naturellement de ne pas exposer directement aux rayons solaires le miroir réflecteur du poste récepleur; dans le cas où le miroir doit être dirigé du côté du soleil, un simple écran suffit à détourner du miroir les rayons solaires directs,

Ce sélénium est monté en série avec une batterie de piles ou d'accumulateurs et deux téléphones, La parole est donc transportée entre les deux stations sous forme d'ondulations lumineuses, et les vibrations sonores sont rendues de nouveau dans le circuit téléphonique du poste récepteur, grâce aux propriétés particulières du sélénium, dont la résistance varie avec l'éclairement auquel il est soumis,
Il résulte de ce qui précède que la bonne transmission de la parole par ce procédé dépendra de nombreux facteurs : l'amplitude des oscillations du courant microphonique, la superposition rationnelle de ce courant au courant d'alimentation de la lampe, l'intensité de ce dernier courant, la valeur et la bonne installation du miroir parabolique, la clarté et la transparence de l'air, la grandeur du miroir récepteur, la sensibilité de l'élément de sélénium, et enfin le choix judicieux de la tension de la batterie en circuit avec le sélénium, et des résistances de téléphones.
Au premier abord il semble que les résultats doivent être d'autant meilleurs que l'intensité normale de l'arc est plus grande; pour une certaine variation de l'intensité, la variation de la couleur de l'are et par suite de la lumière émise, est en effet d'autant plus grande que l'intensité moyenne est elle-même plus grande, Seulement, le sélénium, et particulièrement l'élément fendre, comme il est dit plus loin, réagit d'autant plus faiblement pour une même variation d'éclairement, qu'il est déjà plus éclairé. De sorte qu'en augmentant l'intensité normale, d'un côté on accentue bien les variations de lumière, mais de l'autre on diminue la sensibilité du sélénium; une autre circonstance empêche d'ailleurs d'employer de trop fortes intensités, c'est que le cratère devenant trop étendu cause une divergence considérable du faisceau lumineux et qu'une faible partie seulement de la lumière émise parvient au miroir collecteur de l'appareil récepteur,
L'intensité de la transmission sera la plus forte pour un certain éclairement du sélénium qui dépend de la courbe de sensibilité. On doit proportionner les appareils de telle façon que les téléphones montés en série avec l'élément réagissent le mieux pour l'intensité du courant correspondant à cet éclairement critique. De plus, l'intensité de l'arc variera avec les distances et augmentera en même temps que ces distances,
L'auteur a obtenu les meilleurs résultats : pour des distances de 1 à 2 km avec des arcs de 4 à 5 ampères, pour 3 à 4 km avec des arcs de 8 à 10 ampères et pour des distances de 5 à 7 km avec des arcs de 12 à 16 ampères.



La position rigoureuse du cratère positif au foyer du projecteur est une condition importante à remplir, de même que la direction exacte du faisceau qui n'est pas toujours facile à obtenir dès que la distance devient un peu grande et que les postes ne sont pas absolument fixes (installations sur un bateau par exemple).
Dans le jour les difficultés de pointage sont encore beaucoup plus grandes.
Pour faciliter le pointage dans tous les cas, il est avantageux de joindre au projecteur une lunette à réticule, les axes des deux instruments étant rigoureusement parallèles, La brume ou même la pluie, tout en diminuant la portée des communications, n'empêchent pas leur netteté aux distances modérées, Bien que les essais eussent été faits sur le Wannsee et le Havel, et que le soir il y eût presque toujours du brouillard à la surface de l'eau, la transmission fut toujours très bonne. La qualité de l'élément de sélénium employé a naturellement la plus grande influence sur la valeur de la transmission téléphonique, surtout à de grandes distances. Ce sélénium doit être sensible, non seulement aux rayons lumineux en général, mais spécialement à ceux qui subissent les variations d'intensité les plus considérables. Les recherches de l'auteur l'ont amené à trouver que ce sont les rayons à courte longueur d'onde qui représentent plus particulièrement la lumière parlante, ll est donc nécessaire de rendre le récepteur sensible aux ondes courtes. Or on sait que la résistance d'un élément de sélénium ordinaire décroit beaucoup plus dans la partie rouge du spectre que dàns les autres, le violet et l'ultra violet sont presque sans action. des éléments de sélénium spécialement sensibles au contraire, aux longueurs d'onde qui intéressent la photothéléphonie. À côté de la haute sensibilité pour ces longueurs d'onde, une autre qualité importe également au plus haut point, c'est la faculté que doit posséder l'élément de changer très rapidement de résistance; son inertie doit être très faible. Suivant le mode de préparation du sélénium, on peut en obtenir deux espèces qui se comportent tout différemment lorsqu'ils sont exposés à la lumière, L'auteur désigne ces deux variétés sous le nom de sélénium tendre et sélénium dur. Les séléniums durs, soumis à de faibles impressions lumineuses, sont presque insensibles ; leur variation relative de résistance est beaucoup moindre que lorsqu'ils sont vivement éclairés c'est exactement l'inverse qui se passe pour les séléniums tendres. Par conséquent, il est avantageux d'employer un élément dur pendant le jour ou à de petites distances, c'est-à-dire toutes les fois que le récepteur est éclairé assez vivement.
Au contraire, l'élément tendre est indiqué pour les communications dans l'obscurité ou à grande distance. Mais, s'il n'est pas possible de changer d'élément suivant les circonstances, l'emploi d'un sélénium tendre est à préférer d'une facon générale.
Dans ces derniers temps, la sensibilité des séléniums employés s'est accrue dans des proportions considérables. Il y a quelques années, on était trés content, pour les applications qu'on avait en vue, de trouver un sélénium dont la résistance du soleil était la moitié ou le tiers de la résistance dans l'obscurité.

Avec ces éléments, la photothéléphonie n'aurait jamais été possible à plusieurs kilomètres. Mais on est arrivé très rapidement à préparer des séléniums beaucoup plus sensibles. En 1901, l'auteur employait pour ses essais un élément de la maison Clausen et de Bronck, dont la résistance diminuait dans le rapport de 10 à 1 lorsque le sélénium passait de l'obscurité à la lumière du soleil. M. le professeur Simon, à Goltingue, emploie dans ces derniers temps un élément préparé par M. Gillay, a Delft, qu'il tient « pour le meilleur qui ait été construit ». La résistance d'environ 533 000 ohms
à l'obscurité tombe à 26 000 ohms pour un éclairement d'environ 400 lux. M. E. Ruhmer a préparé de son côté de nouveaux éléments à lames minces qui possèdent en moyenne une sensibilité égale à la précédente, quelques-uns même une sensibilité supérieure. Ils ont, d'après l'auteur, sur les éléments Giltay, le grand avantage de réagir très bien aux courtes longueurs d'onde; cette supériorité explique que jusqu'à présent M. Simon, bien qu'il emploie un excellent miroir de Schuckert, de 90 cm de diamètre, n'est pas parvenu à parler plus loin que 2,5 km, tandis que M. Rhumer, dans une expérience faite le 25 juillet dernier, a obtenu une excellente transmission à 7 km de distance, et les appareils n'étaient nullement à la limite de leur puissance.
D'après l'auteur, les éléments employés par lui, préparés d'une façon spéciale, peuvent être sensibilisés pour toutes les longueurs d'onde, et en outre la propriété de revenir très rapidement à leur résistance primitive dans l'obscurité.
La résistance à l'obscurité de l'élément sensibilisé est de 120000 ohms elle s'abaisse à 15000 ohms, au voisinage immédiat d'une lampe à incandescence de 16 bougies. La figure à montre la courbe de résistance de cet élément.
A l'appareil récepteur (fig. 3) le cylindre de sélénium était monté au foyer d'un miroir parabolique de 50 mm de diamètre et 70 mm de longueur focale. La tension de la batterie était de 100 volts.

Fig. 3. — Essais de téléphonie sans fil de E. Ruhmer. Au premier plan, à terre, poste récepteur ; sur l'un des bateaux, à l'arrière plan, poste transmetteur .

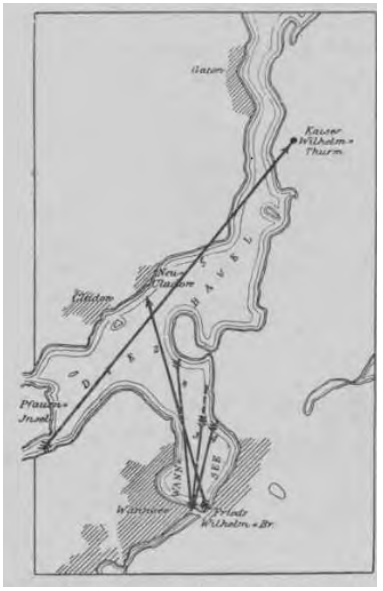


Fig. 4. — Carte des cessais de téléphonie sans fil de E, Kuhiner, transmission maxima 7 km en suivant la plus grande flèche,

Comme téléphone de réception, étaient intercalés dans le circuit deux téléphones à haute sensibilité et à grande résistance, à membranes minces et faibles aimants. Les expériences se firent dans les environs de Berlin, sur le Wannsee et la Havel. Le poste récepteur était installé à terre, et le transmetteur sur un bateau qui pouvait s'éloigner progressivement dans une direction convenable; le projecteur employé était un projecteur de torpilleur Schuckert, de 35 cm de diamètre, Plusieurs séries d'expériences furent

faites les 4, 8, 9, 16 et 25 juillet, et dans des conditions très variées: atmosphère transparente, temps brumeux, pluie, pendant le jour et dans la soirée : tous les essais donnèrent de bons résultats,
Dans la dernière expérience en particulier — temps légèrement brumeux — la réception de la parole fut très intense et très claire, et la disposition des lieux seule ne permit pas de dépasser la distance de 7 km entre les deux postes: le récepteur était sur la plate forme de la tour Kaiser-Wilhelm (fig. 4) et le projecteur sur le bateau « Germania » qui s'éloignait dans la direction de Plauen-Insel.
Ces résultats sont donc intéressants et encourageants, et l'auteur estime qu'après quelques modifications reconnues avantageuses dans le cours de ses expériences, on p ce procédé lumineux, téléphoner sans fil facilement, à des distances de beaucoup supérieures à celles qui ont été atteintes précédemment.

Ce type d'expérience représentait une alternative par rapport à la wireless telegraphy (T.S.F.) développée par Marconi, qui ne transmettait que des signaux Morse et est quasi contemporaine des premières expériences de transmission hertzienne de la voix par Fessenden (1900).

Après ses expériences dans le domaine de la radiophonie, Ruhmer s'est penché, après Fessenden, sur les questions de la téléphonie sans fil, (wireless telephony), utilisant no plus la lumière mais les ondes sonores comme moyen de transmission du son.
En 1904, il construit un alternateur a très haute fréquence (300 000 périodes à la seconde) permettant de produire des oscillations entretenues, mais avec une puissance très faible limitant ses applications. En utilisant pour la réception un détecteur magnétique ou électrolytique, Ruhmer a pu correspondre à une vingtaine de kilomètres avec un dispositif transmetteur basé sur l'emploi d'un arc Poulsen procurant jusque 500 000 périodes par seconde.

Revenons à la Télégraphie Sans Fil : la **T.S. F.**

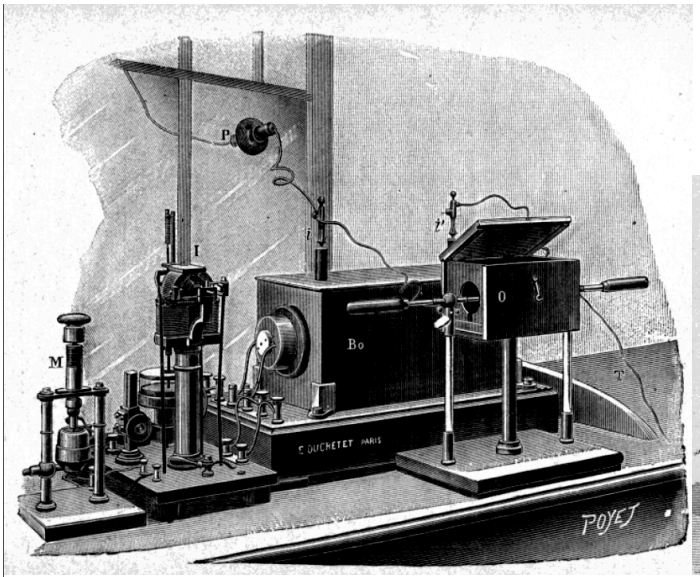
Lors du naufrage du Titanic (à bord duquel Marconi aurait dû se trouver, s'il n'avait décidé d'avancer son départ), dans la nuit du 14 au 15 avril 1912, les SOS envoyés du paquebot par radio hâteront l'arrivée sur les lieux d'un navire grâce auquel quelque 700 passagers seront sauvés.
Pour la presse, la radiotélégraphie ouvre aussi une ère nouvelle : en 1898, Marconi télégraphie les résultats d'une régate au Daily Express de Dublin, à bord d'un remorqueur qui suit la course.

Le 5 novembre 1898, **Eugène Ducretet** établit la première liaison française par radio, en émettant des sons depuis la tour Eiffel jusqu'au Panthéon (ce qui représente environ 4 km).

L'appareillage de télégraphie sans fil et les expériences de M. Ducretet.

Tandis qu'en Angleterre, M. Marconi, subventionné par la puissante Wireless Company, procédait à ses remarquables expériences, en France, M.Ducretet, le constructeur d'instruments de physique bien connu étudiait un matériel de télégraphie sans fil.

Le principal avantage des appareils établis par M. Ducretet réside dans leur fonctionnement entièrement automatique.
Quand une dépêche est envoyée par le transmetteur, le récepteur se met en mouvement de lui-même sous l'action des ondes électriques qui le frappent ; les signaux s'enregistrent, et lorsque la transmission est achevée, tout rentre dans l'état primitif sans le secours d'aucun opérateur.
Ce transmetteur est représenté par la figure 24 ; il se compose d'une bobine d'induction B° alimentée par une batterie d'accumulateurs pourvue d'un interrupteur indépendant I ; les émissions de courant, longues et brèves, formant les signaux suivant le système Morse, sont produites par un manipulateur M ; les deux bornes i i' du circuit secondaire sont reliées en deux branches de l'oscillateur O ; une de ces branches est mise à la terre par le fil T, et l'autre est reliée à un long fil radiateur, supporté par un mât, et dont on aperçoit l'extrémité inférieure sur la gravure.



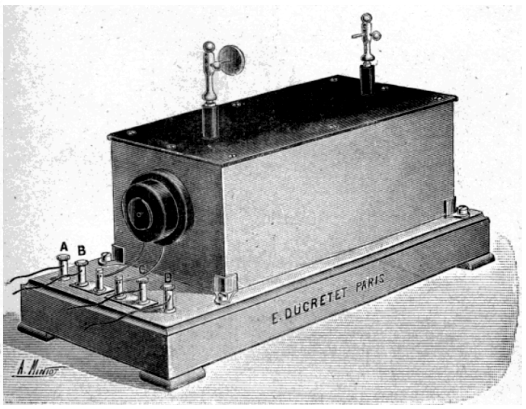
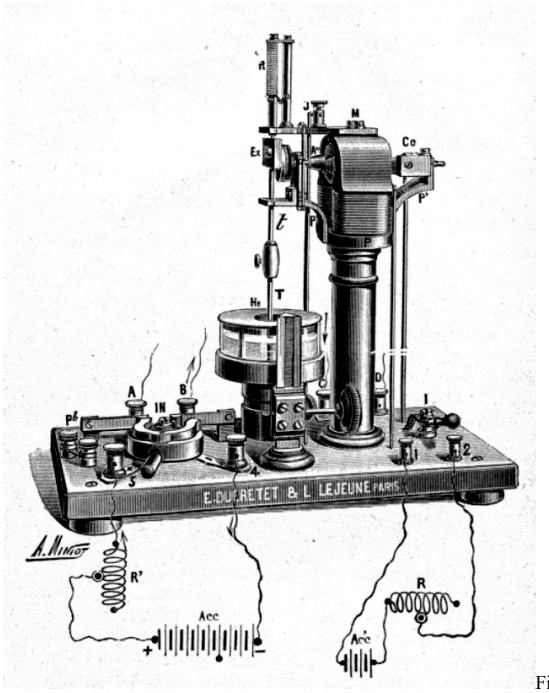


Fig. 24. — Poste transmetteur de télégraphie par ondes électriques de M. Ducretet. Fig. 25. — Bobine pour télégraphie sans fil.

La bobine d'induction est d'un modèle à la fois très solide et transportable (fig. 25), les deux circuits sont entièrement renfermés dans une boîte remplie d'un mélange isolant les mettant à l'abri de tout choc et les séparant complètement ; les étincelles produites par cette bobine, très appréciée pour toutes sortes d'expériences autres que la télégraphie sans fil, sont chaudes et nourries. Le condensateur enfermé dans le socle peut être à volonté utilisé ou mis hors circuit, suivant que les fils amenant le courant primaire sont fixés aux bornes AB ou BO.



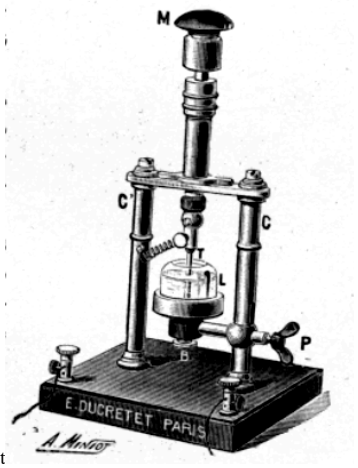


Fig 26 Fig 27, — Manipulateur Ducretet

L'interrupteur, représenté figure 26 est constitué par un petit moteur à courant continu, actionnant par un excentrique une tige verticale équilibrée par un ressort B et terminée par une seconde tige mobile en platine; cette dernière plonge dans un godet contenant du mercure, surmonté d'une couche de pétrole ou d'alcool ; ce godet peut être plus ou moins élevé à l'aide d'une crémaillère, de manière à régler la hauteur du mercure par rapport à la tige plongeante, qui, par suite du mouvement de va-et-vient qui lui est communiqué par le moteur, ouvre et ferme successivement le circuit en plongeant et en sortant ensuite de la couche de mercure. L'appareil est complété par un inverseur IN destiné à changer le sens d'arrivée du courant dans le circuit primaire de la bobine.

Le manipulateur figure 27 a été étudié spécialement pour la télégraphie sans fils ; le manipulateur Morse ordinaire ne donnant pas de très bons résultats par l'effet des étincelles de rupture, qui sont autrement nourries qu'avec tous les appareils ordinaires de télégraphie avec fils. Cet appareil est donc composé d'une tige de platine T, pouvant recevoir un mouvement de va-et-vient à l'aide d'une poignée M, dont la tige coulisse dans un manchon supporté par deux colonnettes G G' ; un ressort intérieur ramène toujours la tige en haut de sa course aussitôt qu'on cesse d'appuyer sur la poignée. Un godet L contient le mercure qui établit le contact, et est surmonté d'une couche de liquide isolant. Le niveau de ce mercure peut être réglé en déplaçant le godet qui est mobile et peut être fixé à l'endroit voulu par la vis P. Cet appareil fonctionne absolument comme le manipulateur Morse ordinaire, en pressant plus ou moins longtemps sur la poignée M, on obtient les émissions de courant brèves ou longues nécessaires aux signaux.

Pour les expériences de démonstration, M. Ducretet emploie un oscillateur construit sur le principe de celui du professeur Righi ; il comporte trois sphères : une sphère centrale d'assez grand diamètre supportée par la colonne du milieu, et deux petites sphères placées de chaque côté et dont l'écartement peut être réglé à volonté ; les parties des sphères où jaillissent les décharges sont rendues inoxydables par un dépôt de platine; les trois sphères sont renfermées dans une boîte en bois dur avec couvercle mobile ; des chicanes intérieures masquent les étincelles, et cet ensemble ne touchant en aucun point aux tiges des sphères ne nuit pas aux décharges des fortes bobines d'induction ; ce modèle fonctionne sans liquide isolant.

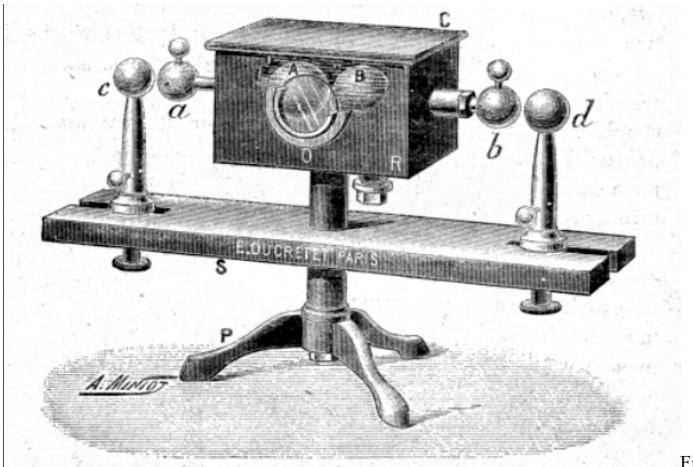


Fig. 28. — Oscillateur Ducretet.

La figure 28 représente ce modèle d'oscillateur à liquide isolant, Les deux sphères principales A, B, dont l'écartement peut être réglé à volonté, sont placées dans une cuve étanche G-, contenant de l'huile de vaseline pouvant être enlevée à volonté par l'ouverture à bouchon fileté R. Une autre ouverture O, munie d'une glace, permet d'observer l'étincelle. Les deux sphères A et B peuvent être reliées à la bobine, soit directement par les bornes a, b, soit indirectement par les bornes c, d qui peuvent être plus ou moins éloignées des premières, en les faisant coulisser dans les rainures de la plaquette isolante S.

Pour les expériences à grande distance l'oscillateur employé par M. Ducretet est en O de la figure 24 ; il ne comporte que deux sphères et le liquide isolant n'est pas employé.

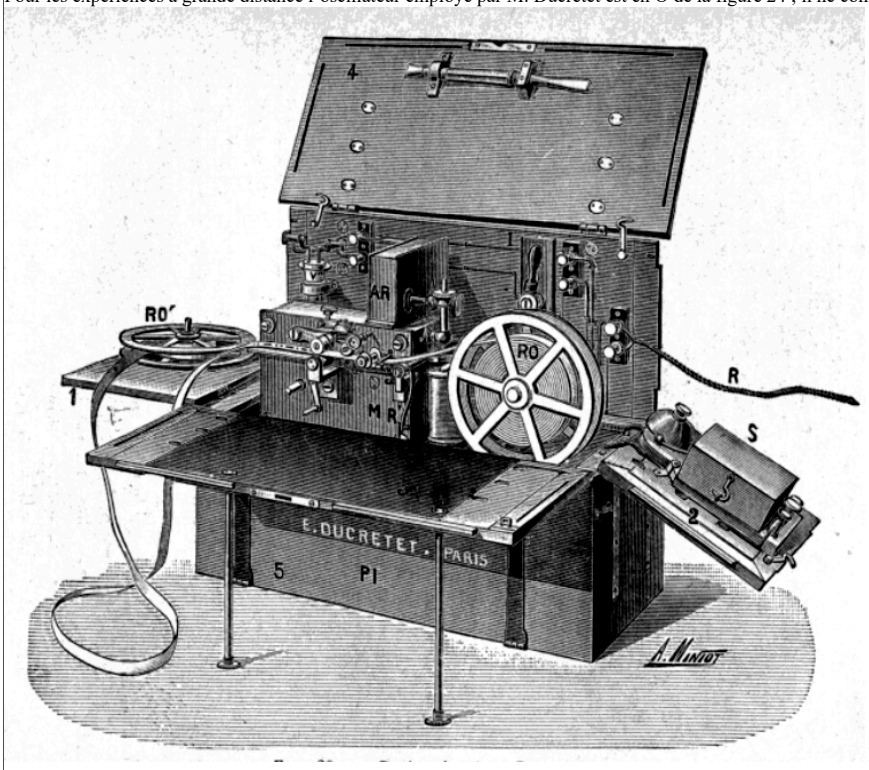
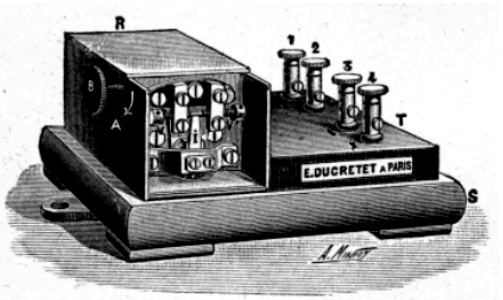
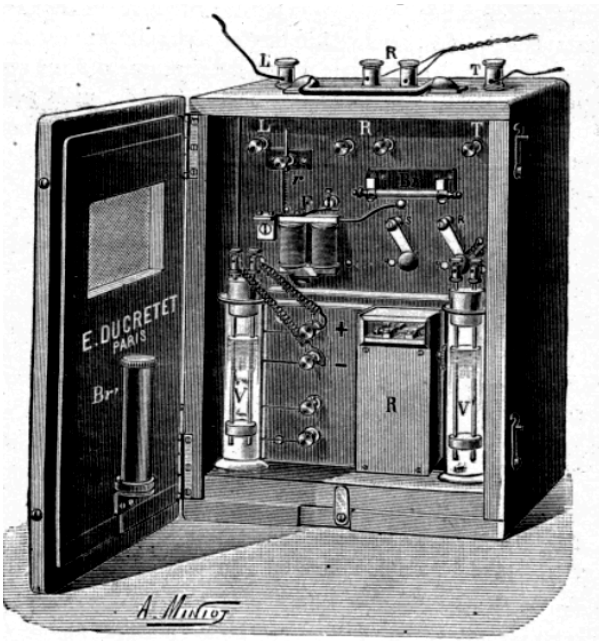


Fig. 29. — Poste récepteur Ducretet.

Le récepteur figure 29 est portatif. Le radioconducteur Branly, Br est d'un modèle particulier établi par M. Ducretet : c'est un petit tube d'ivoire remplie de limaille insérée entre deux conducteurs métalliques dont la pression peut être réglée par une vis ; ce réglage est très important pour obtenir le maximum de sensibilité. Les limailles qui donnent les meilleurs résultats sont celles de fer, d'acier et de nickel ou alliage de ce métal : ferro-nickel, etc. Le radioconducteur est maintenu en place par deux pinces qui facilitent son enlèvement et sa remise en place. Ces pinces sont en communication, d'une part, avec le circuit intérieur contenant le relais, et, d'autre part, par les bornes T et L, avec la terre et le fil collecteur, placé comme le fil radiateur le long d'un mât. Le relais à armatures polarisées placées sur un axe horizontal et équilibrées est représenté à part, figure 30. Il est introduit dans le circuit du radioconducteur, et sa sensibilité est extrême. U forme, dès qu'il est actionné par le courant traversant la limaille, un circuit local agissant sur l'électro-aimant F, dont le marteau disposé suivant Popoff frappe sur le tube pour ramener la sensibilité de la limaille, et qui agit en même temps sur l'enregistreur inscrivant les signaux. La course de la palette de fer doux peut être réglée au moyen d'un ressort antagoniste et d'une vis. Les tubes V et Y' sont des résistances liquides, sans self-induction, dont le but est d'éviter l'effet des étincelles d'extra-courant de rupture, qui, non seulement altèrent la netteté -des contacts du relais, mais peuvent même agir sur le radioconducteur et troubler la réception des signaux. Des piles nécessaires au fonctionnement du relais et de l'électro-frappeur, sont contenues à l'intérieur de la boîte, derrière les divers appareils que l'on distingue dans la gravure. S et R sont des interrupteurs permettant de mettre hors de circuit, le cas échéant, ces piles. Une pile sèche de trois éléments travaille sur le frappeur ; il suffit d'un élément pour le circuit du relais et du radioconducteur.





Fig, 30 — Relais pour télégraphie sans fil. Fig. 31. — Appareil portatif Ducretet.

Quand le poste comporte un appareil transmetteur et un récepteur, il est utile d'empêcher les ondes électriques produites par le premier pour l'expédition des dépêches, d'influencer le second qui est, placé tout auprès, ce récepteur ne devant enregistrer que les télégrammes envoyés par le poste correspondant. A cet effet, le récepteur est disposé sur un support avec écrans protecteurs métalliques à larges rebords reliés à la terre. On peut également renfermer entièrement le récepteur dans une boîte métallique que l'on ouvre lorsqu'on va recevoir une communication et que l'on referme, au contraire, lorsqu'on expédie une dépêche. Mais, dit M. Breton, le plus simple est encore d'enlever le radioconducteur de sa monture, où il se place simplement à frottement doux, et de le placer dans un étui en métal Br disposé spécialement dans ce but.
L'appareil portatif Ducretet disposé comme il vient d'être dit peut servir tel quel, en faisant la lecture des signaux au son produit par les chocs du marteau frappeur sur le tube à limaille, mais il est possible de réaliser l'enregistrement en reliant cet appareil, par ses deux bornes supérieures R, à un appareil récepteur Morse quelconque ou mieux au modèle spécial, portatif et automatique (fig. 31) que M. Ducretet a construit en vue de cette application.
Cet appareil enregistreur (fig.29),assez ingénieusement combiné, est, nous le répétons, d'un fonctionnement entièrement automatique, et c'est lui qui permet la suppression du télégraphiste préposé à la réception des dépêches. C'est là une disposition avantageuse, car, en raison de la grande sensibilité du radioconducteur, toutes les ondes électriques d'origine atmosphérique, agissent sur le récepteur. Il faudrait donc, surtout par les temps orageux, un employé en permanence pour mettre le transmetteur en action à chaque appel, et souvent inutilement. L'appareil automatique, au contraire, se mettant en marche et s'arrêtant de lui-même, enregistre toutes les ondes électriques, provenant, soit de dépêches transmises, soit de décharges atmosphériques ; en jetant de temps à autre un regard sur les signes inscrits, il est facile de déterminer ces deux genres d'action et de recueillir les dépêches reçues.
Dès qu'une onde électrique arrive au radioconducteur le mouvement d'horlogerie du Morse se met en marche de lui-même, inscrit les signaux et s'arrête aussitôt que les ondes cessent d'agir sur la limaille. Un espace blanc est toutefois laissé entre chaque dépêche ou réception d'ondes électriques atmosphériques, afin d'éviter toute confusion. Ce résultat est obtenu de la façon suivante.
Aussitôt que le radioconducteur devient conducteur, sous l'influence d'ondes électriques, le courant de la pile locale qui la traverse actionne le relais E (fig. 31) et celui-ci ferme le circuit d'un second courant local; ce courant, en même temps qu'il actionne le frappeur F, circule dans l'électro-aimant de l'appareil enregistreur Morse M où il est amené par les bornes E (fig. 80 et 31) ; cet électro-aimant attire la palette de fer doux qui forme son armature et qui commande le levier d'impression ainsi que le levier d'un second relais R'. Ce relais supplémentaire met en circuit une troisième pile locale placée dans le soubassement P I du poste portatif ; le courant de cette pile agit sur l'électro-aimant du déclencheur A E qui met en mouvement le mouvement d'horlogerie, lequel provoque le déroulement du ruban de papier qui reçoit l'inscription des signaux. Ce ruban de papier, primitivement enroulé sur la roue spéciale E O, peut, après l'impression, être emmagasiné sur la roue EU'.
Dès que les ondes électriques cessent d'agir sur le radioconducteur, un dernier coup du frappeur F ramène la limaille à sa résistance primitive, les deux relais E et E' cessent d'agir, le déclencheur Ar arrête le mouvement d'horlogerie et tous les organes de l'appareil, revenus à leur état initial, sont tout prêts pour repasser par la même suite d'opérations à la prochaine réception d'ondes électriques.
La sonnette d'appel S à un coup, mise en fonction par le relais E' et qui peut d'ailleurs être placée à une distance quelconque du récepteur, permet d'annoncer l'arrivée et l'enregistrement des dépêches. Les effets des étincelles d'extra-courant de rupture du relais E' sont évités comme pour le relais E par l'addition d'une résistance liquide Y.
Si l'on veut assurer, par exemple, dans un fort ou à bord d'un navire, le secret des dépêches reçues, il suffit de renfermer l'appareil récepteur dans un cabinet fermé où la personne intéressée pourra seule venir relever les télégrammes enregistrés automatiquement sur le ruban de papier.

L'appareil récepteur que nous venons de décrire est très bien agencé au point de vue portatif ; tel quel, il pourrait déjà rendre des services précieux pour la télégraphie militaire ; il suffirait de compléter l'installation portative par des mâts à tirage recevant les fils radiateur et collecteur ; on pourrait également organiser des voitures postes extrêmement pratiques, permettant de relier immédiatement un poste à un autre sans qu'il soit besoin d'établir aucune ligne ; ces voitures permettraient même de mettre en communication constante, pendant leur marche, deux corps d'armée distants de quelques kilomètres.
Pour les stations fixes, M. Ducretet dispose les différents appareils du poste récepteur sur une table à console comme l'indique la figure 32 ; sur cette gravure, les différentes lettres indiquant ces appareils, correspondent à celles des appareils semblables du poste portatif représenté par les figures 29 et 31 ; il est donc facile, en se reportant à la description qui vient d'être faite, de comprendre la disposition de ces postes fixes absolument identiques d'ailleurs, sauf le rangement des appareils, aux postes portatifs.

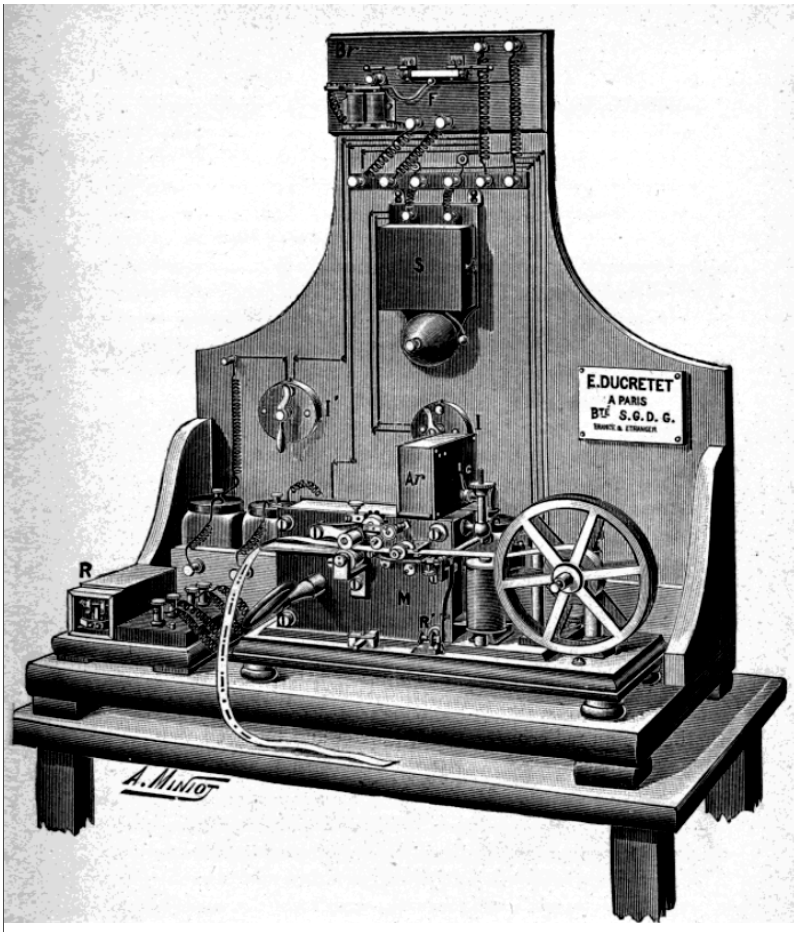


Fig- 32 Poste récepteur

Dans certains cas, M. Ducretet supprime le mouvement d'horlogerie du Morse et le remplace par un moteur électrique alimenté par une petite batterie d'accumulateurs ; ce moteur se met en marche dès que les ondes électriques agissent sur la limaille du radioconducteur et s'arrête aussitôt que cesse l'action de ces ondes.

Pour effectuer ses expériences, M. Ducretet disposa au-dessus de son laboratoire un mât d'une vingtaine de mètres de hauteur ; ce mât recevant le fil relié tantôt à l'oscillateur, tantôt au radioconducteur et se trouvant par suite, tour à tour, radiateur ou collecteur, suivant que l'on transmet ou reçoit une dépêche ; la transmission fut parfaite entre ce mât et le sommet du Panthéon, et différents postes installés à grande distance, même lorsque le fil collecteur était placé sur la face opposée de ce monument, ce qui obligeait cependant les ondes électriques à traverser ou à contourner cette importante masse de pierres.

Quelque temps après, M. Ducretet transmit des dépêches par ondes hertziennes au-dessus de Paris à des distances dépassant 7 kilomètres. Dans le cas des signaux transmis du poste du Panthéon à celui de la Tour Eiffel, les signaux furent reçus avec une netteté parfaite par l'appareil récepteur du Panthéon, mais, par suite de la masse métallique de la tour, les signaux envoyés du Panthéon ne purent être perçus par l'appareil récepteur de la tour, ce qui était à prévoir. La transmission s'opéra, dans ces expériences, avec une rapidité atteignant environ le tiers de celle du Morse ordinaire ; la bobine d'induction employée ne donnait que 25 centimètres d'étincelle.

Il est bon de noter, en passant, que la longueur des fils radiateur et collecteur doit être accordée pour obtenir le maximum de sensibilité. Ces fils, au lieu d'être tendus verticalement le long d'un mât, peuvent également être disposés horizontalement à une certaine distance du sol, ainsi que M. Popoff l'a démontré. Il doivent toutefois être soigneusement isolés et bien parallèles entre eux, et alors la disposition horizontale présente l'avantage de diminuer l'influence des décharges atmosphériques sur les récepteurs. Dans les postes doubles comprenant un transmet teur et un récepteur, il est indispensable d'intercaler un commutateur, qui, par le simple déplacement d'une manette devant un cadran, relie le fil à l'oscillateur ou au radioconducteur, suivant que l'on doit envoyer ou recevoir un télégramme. Il est évident que plus la distance à franchir est considérable, plus grande doit être la longueur des conducteurs collecteur-radiateur.

Comme nous l'avons vu plus haut, les ondes électriques atmosphériques agissent sur le radioconducteur et peuvent, par suite, être enregistrées par les appareils récepteurs que nous venons de décrire. C'est ainsi que dans un orage, le 11 juin 1898 un de ces enregistreurs Ducretet a inscrit entre 2 h.30 et 3 h.40 de l'après-midi, 311 décharges atmosphériques. M. Ducretet a néanmoins pu constater que ces décharges supplémentaires quoique embrouillant quelque peu les signaux transmis, ne les rendaient pas absolument indéchiffrables.

Par suite de cette intéressante propriété, cet enregistreur automatique a sa place indiquée dans les observatoires météorologiques. Pour les observations continues il convient, toutefois, de remplacer l'appareil enregistreur Morse par un enregistreur à marche lente avec inscriptions horaires donnant l'heure exacte où se produit et s'enregistre la décharge atmosphérique.

Le chronographe qu'emploie M. Ducretet pour cet usage comporte un cylindre faisant un tour complet en 24 heures et recevant la feuille de papier quadrillée spéciale ; une plume à encre montée sur une barre de fer doux qui se meut le long d'une vis sans fin commandée par le même mouvement d'horlogerie, trace une ligne continue en spirale le long du cylindre ; la plume parcourt ainsi en huit jours la hauteur du cylindre. Un électroaimant actionne la plume et lui fait marquer un petit trait perpendiculaire au tracé lorsqu'un courant le traverse, Les deux bornes de cet enregistreur sont reliées par un conducteur double de longueur quelconque aux bornes R du récepteur portatif de la figure 31 ; il peut être substitué au récepteur Morse automatique ou ajouté au poste complet ; dans ce dernier cas, les deux appareils fonctionnent concurremment. Si les décharges électriques atmosphériques ne sont pas trop rapprochées, chacune d'elles est nettement marquée par un trait qui donne l'indication du jour et de l'heure où elle s'est produite. En temps d'orage, par suite de la grande fréquence des décharges, les traits se superposent et il serait indispensable pour obtenir des inscriptions nettes, d'employer un cylindre tournant beaucoup plus rapidement .

M. le lieutenant de vaisseau Tissot s'est livré récemment à une longue suite d'expériences pour le compte du Ministère de la Marine avec les appareils que nous avons décrits dans ce chapitre. Installé à Brest, M. Tissot a poursuivi ses recherches pendant près d'une année.

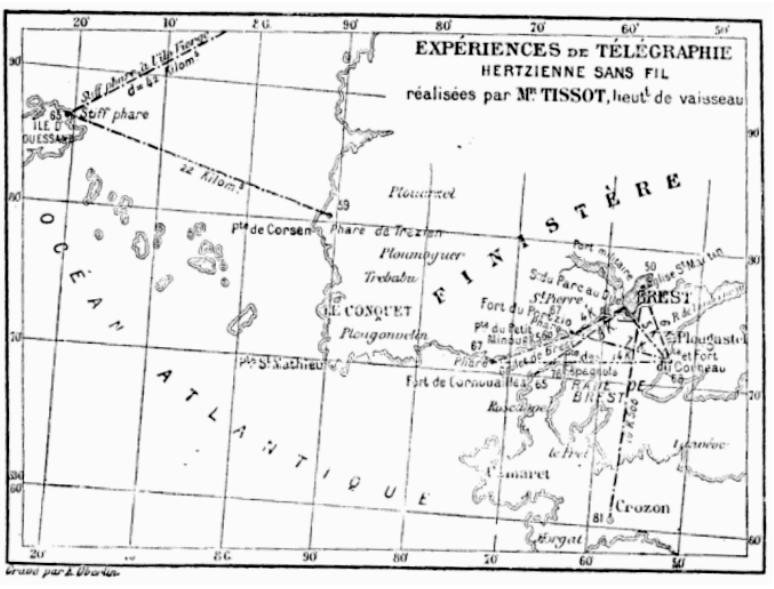


Fig 33. — Le mât et le fil collecto-radiateur employés par M. Tissot, Fig. 34.— Carte des expériences de télégraphie sans fil de M. Tissot,

La carte, figure 34, montre les lignes établies successivement par cet officier dans la série de belles expériences qu'il a effectuées en rade de Brest et en haute mer. M. Tissot a été amené, au cours des essais, à faire quelques remarques inédites à l'époque de ses observations. Les tubes employés étaient à électrodes de platine immobilisées ; la limaille était particulièrement de la limaille d'argent sulfurée ; il y a intérêt à prendre une densité assez forte de courant, par suite des tubes semi-capillaires ; les tubes les plus sensibles, sont comme l'a d'ailleurs montré M. Branly, légèrement conducteurs, on doit donc les employer avec un relais ; pour les ramener à leur conductibilité initiale, il convient de leur donner des chocs très légers ; à cet effet, le courant du relais agit sur un signal" électro-magnétique par transmission d'air. M. Tissot a fait des mesures relatives de la sensibilité des tubes par un dispositif analogue à celui de M. Branly ; diverses précautions rendent les observations toujours comparables. Les fils radiateurs et récepteurs ne sont pas munis de capacité ; il semble qu'il soit inutile ' de les disposer verticalement ; ils doivent être seulement dans dans un plan perpendiculaire à la direction de la propagation. Divers essais ont été entrepris pour déterminer expérimentalement le régime vibratoire du fil radiateur et l'influence de la nature du métal de ce fil.
Avec les appareils Ducretet, M. le lieutenant de vaisseau Tissot a pu relier entre eux le phare du Trézien (pointe de Corsen) (fig. 33), et celui du Stiff (île d'Ouessant) ; la distance est de 22 kilomètres ; puis le phare du Stiff et celui de l'île Vierge, soit 42 kilomètres.
A ce sujet, M. Ducretet a communiqué la dépêche suivante aux journaux :
« Avec mes appareils, M. le lieutenant de vaisseau Tissot a pu, grâce à son habileté et à sa persévérance, réaliser de "belles et définitives expériences de télégraphie sans fil et montrer que notre pays pouvait ne pas être tributaire de l'étranger. Cette distance de 22 kilomètres peut être considérablement accrue. »
Au lendemain des manœuvres navales anglaises, où la télégraphie sans fil a donné des résultats très satisfaisants, l'importance de la dépêche de M. Ducretet n'échappera à personne. Nous avons dit, en effet, qu'au cours de ces manœuvres, un croiseur de la flotte anglaise a pu, grâce aux appareils Marconi qu'il avait à bord, signaler l'ennemi au vaisseau amiral avec une rapidité jusqu'ici inconnue.
Comme le prouve la dépêche envoyée par M. le lieutenant de vaisseau Tissot, les officiers de notre marine ont, eux aussi, résolu le problème de la télégraphie sans fil appliquée à la tactique navale, et leurs expériences, pour être moins bruyantes que celles de leurs voisins d'outre-Manche, n'en sont pas moins décisives.
Depuis cette date, en Russie, M. A. Popoff, avec les appareils Ducretet, a établi, avec des mâts ordinaires une transmission régulière entre des navires de guerre (cuirassés) à la distance de 32 kilomètres et 25 kilomètres avec la côte, en pleines manœuvres.

Deux anciens livres de Ducretet 1901 sont disponibles en pdf
- La Télégraphie hertzienne sans fil aux grandes distances
- Guide pratique de télégraphie hertzienne sans fil aux grandes distances

Expériences diverses de MM. Popoff, Tesla, Lecarme, Guarini-Foresio, etc., etc.

On conçoit facilement qu'il soit possible de transmettre des signaux à travers l'espace à l'aide des ondes électriques produites par un oscillateur de Hertz agissant sur un radioconducteur Branly. L'oscillateur, placé à la station de départ est actionné pendant des périodes courtes et longues de façon à produire les signaux de l'alphabet Morse ; les ondes qu'il émet se propagent à travers l'espace, viennent actionner le radioconducteur placé à la station réceptrice, et ferment un circuit local dont le courant peut actionner un appareil enregistreur quelconque.
MM. Lodge, Le Royer et Yan Berchem firent une série d'expérience dans ce sens, mais c'est incontestablement à M. Popoff que revient l'honneur d'être parvenu le premier à transmettre des signaux à des distances relativement considérables par ce procédé qu'il était réservé à MM. Marconi et Ducretet de vulgariser en quelque sorte. Nous décrirons donc tout d'abord, dans ce chapitre, les appareils qui furent combinés par M. Popoff, et rappellerons les résultats qu'ils permirent à ce savant d'atteindre.
Une première difficulté se présentait tout d'abord et devait être surmontée : une fois le circuit local du poste récepteur fermé par les radiations électriques, qui agissaient sur le radioconducteur, le courant continuait à passer et il fallait, pour l'interrompre, secouer légèrement le radioconducteur. Or,MM. Branly, Lodge et autres, qui avaient expérimenté cet appareil se contentaient de secouer simplement à la main le cube contenant la limaille ; mais pour la télégraphie ce procédé primitif ne pouvait convenir et il était indispensable d'imaginer un dispositif automatique capable d'ouvrir le circuit. dès que les ondes électriques émises par le poste expéditeur cessaient d'agir sur la limaille. Le procédé employé par M. Popoff, et qu'a repris M. Ducretet, est très simple : le radioconducteur proprement dit est formé d'un tube de verre recevant deux feuilles de platine collées sur sa paroi interne, et contenant la limaille métallique. Ce tube est supporté par un ressort, de telle sorte qu'un choc très léger suffit pour décohérer, suivant le terme de M. Lodge, la limaille et rompre le circuit. Le choc automatique nécessaire est obtenu par le procédé suivant :
Le courant d'une batterie de piles locales passe consécutivement par le tube et par l'enroulement d'un relais télégraphique ; tant que la limaille métallique se trouve dans l'état ordinaire, le courant qui circule dans le circuit est excessivement faible et l'armature du relais n'est pas attirée ; mais, dès qu'une onde frappe le radioconducteur, la résistance de tout le circuit diminue ; l'armature du relais est attirée et ferme le circuit d'une sonnerie. Celle-ci entre en fonctions et son marteau frappe, en même temps que le timbre, le tube contenant la limaille. Par suite, dès que les ondes électriques n'agissent plus, la limaille est ramenée par un dernier choc à son état primitif ; elle redevient très résistante, le courant cesse de passer, et l'armature des relais est ramenée en arrière par un ressort antagoniste.
M. le professeur Popoff mettait à la terre un des électrodes en communication avec un conducteur isolé dans l'espace.
Cet appareil fut construit dans le but de rechercher s'il existe dans notre atmosphère des oscillations électriques, et, dans ce cas, quelle est leur fréquence et quelles sont les causes dont elles dépendent ; en même temps M. Popoff indiquait que son appareil pourrait servir à la réception des signaux transmis dans l'espace. A cet effet, il est nécessaire de joindre au dispositif que nous venons de décrire un système enregistreur quelconque. On pourrait employer un récepteur Morse fonctionnant très lentement ou, de préférence, et comme l'a fait M. Popoff, un cylindre enregistreur exécutant une rotation complète en 12 heures et analogue aux cylindres dont il est fait usage dans les enregistreurs Richard.
Dès que les oscillations électriques agissent sur la limaille, l'appareil enregistreur marque un trait sur le ruban. Cet appareil a été installé par M. A. Popoff à l'Institut Porestal à Saint-Pétersbourg, au mois de juillet 1895, il sert pour les observations météorologiques et fonctionne déjà depuis plus de 3 ans. Il fut utilisé ensuite pour reproduire les expériences de Hertz sur les ondes électriques, puis pour des essais de télégraphie sans fil.
Pour arriver à la transmission à grande distance, M. Popoff chercha à augmenter d'une part l'énergie de la source des ondes électriques et d'autre part, la sensibilité du récepteur. Si l'on emploie un vibrateur de petite dimension, son énergie potentielle est petite et on ne peut l'augmenter sans faire perdre à la décharge son caractère oscillatoire. Il faut donc augmenter les dimensions de l'oscillateur de manière que, même avec une grande longueur d'étincelle, c'est-à-dire avec une différence considérable de potentiel, le caractère oscillatoire de la décharge subsiste. M. Popoff emploie un oscillateur analogue à celui construit par Hertz. Ce vibrateur possède des sphères de 30 centimètres reliées par une tige interrompue d'un peu moins d'un mètre. Les oscillations déterminées dans un tel appareil se prolongent assez longtemps; on peut produire avec lui une longue

étincelle et obtenir une différence très considérable de potentiel au commencement de l'oscillation sans aucune crainte que la décharge perde son caractère oscillatoire.
Les premières expériences de Popoff furent faites dans la cour de l'Institut ; la distance étant insuffisante on les continua dans le port à l'aide d'un bateau supportant l'appareil récepteur. Les premiers essais démontrèrent la possibilité de signaler les ondes très distinctement à la distance de 650 mètres ; à une distance plus grande, on ne distinguait qu'une partie des décharges.
Dans ces premières expériences, Popoff employait dans le radio-conducteur, de la poudre métallique très fine, mais après plusieurs essais il trouva qu'une grande sensi peut être obtenue, sans nuire à la constance de l'appareil, en employant une limaille d'acier très grossière. Cette dernière a permis de communiquer à des distances 3 à plus grandes que la limaille fine ou la poudre. L'emploi de cette limaille a permis d'atteindre la distance de 700 mètres environ avec une petite bobine d'induction donnant 4 à 5 centimètres d'étincelle. En employant une bobine plus forte la distance atteint d'un seul coup plus d'un kilomètre. Si l'on munit le récepteur d'un conducteur vertical très long, ce qu'il est très facile de faire sur un bateau, la distance de transmission augmentera encore ; en effet, en augmentant la longuenr du fil récepteur on reçoit les ondes dispersées sur de plus grands espaces. On peut également accroître la sensibilité du récepteur, en augmentant la sensibilité du relais intercalé dans le circuit avec le tube à limaille. En ayant appliqué ce moyen M. Popoff a atteint des distances de plus de 1.500 mètres.
Il construisit alors un vibrateur susceptible de donner une énergie originelle encore plus grande et permettant, par suite, d'atteindre des distances plus considérables. Dans ce nouvel oscillateur les sphères sont remplacées par deux plateaux constitués par deux troncs de cônes par la base comme l'indique la figure 35.

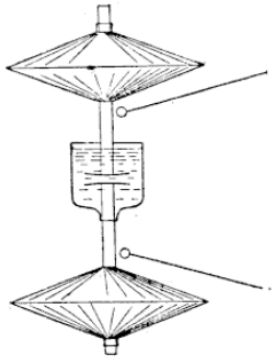


Fig. 35 .

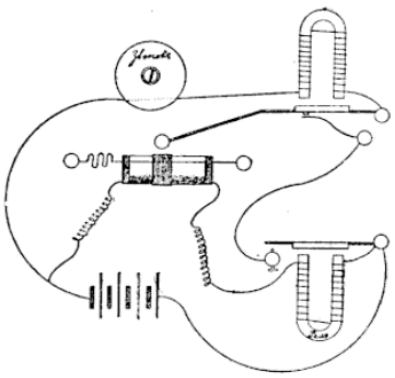


Fig. 36. Schéma du récepteur de M, Popoff.

La distance entre les disques était d'environ un mètre et leur diamètre d'un peu moins d'un mètre. Au point d'interruption de la tige sont fixés des disques de 10 centimètres environ de diamètre, entre lesquels jaillit l'étincelle. Cette modification a donné à M. Popoff les résultats suivants : le vibrateur fut placé sur une rive de la mer et le récepteur sur un bateau possédant un mât de 9 mètres de hauteur auquel était suspendu un fil isolé relié à l'une des électrodes du radioconducteur, l'autre électrode étant mise à terre ; en éloignant lentement le bateau de l'oscillateur on a pu déterminer la distance maximum de transmission, on la trouva supérieure à 3 kilomètres. En employant un mât d'une hauteur plus grande on atteint une distance plus considérable ; c'est ainsi qu'avec un mât de 18 à 20 mètres on put transmettre des signaux à 5 kilomètres.

Il existe donc entre les expériences réalisées par M. Popoff et celles de M. Marconi relatées dans le précédent chapitre une grande analogie. L'appareillage employé par ces deux physiciens ne présente que des différences de détail, mais il faut reconnaître que M. Marconi a poussé beaucoup plus loin ses investigations, puisqu'il a obtenu la plus grande portée qui ait été constatée jusqu'à présent, c'est-à-dire près de 150 kilomètres entre Wimereux et Chelmsford.

Le célèbre électricien américain, bien connu par ses recherches sur les courants de haute tension et grande fréquence, Nicolas Tesla, a inventé un nouveau système de télégraphie sans fil, dans le transmetteur duquel les radiations se comportent comme les rayons X passant par les milieux les plus denses : le sol, la pierre, l'eau, etc. D'après M. Tesla, l'éther n'oppose aucune résistance à la transmission des vibrations de natures diverses qui s'y propagent, et le travail d'un cheval vapeur est plus que suffisant pour lancer des signaux de Londres à New-York à 5.000 kilomètres de distance ; la diminution des effets d'induction, avec l'augmentation de la distance est due simplement au rayonnement dans tous les sens de l'espace, de telle façon qu'en s'éloignant de plus en plus du centre d'émission, un fil ou une surface métallique reçoit un nombre de radiations de plus en plus restreint. Un faisceau cylindrique de radiations électriques manifesterait, s'il ne rencontrait aucun espace sur sa route presque les mêmes effets à mille kilomètres de distance qu'à un mètre. Ce n'est donc pas un paradoxe que de soutenir que les ondes électriques peuvent être expédiées à une distance quelconque, même jusqu'aux planètes telles que Mars et Jupiter. M. Tesla, dans sa communication, annonce qu'il sera installé avant la fin de l'année 1900 une station de télégraphie sans fil par ses procédés, à New-York, et une autre à Londres. On se servira,paraît-il, de ballons captifs, retenus par des câbles en fil métallique et lancés à 5000 pieds de haut, de manière à atteindre les couches supérieures d'air raréfié, à travers lesquelles les ondes électriques se transmettront plus facilement. Ces câbles seront ancrés à des tours en acier. Au-dessous de chaque ballon pendra un disque de large surface, et les oscillateurs seront placés au sommet des tours. Une fois le mouvement électrique mis en activité dans ces oscillateurs, ainsi disposé, le courant s'élancera jusqu'aux disques sous les ballons et de là jailliront, tel un éclair, des vibrations qui traverseront l'Atlantique. De même, il y aura des courants qui descendront dans le sol par des fils et actionneront des vibra-teurs similaires à ceux suspendus dans l'air libre. Analysons ce projet en détail :
Etant donnée la distance entre New-York et Londres, les deux fils verticaux formeront entre eux un angle de 75°. Supposons un instant le radiateur à New-York : le fil vertical émettra un cylindre de radiations, dont l'axe est le fil lui-même, la hauteur celle du fil et dont le diamètre peut être considéré infini. La base de ce cylindre de rayons (les radiations sont perpendiculaires au fil) est tangente à la surface de la terre. Par la position des deux fils, ce cylindre de rayons ne rencontrera pas le fil de la station de Londres : le fil vertical est donc inutile. Il reste les radiations des deux disques, l'un mis sous terre et l'autre suspendu au ballon. Ces deux disques émettent presque toutes leurs radiations sous forme de deux cylindres, l'un sur le prolongement de l'autre et perpendiculaires à eux-mêmes. Pour que les radiations de ces deux disques produisent des effets à la station de Londres, il faut que les disques, aux deux stations, soient parallèles et que les cylindres de rayons émis par les disques de New-York rencontrent ceux de Londres. Pour les deux disques mis sous le sol, cela n'est pas impossible, mais le faisceau de rayons ne subira-t-il de nombreuses réflexions et dispersions dans le sol de façon qu'au disque, mis sous le sol à Londres, n'arriveront pas de radiations ? Il reste le disque pendu sous le ballon : il n'est pas difficile de placer les deux disques parallèles dans les stations, mais il faut encore que le cylindre de rayons rencontre l'autre disque de façon que, en les supposant égaux, ces deux disques forment les bases d'un cylindre droit. Mais comment obtenir cela à l'aide d'un ballon, soumis au caprice du vent, quand un petit déplacement suffit pour que le cylindre de radiation ne rencontre plus le disque ? Si, au lieu du disque plein on emploie une spirale plane de fil à section ronde comme le voudrait M. Guarini-Foresio, il suffira que les deux spirales se trouvent dans deux plans parallèles ou presque pour avoir toujours des effets d'induction.

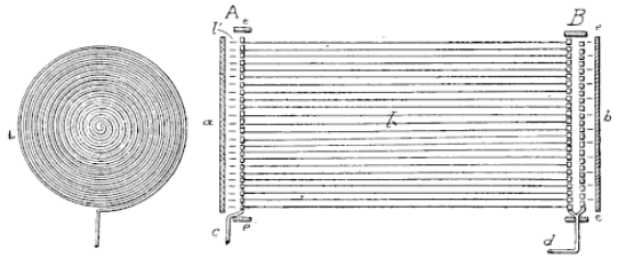


Fig. 37 et 38. — Disques-spirales de Cuaiini-Foresio

Ici il faut remarquer que, lorsqu'on emploie deux spirales planes, à fil à section ronde, placées dans une position quelconque, mais dans deux plans parallèles, on a toujours des effets d'induction remarquables, chaque moitié de la spirale induisante produiront les plus grands effets sur la moitié de la spirale induite où la courbure du fil a la même direction. On peut, d'autre part, augmenter les effets d'induction en interceptant les radiations émises selon des secteurs déterminés du disque (de la spirale plane induisante). Peut-être que seulement les radiations émises dans tous les sens par l'oscillateur placé sur la tour produisent des effets d'induction dans le fil ou les disques de Londres. Il faudrait placer les deux fils dans une direction telle qu'ils soient parallèles pour que les radiations du fil induisant rencontrent le fil induit. Mais les fils ne pourront-ils impressionner des appareils mis dans les environs ? Et si on veut employer des réflecteurs ou limiter l'espace où on envoie les radiations, comment le faire avec des fils d'une longueur de 5.000 pieds ?
La chose paraît donc fort difficile, mais il ne faudrait pas toutefois, la taxer d'impossible, M. Tesla a déjà réalisé bien d'autres merveilles et résolu d'autres problèmes paraissant

aussi irréductibles; attendons donc, un avenir prochain nous montrera ce que nous devons croire de ces audacieuses affirmations .
Si nous revenons maintenant en Europe, nous devons mentionner, au nombre des expériences les plus intéressantes tentées dans ces derniers temps, celles qui ont eu lieu au mont Blanc et ont fait l'objet d'un rapport à l'Académie des Sciences.
Aucune démonstration satisfaisante n'ayant encore établi que la télégraphie sans fil fût possible entre deux points d'altitude différente et dans les hautes régions atmosphériques, MM. Jean et Louis Lecarme ont procédé, du 15 au 25 août 1899, à de3 expériences entre Chamonix et le mont Blanc.
Le poste transmetteur (observatoire Vallot, station de Chamonix, altitude 1.080 m.) et le poste récepteur (observatoire Vallot, station des Bosses, altitude 4.500 m.) son de 12 kilomètres environ, à vol d'oiseau : la différence de niveau est de 3.350 mètres. Quant à la nature du sol entre ces deux points, on ne trouve que des mica-schistes, dont la partie supérieure est entièrement recouverte de glace, sauf à l'emplacement de l'observatoire, et la partie inférieure de moraines et d'alluvions.
Le but des expériences était desavoir : l°si le télégraphe sans fil est pratiquement possible en montagne ; 2° si l'électricité atmosphérique ne nuirait pas aux communications ; 3° si le rôle du fil de terre persiste malgré l'absence d'eau à l'état liquide sur le sol ; 4° on avait également l'intention d'étudier des orages situés à de grandes distances, mais le temps n'a pas été favorable.

— Poste transmetteur. Station de Chamonix. — Le poste transmetteur se composait d'un transformateur à haute tension, provenant de la maison Seguy, actionné directement par le courant continu d'une dynamo de 50 volts, interrompu par un trembleur de Neef. Un manipulateur à contacts de platine permettait d'envoyer à volonté le courant dans le primaire du transformateur, qui donnait dans ces conditions des étincelles de 18 centimètres entre deux pointes. Cette longueur d'étincelle se trouvait réduite à 2 centimètres lorsque les pôles du transformateur étaient réunis, l'un au sol et l'autre au mât : celui-ci se composait d'un fil de cuivre de 2,5 millimètres de diamètre, tendu obliquement à 30° environ sur une longueur de 25 mètres. On a employé un oscillateur à boules de 2 centimètres de diamètre, fonctionnant dans l'air.
— Poste récepteur. Station des Bosses (4.350 m.). — Le poste récepteur léger et portatif comprenait un radioconducteur Branly à limaille d'or très sensible, une pile sèche (E:=l,9 volt) et un relais télégraphique. Celui-ci commandait une sonnerie à un coup, un frappeur et un galvanomètre. Le frappeur était disposé de façon à interrompre automatiquement le courant traversant le radioconducteur, avant le choc qui se produisait de bas en haut sur le support du tube. Grâce à cette disposition, un faible choc suffisait pour décohérer la limaille, et la sensibilité du radioconducteur demeurait identique pendant toute la durée des expériences.
L'appareil ainsi disposé est sensible, sans mât ni fil de terre, à une étincelle de 1 millimètre de longueur éclatant à une distance de 100 mètres et produite bien entendu par une petite bobine donnant son maximum. Le poste étant placé à l'intérieur de l'observatoire était préservé de toute perturbation extérieure par l'enveloppe de cuivre dont est revêtu le bâtiment. La mise au sol était établie par la communication avec les paratonnerres : le mât se composait d'un fil de fer isolé placé parallèlement à celui de Chainonix et tendu entre le refuge Yallot et un poteau planté dans la neige sur la paroi nord de la Grande-Bosse : ce fil était relié à l'observatoire par un conducteur isolé de 50 mètres de longueur.
Les deux postes étaient visibles l'un de l'autre et des signaux optiques permettaient la vérification des expériences par le beau temps.
Résultats. —
1° Les expériences ont eu lieu tous les jours à 11 heures du matin jusqu'au 25 août. En voici les résultats d'après les Comptes rendus de l'Académie des Sciences. Les signaux n'ont été bien nets que pour un écartement des boules de l'oscillateur égal à 2 centimètres.
2° L'absence d'eau à l'état liquide n'a pas empêché les communications.
3° Des nuages interposés entre les deux postes n'ont pas empêché les signaux.
4° L'électricité atmosphérique, bien qu'ayant fait fonctionner l'appareil à plusieurs reprises, n'a pas produit une action capable de nuire à la télégraphie pratique.
5° On a observé également que le fonctionnement de l'éclairage électrique à Chamonix agissait avec intensité sur l'appareil et que, pendant toute la durée de l'éclairage, il était impossible de communiquer. La lumière électrique est fournie par une dynamo à courants triphasés (E~2.500 volts); le circuit primaire étant fermé sur lui-même sans production d'étincelles.
En réalité, il ne s'agit donc pas là de télégraphie sans fil, mais de transmission à petite distance d'ondes hertziennes, ce qui est fort différent et ramène à de justes proportions les essais de MM. Lecarme.
D'autres expériences, qui ont permis de faire des remarques d'un plus grand intérêt sont celles auxquelles s'est livré le docteur Délia Ricia à l'Institut électrotechnique Montefiore à Liège. Ce physicien a pu constater, en effet, que les radiations électriques, avant de parvenir au récepteur, avaient dû traverser une épaisseur totale de murailles de plus de 10 mètres, ce qui prouve que l'interposition d'obstacles naturels : collines, etc., ne constitue pas un empêchement radical à la transmission de ces ondes.
On avait déjà constaté, au moment des expériences faites en Italie qu'au moment où le bateau remorqueur qui portait l'appareil récepteur se trouva masqué par d'autres navires qui s'interposèrent entre lui et la station, il devint nuisible pour cette station, et la réception se trouva interrompue.
Ce fait tendrait à confirmer l'observation précédente, d'après laquelle la transmission peut se continuer malgré l'interposition d'obstacles entre la station transmettante et la station recevante. Un autre jour, à la Spezzia même, en répétant les expériences, pour affirmer le fait important du passage des rayons électriques à travers les obstacles, il fut encore vérifié qu'à peine le navire perdit-il de vue la station transmettante, qui était à San Barto-lomeo, en passant à l'ouest du Tino, à 8 kilomètres de la station transmettante, la correspondance s'interrompit. Pendant que le navire poursuivait sa route vers le nord-ouest, peu de signaux purent être encore recueillis dans des points où, peut-être, de la sommité du conducteur de réception on aurait vu la sommité du conducteur d'émission, en procédant d'abord entre Tino et Palmaria et puis entre Palmaria et Muzzerone.
« Ces faits qui, à première vue, semblent contradictoires, trouvent une explication facile dans le fait désormais assuré que les rayons électriques traversent les diélectriques, qui cependant absorbent une partie de l'énergie de ces rayons. M. Righi a trouvé que le verre, le marbre et le bois (et celui-ci en proportions différentes, selon les dispositions de ses fibres à l'égard de la direction des vibrations) prennent une partie de l'énergie des rayons de force électrique. En général, on peut dire que, tandis que les substances diélectriques plus homogènes (comme le spath d'Islande, le quartz fondu, etc.) présentent une absorption minime, dans tous les autres diélectriques, l'absorption est plus grande. Ainsi les collines, les maisons, les arbres, etc., absorbent une certaine quantité d'énergie, quantité d'autant plus considérable que leur épaisseur est plus grande.
Nous pouvons comparer les diélectriques (qui laissent passer les rayons électriques en absorbant une partie de l'énergie) sont pour la lumière à ce que sont les corps translucides (qui laissent passer les rayons lumineux, en absorbant une partie de l'énergie). Tandis qu'une feuille mince de papier, frappée d'un faisceau de rayons lumineux, se laisse traverser par une certaine quantité de lumière, deux feuilles, superposées en laissent passer une quantité plus petite que la première. Et, en continuant à superposer les feuilles, on arrivera à un point où l'ensemble de ces feuilles constituera un corps opaque et la lumière ne passera plus. Ajoutons que les rayons de force électrique, en rencontrant un obstacle, subissent une première réflexion, sur la surface de l'obstacle, et que la partie transmise subit encore plusieurs réflexions internes, qui sont en proportion des différentes faces des rochers ou autre que ce soit et en proportion encore de l'épaisseur de l'obstacle même ».
Telle est la théorie exposée par un autre chercheur, M. Guarini-Foresio dans une brochure fort intéressante consacrée à l'étude de la télégraphie sans fil par les méthodes de Hertz,

Marconi et Popoff.
Nous ne suivrons pas cet auteur dans ses considérations sur les modes d'action et de propagation des radiations électriques, car certaines des ses opinions nous paraissent au moins hasardées dans l'état actuel de nos connaissances en physique. Nous nous bornerons à donner la description d'un appareil de relais, que M. Gruarini-Foresio appelle répétiteur, et qui semble susceptible de fournir de bons résultats.

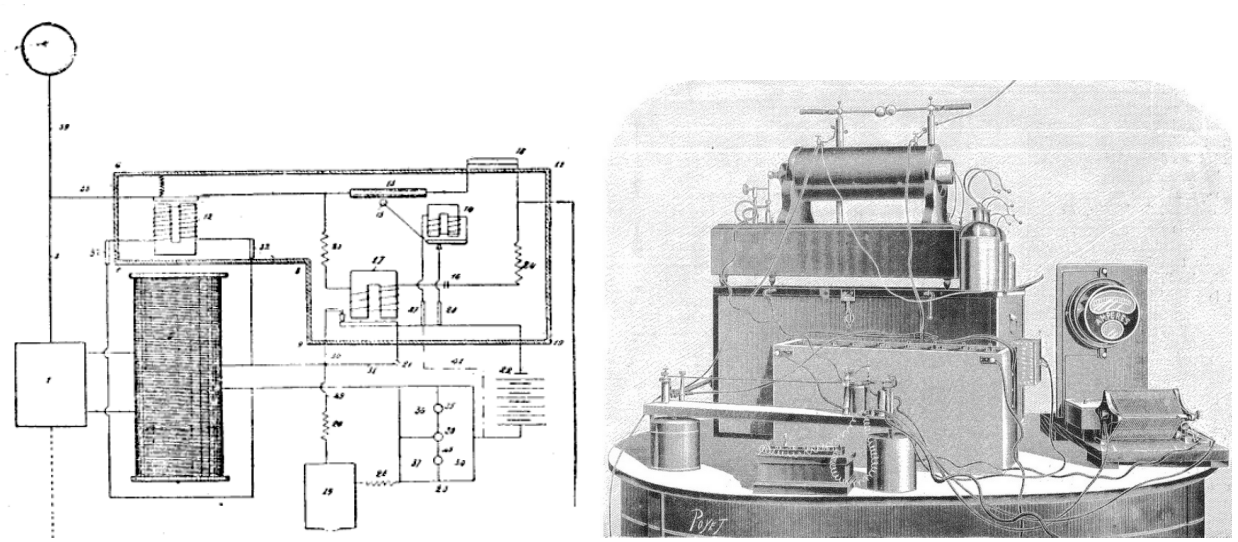


Fig. 39. — Schéma du répétiteur Guarini-Foresio.

De même que les relais employés dans la télégraphie électrique usuelle, ce relais peut répéter les signaux pour les transmettre avec une nouvelle intensité à un poste suivant. Cet appareil doit donc être disposé entre les deux stations à desservir ; il recevra de l'une de ces stations des radiations très faibles qn'il pourra transmettre en les amplifiant à l'autre station ; son utilité est donc indéniable.
Les connexions de ce relais sont représentées schématiquement dans la figure 39.
Cet appareil est destiné, d'après son auteur, à servir de répétiteur pour les postes mobiles par exemple pour la communication entre trois navires dont l'un sert de station intermédiaire.
Dans le cas où l'appareil doit servir deux postes A et B situés sur la terre ferme, ou dans celui où l'on serait obligé d'employer plusieurs relais entre ces postes, ce qui amènerait forcément de la confusion dans l'expédition et l'enregistrement des signaux, on emploierait la disposition indiquée par la figure ; le récepteur est séparé du transmetteur par une cloison métallique ; le récepteur doit être disposé du côté du poste expéditeur extrême, et l'appareil transmetteur sera lui, tourné du côté du poste récepteur terminus.
La cloison, qui peut être faite d'une substance quelconque arrêtant les radiations électriques empêche que les radiations du transmetteur de la station intermédiaire retourne sur la station transmettante extrême ou sur celle intermédiaire précédente, où il y en ait plusieurs et, en même temps, lorsque cela est nécessaire, empêche que le récepteur de la station intermédiaire ne soit impressionné par ces mêmes radiations. La cloison, le cas échéant, peut être un réflecteur qui réfléchira les radiations du transmetteur du répétiteur sur la station suivante de réception.
Ce relais ou répétiteur, tel qu'il est, est applicable surtout aux communications mobiles. Dans le cas où il doit desservir deux stations fixes, en terre ferme, voici comment il faut disposer les choses : Au lieu d'un fil vertical, il y en aura quatre, deux en communication avec le fil, qui conduit au tube sensible, et deux en communication avec deux plots d'un commutateur, dont le troisième est en communication avec l'oscillateur. Les quatre fils sont entourés par des surfaces métalliques de façon qu'ils laissent l'espace du côté de la station suivante libre. Pour les fils en communication avec le tube sensible, les surfaces métalliques doivent empêcher que ce tube soit impressionné par les radiations que le radiateur émet ; pour les fils en communication avec l'oscillateur, ils doivent faire converger les radiations dans la direction de la station suivante et en même temps empêcher qu'on ait des radiations en d'autres directions. Si nous appelons intermédiaire cette station et si nous supposons que les deux autres se trouvent l'une à gauche et l'autre à droite, les choses doivent être disposées de façon qu'un des fils, en communication avec le tube sensible, soit impressionné seulement par les radiations qui viennent de la station de gauche, par exemple, et l'autre seulement par celles qui viennent de la station de droite. De même un des fils, en communication avec l'oscillateur, doit envoyer toutes ses radiations à la station à droite : le commutateur met en communication selon le cas, l'oscillateur avec un fil ou avec l'autre. On peut aussi employer une disposition à l'aide de laquelle, si les radiations viennent de la station de gauche, l'oscillateur les envoie à celle de droite ou vice-versa.
Il va sans dire que, si toutes les radiations, émises par une des stations, celle à gauche ou celle à droite, sont convergées sur un des fils de la station intermédiaire et le courant induit en celui-ci est de telle intensité et de telle nature qu'il puisse actionner directement l'appareil télégraphique, les choses restent presque les mêmes : il suffit de supprimer le circuit de secours avec le tube sensible. On peut aussi supprimer l'oscillateur dans le cas où c'est le courant variable de la bobine qui produit des effets d'induction à l'autre station : dans ce cas les circuits des fils doivent être fermés. Si toutes les choses sont arrangées de la façon que nous venons d'indiquer, si, au lieu d'un appareil, on en a deux à chaque station, on pourra avoir la communication en même temps, en sens opposé. Et, en augmentant le nombre des appareils, on peut avoir la télégraphie multiple, comme dans les lignes télégraphiques ordinaires.

Fin 1899 Les applications de la télégraphie sans fil.

On a pu se convaincre, par le compte rendu des brillantes expériences de Marconi, Ducretet et leurs émules, que la télégraphie sans fil par ondes électriques est désormais entrée dans le domaine de la pratique. Ses usages seront très nombreux on n'en saurait maintenant douter, en raison des immenses avantages que présentent ces nouvelles méthodes, surtout pour les communications maritimes.
Déjà la télégraphie sans fil pourrait rendre à jamais impossibles ces effroyables catastrophes résultant de la rencontre de deux de ces immenses paquebots modernes lancés à toute vitesse, catastrophes qui ne jettent que trop souvent hélas la consternation et le deuil dans le monde entier. En effet, si tous les bâtiments qui traversent les mers étaient pourvus d'un oscillateur et d'un radioconducteur, il suffirait de mettre cet oscillateur en fonction la nuit et par les temps de brouillard pour que ces bâtiments soit avertis, même à une très grande distance, de leur approche réciproque. Ainsi mutuellement avertis de leur présence ils pourraient communiquer ensemble sans même se voir et s'indiquer l'un l'autre la direction suivie, de telle façon que toute collision serait rendue impossible.
On peut penser qu'il reste une légère difficulté à résoudre : c'est d'empêcher le radioconducteur de chaque vaisseau d'être influencé par les ondes électriques émises par l'oscillateur placé à côté de lui. Cependant, nous avons vu que l'on obtient ce résultat en disposant ces deux appareils l'un au-dessus de l'autre et en les séparant par un écran métallique interceptant les ondes produites par l'oscillateur fonctionnant à côté du radio-conducteur. Ce dernier demeure sensible aux seules radiations électriques émises d'un autre point quelconque de l'espace entourant le navire.
Dans ce cas, les fils radiateurs et collecteurs seraient supprimés, mais la portée des appareils demeurerait encore bien suffisante pour éviter tout danger de collision ; d'ailleurs, même en utilisant ces fils, on pourrait, à l'aide d'écrans métalliques convenablement disposés, arriver au même résultat tout en permettant les communications à grande distance. En réalité, la seule difficulté sérieuse, qu'il s'agira de vaincre ou de tourner, réside dans la construction métallique des coques et des mâts des paquebots actuels, masse métallique qui apporte une forte perturbation dans la réception des signaux.
De même, les phares, dont les feux sont souvent invisibles par les temps d'hiver et de brouillard, pourraient être avec avantage munis d'un oscillateur fonctionnant automatiquement, de façon à répéter constamment les mêmes indications nécessaires: nom du phare, emplacement exact qu'il occupe, passages dangereux, etc.; ces indications seraient recueillies par les récepteurs placés à bord des navires passant à proximité et dans le rayon d'action de l'oscillateur. On voit immédiatement quels services inappréciables, la télégraphie sans fil pourrait rendre dès maintenant à la navigation ; aussi ne doutons-nous pas un instant que ces nouvelles méthodes d'intercommunication auront pris une grande extension avant qu'il soit longtemps et que les marines des diverses nations n'hésiteront pas à adopter dans une très large mesure ces appareils de protection et de sécurité.
Rappelons à ce sujet, et en passant, qu'un de nos députés, ami du progrès scientifique, M. J.-L. Breton, auteur de la Revue Scientifique de l'année 1899 à laquelle nous avons fait divers emprunts dans le cours de cet ouvrage, a posé à la tribune de la Chambre le 21 mars 1899, une question au Ministre de la Marine, pour savoir, à propos de la discussion du budget de ce département et de la catastrophe, toute récente alors, du paquebot-poste la Bourgogne, si nos amiraux se préoccupaient de l'utilisation de ces nouvelles méthodes de communication.
De la réponse du ministre, il résulte que le Ministère ne se désintéresse pas, bien au contraire, de cette application si utile de la science ; il en suit de très près le développement, des appareils ont été commandés, et le succès des expériences faites pendant toute une année à Brest par M. le lieutenant de vaisseau Tissot avec les appareils perfectionnés de Ducretet, est un acheminement à l'emploi universel à bord des navires et des phares des appareils de télégraphie par ondes hertziennes.
Aussitôt que le problème de la communication entre les navires aura été résolu d'une manière satisfaisante, le Gouvernement français provoquera une conférence internationale

afin d'arrêter d'une manière définitive, conjointement avec les représentants des autres nations, le rôle de la télégraphie électrique maritime, et donner, si possible, aux navigateurs le moyen d'éviter ces collisions qui ont causé tant de désastres et de naufrages.
Attendons donc que l'initiative de nos ministres se révèle, et espérons que ces promesses ne seront pas seulement de vaines paroles, mais qu'au contraire, la France tiendra à remplir son rôle civilisateur et donnera la vigoureuse impulsion nécessaire pour que ces utiles mesures de préservation soient adoptées par toutes les puissances maritimes, au plus grand bénéfice de l'art de la navigation en général !
De même que l'industrie des transports, l'art militaire trouvera dans la télégraphie sans fil une importante ressource pour transmettre, par tous les temps — ce qui ne p obtenu avec les procédés optiques, — et sans établir aucune ligne de fils, des dépêches entre différents corps d'armée, avec des forts, des villes assiégées, etc. Même étant en marche, des corps d'armée pourront rester constamment en communication télégraphique, sans aucun impedimenta. Toutefois il ne faut pas oublier que les signaux qui seront ainsi échangés d'une place forte ou d'un quartier général à l'autre, à travers l'espace, pourront être surpris et lus par n'importe qu'elle personne ayant intérêt à surprendre ces messages, et qui aura établi un mât avec un fil collecteur et un radioconducteur. C'est là, en vérité, l'inconvénient capital de la télégraphie sans fils par ondes électriques, et il a été démontré par le fait qu'en 1899, le poste de télégraphie Marconi installé à Yimereux lut le télégramme suivant qui passait d'une station anglaise à l'autre : « Nous parlerons à Boulogne à cinq heures après-midi ».

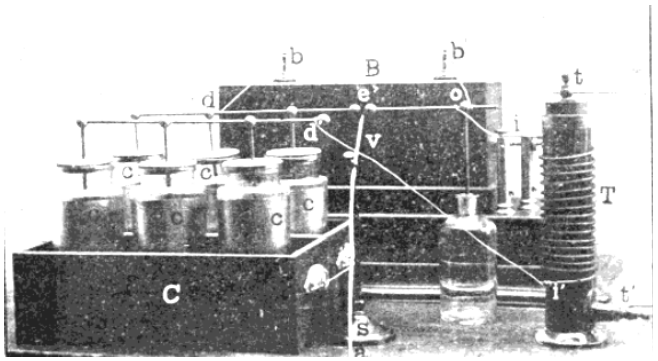
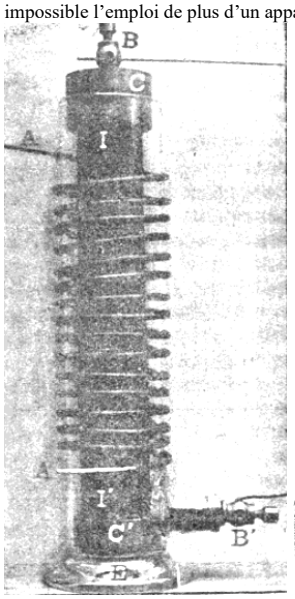


Fig. 40. — Dispositif de M. Breton pour produire les courants de haute fréquence utilisables pour la télégraphie sans fil.

Il paraît donc malheureusement trop évident que l'adoption général du système de télégraphie à travers l'espace sera susceptible de produire une grande confusion entre les signaux échangés entre différents postes, mais il est à espérer que l'on parviendra par la suite à accorder convenablement les appareils de transmission et de réception, de façon à éviter les fâcheux effets du mélange des ondes émanant de différentes sources.
Toutefois, il y a un autre côté de la question qui est infiniment moins avancé et qui cependant a une importance capitale ; sa solution seule permettra l'extension de la télégraphie par ondes électriques.
Actuellement, en effet, les ondes électriques, lancées dans l'espace par un appareil transmetteur quelconque, peuvent être recueillies par un récepteur à limaille également quelconque, de telle sorte que, d'une part, le secret des correspondances ne peut êf;re assuré et, que d'autre part, si plusieurs postes fonctionnent ensemble dans un rayon donné, leurs signaux s'entremêlent et s'embrouillent réciproquement. On conçoit l'importance considérable de ce fait ; dans bien des cas, en effet, et principalement pour la télégraphie militaire, le secret des correspondances est indispensable ; quant à l'action réciproque des différents postes agissant les uns sur les autres, elle rendrait matériellement impossible l'emploi de plus d'un appareil dans son rayon d'action.



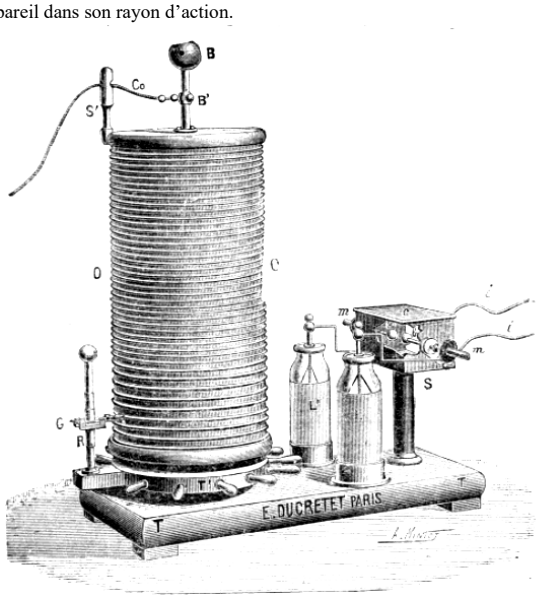


Fig. 41. —-Résonateur de M. Breton. Fig. 42. — Résonateur du Dr Oudin construit par Ducretet.

On peut déjà diminuer ce grave inconvénient en n'envoyant les ondes que dans une seule direction et en interceptant celles émises dans les autres directions à l'aide d'écrans métalliques ; mais si cette méthode est facile dans le cas de transmission directe par l'oscillateur, elle devient particulièrement difficile, quand on emploie un long fil radiateur disposé le long d'un mât.
D'ailleurs, ce système ne peut simplement qu'atténuer, sans le supprimer, l'inconvénient signalé plus haut, puisque tous les récepteurs qui se trouveront dans l'angle d'émission des ondes seront tous influencés par ces ondes.
Il est donc indispensable de trouver un système permettant de ne faire agir certaine catégorie d'ondes émises par un transmetteur spécial que sur un récepteur approprié.
M. Marconi, et avant lui, M. Hertz ont remarqué que, en donnant une surface plus ou moins considérable aux capacités électriques reliées au récepteur, on rendait ce dernier plus ou moins sensible pour les ondes émanant d'un transmetteur donné ; on peut ainsi accorder électriquement les deux appareils pour obtenir un maximum de sensibilité. Peut être la solution du problème est-elle dans cette voie ? C'est, en tout cas, ce problème que doivent principalement chercher à résoudre les inventeurs, car tant que l'on ne pourra rendre indépendant les uns des autres les différents postes le développement de la télégraphie sans fil sera extrêmement limité.
Ce n'est certainement pas une question insoluble, le tout est de trouver le moyen d'accorder électriquement les deux appareils correspondants pour que le récepteur puisse être influencé par des ondes d'une longueur déterminée et uniquement par celles-là.
Lorsque la télégraphie sans fil par ondes électriques sera ainsi perfectionnée, combien seront grands les résultats pratiques que l'on pourra tirer d'une semblable invention. Tandis que maintenant il faut établir une ligne coûteuse, et dont l'installation demande une longue période de. temps, pour réunir télégraphiquement deux points, il suffira bientôt d'y simplement disposer deux appareils appropriés. Les navires pourront rester en communication constante entre eux et avec la terre ; impossible désormais de supprimer toute communication entre une ville assiégée et le pays environnant, comme il fut fait pour Paris en 1870 ; en voyage, une personne ayant emporté l'appareil nécessaire, pourra à tout moment télégraphier à ses amis ou parents qu'elle se trouve en chemin de fer, en bateau, voire même en ballon ?
Dans quelques années, les explorateurs s'enfonçant, dans des terres inconnues, comme Andrée s'envolant vers le pôle Nord, pourront peut-être rester en communication constante avec le monde civilisé et lui donner sans cesse des renseignements intéressants sur les péripéties de leur périlleux voyage ; il y a là le germe d'un nouveau système de reportage qui, n'en doutons pas, aura un grand succès chez nos descendants ; les journaux de cette époque paieront alors bien cher pour avoir leur appareil récepteur accordé à l'unisson électrique du transmetteur des futurs explorateurs !

Telles sont les suppositions que fait M. J.-L. Breton pour les applications de la télégraphie par ondes électriques ; il est encore dépassé dans ses prédictions par M. Guarini-Foresio qui s'écrie dans un accès de lyrisme bien transalpin :
Les efforts des inventeurs seront dressés à utiliser, dans la meilleure manière possible, les forces naturelles : marées, cascades, ondes de la mer, vent et qui sait ce que l'on pourra encore utiliser !
Toutes ces énergies seront transformées en énergie électrique, qui, d'une station de production, se trouvant là où se trouve la force naturelle, sans fil de ligne, à travers sous la forme d'un cylindre invisible, sera transportée en de lointaines stations de réception, où elle sera transformée en lumière, chaleur et mouvement. Peut-être en ce là on ne verra plus la fumée des machines à vapeur : tout sera électricité. Plus de feu pour le réchauffement, plus de gaz ou autre pour l'illumination. Les établissements industriels seront activés par l'énergie électrique, les villes éclairées à la
lumière électrique, réchauffeurs électriques : tout par l'électricité et à bon marché.
On pourra avoir de vraies lignes télégraphiques et téléphoniques sans fil, accélérées et sûres.
L'on songera, peut-être, au téléphone sans fil. Et il sera trouvé. Et quand celui-ci sera inventé, quel grandiose dessein surgira dans l'esprit humain ?
Lorsque les hommes pourront se parler, se voir, sur toute la surface de la terre, sans que les obstacles naturels soient un empêchement, sans que des fils les mettent en communication, lorsque les énergies naturelles seront utilisées et distribuées au monde entier, quel but s'érigera devant l'homme ? Nous ne pouvons pas ou, mieux, nous ne voulons pas le prévoir. Mais quel qu'il soit, il sera atteint. Si quelque cataclysme ne vient anéantir les pays civilisés, devant l'homme de l'avenir s'érigera toujours un nouveau but, but qu'on s'efforcera toujours de rejoindre et qu'on rejoindra.
Certes, le jour est bien éloigné où notre rêve se réalisera, le jour dans lequel le monde présentera un aspect nouveau : ce jour est éloigné, mais il viendra.
Certainement ce que l'on a fait n'est pas beaucoup. Cependant c'est un pas vers la télégraphie de l'avenir, c'est toujours un exode glorieux de cette nouvelle ère que l'on proclame pour l'électricité.

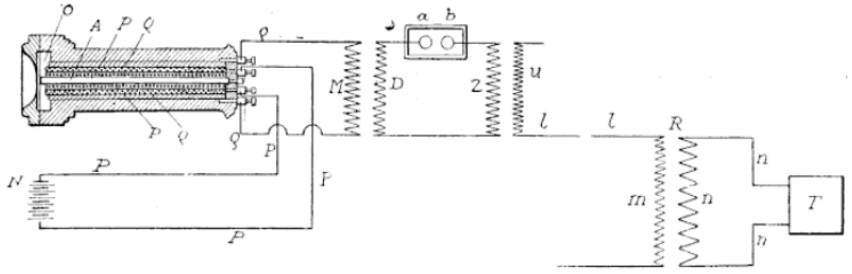


Fig. 43. — Schéma du téléphone sans fil d'après M. Guarini-Foresio.

Le téléphone sans fil : On y est.

Toutes ces merveilles, conclurons-nous avec M. Breton, ne sont pas encore réalisables dans l'état actuel de la science ; ce ne sont que des rêves d'avenir ; mais qui oserait dès maintenant affirmer que ce ne sera jamais ? Qui sait même si l'on ne trouvera pas moyen de remplacer les transmissions télégraphiques sans fil par des transmissions téléphoniques du même genre, permettant la conversation entre deux personnes situées à des points très distants, et simplement munies d'appareils accordés électriquement ; on n'en est pas encore là avec les appareils actuels, on en est même très loin, mais aucune impossibilité absolue ne s'y oppose. On peut alors prévoir, dans un avenir plus ou moins lointain, un temps où les transmissions téléphoniques seront absolument généralisées et où chacun, possédant un appareil particulier, pourra se mettre en rapport avec n'importe quelle autre personne ; il n'y aura plus même besoin de s'adresser à un bureau central pour obtenir une communication et il suffira d'harmoniser, d'accorder électriquement son appareil avec celui de la personne avec laquelle on désirera se relier, pour être entendu par elle et elle seule ; un damier aux combinaisons innombrables permettra d'établir cette harmonie d'appareils, en se reportant aux indications d'un répertoire approprié !
Ainsi seront réalisés par la science les rêves les plus chimériques, les conceptions les plus fantastiques des inventeurs, ce qui démontre que les choses qui, aujourd'hui, paraissent les plus invraisemblables, pourront être demain si vulgaires qu'on n'y attachera plus aucune importance. Cela s'est produit pour les aérostats, les chemins de fer, le téléphone, les rayons X, et c'est le sort de la télégraphie sans fil dont, les ondes formeront avant qu'il soit longtemps un invisible réseau de vibrations autour du globe !

Le relais radio

L'histoire de la communication par relais radio a commencé en 1898 avec la publication de Johann Mattausch dans le journal autrichien Zeitschrift für Electrotechnik. Mais sa proposition était primitive et inutilisable.
Le premier système de relais réellement fonctionnel est celui inventé en 1899 par Emile Guarini-Foresio.

Emile Guarini-Foresio (1879 - 1953)

Le 27 mai 1899, l'étudiant belge **Emile Guarini-Foresio** a déposé une demande de brevet d'invention auprès du service belge des brevets, après avoir décrit pour la première fois un dispositif de répéteur de relais radio. Brevet 21413 déposé en Suisse.
Grand admirateur de Guglielmo Marconi, de cinq ans son aîné, Guarini comprit à fonds le système de son compatriote et inventa lui-même le répétiteur automatique. Après cette invention il devint ingénieur et professeur et s'établit à Bruxelles en Belgique.
Émile Guarini répéta l'expérience de télégraphie sans fil faite le 12 décembre 1901 par Marconi, entre Paris et Bruxelles sur une distance de 171 miles en y ajoutant son répétiteur automatique.

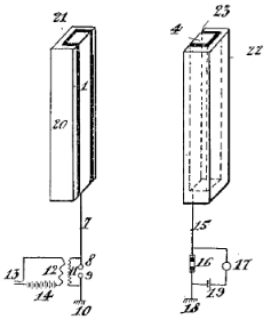


Fig. 2. Directional reflector antennas [4].

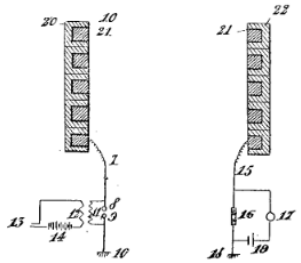


Fig. 3. The spiral aerials of axial radiation [4].

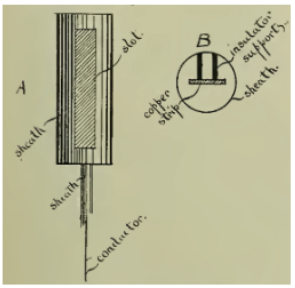


Fig. 4. The directed antenna of slot type [7]

En décembre 1899, Guarini-Foresio a breveté en Suisse (***brevet 21413*** *) des conceptions d'antennes directionnelles de type réflecteur, ainsi que d'antennes spirales à rayonnement axial, représentées sous la forme d'un conducteur métallique empilé en spirale dans les rainures d'un réflecteur métallique. les exigences de ces antennes étaient dues à la nécessité d'éviter les interceptions de messages au-delà d'une ligne de transmission.

** Guarini-Foresio E. 1899, 'Installation pour transmettre l'énergie électrique dans une direction déterminée et pour la recevoir'. - Brevet Suisse 21413, 21 décembre.*

Poursuivant l'amélioration de l'idée du répéteur automatique, Guarini-Foresio réalise conjointement avec Fernando Pontsele en 1901 une série d'expériences sur un établissement de communication par relais radio entre Bruxelles et Anvers. Le répéteur a été installé à Malines, la gare intermédiaire entre Bruxelles et Anvers. Des constructions avec des antennes cylindriques de 50 cm de diamètre ont été montées sur de hauts bâtiments architecturaux.

S'appuyant sur l'expérience acquise, en juin 1901, Guarini-Foresio commença à préparer la réalisation d'une communication expérimentale par relais radio entre Bruxelles et Paris à une distance de 275 km. Il était prévu de placer des répéteurs à une distance d'environ 27 km les uns des autres.

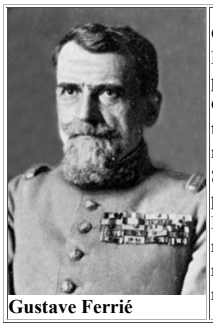
En décembre 1901, Guarini-Foresio atteint l'objectif qu'il s'était fixé, en réalisant avec succès une session de communication sur la ligne de relais spécifiée entre les capitales de la Belgique et de la France, avec un délai général de transmission des messages de plusieurs secondes.

Considérant que les répéteurs ouvraient de nouveaux horizons pour les communications par câble sans fil, éliminant un problème de distances, Guarini-Foresio était extrêmement optimiste quant à l'avenir sans nuages des inventions. En raison de l'augmentation de la portée des stations de radio au détriment de l'augmentation de la capacité des générateurs de rayonnement, ainsi que du développement ultérieur des systèmes d'antennes et de réception, la demande de répéteurs a considérablement diminué. Et ce n'est que dans les années 1930, après l'invention des lampes électroniques et le développement des gammes de hautes fréquences, que l'idée de la communication par relais radio est redevenue nécessaire.

1906-1919 Suite de la chronologie

1906. Expériences réussies menées avec un petit alternateur à haute fréquence par R. A. Fessenden. Des portées allant jusqu'à environ 20 miles ont été obtenues. Première diffusion publique de voix et de musique depuis Brant Rock (Massachusetts). Il joue du violon, lit la Bible et diffuse des enregistrements.
1906-1910 : Améliorations des tubes à vide (Lee de Forest invente la triode en 1906, ce qui permet d'améliorer l'amplification.
1906. Tests d'émetteurs à arc effectués par la société Telefunken entre Nauen et Berlin – 20 miles.
1907. La portée des essais de Fessenden a été étendue à environ 100 miles grâce à des alternateurs haute fréquence améliorés.
1908. Des essais avec l'appareil à arc Colin-Jeance ont été effectués depuis la Tour Eiffel. Une portée de 30 miles a été obtenue.
1908. Des expériences menées par F. Majorana, utilisant un générateur d'oscillations à arc avec son microphone liquide, ont été réalisées entre Rome et un certain nombre d'autres stations, y compris des navires. La portée de la communication vocale a été progressivement étendue d'environ 35 miles à 156 miles (Rome à la Sardaigne), puis à 180 miles (Rome à Maddalena), et finalement à 300 miles (Rome à la Sicile).
1908 : Expérience de Robert Goldschmidt (liaison entre son domicile et le Palais de Laeken) avec arc Moretti et microphone Marzi, puis expérience de Goldschmidt et Ernst Ruhmer avec l'alternateur Ruhmer (liaison Palais de Justice/Tervueren, liaison Bruxelles-Namur, puis liaison Bruxelles-Liège sur 110 kilomètres).
1908. V. Poulsen a réussi à transmettre la parole sur une distance d'environ 150 miles, en utilisant son émetteur à arc.
1909. Essais concluants d'arcs de type Poulsen entre Milwaukee et Chicago (90 miles).
1909. Des portées de communication vocale allant jusqu'à 75 miles ont été obtenues avec l'appareil à arc Colin-Jeance ; portée ensuite portée à 100 miles entre Toulon et un croiseur français, et à 90 miles entre la Tour Eiffel et Dieppe.
1910. Des expériences avec l'arc de H. P. Dwyer ont permis une communication téléphonique parfaite entre San Francisco et Los Angeles — portée de 490 miles.
1910 : Lee de Forest diffuse de l'opéra en direct depuis le Metropolitan Opera House de New York.
1911. La portée de la communication vocale depuis Nauen a été étendue à environ 350 miles (Nauen à Vienne).
1912. G. Vanni a obtenu une portée vocale de 600 miles entre Rome et Tripoli, en utilisant le générateur d'oscillations à arc Moretti et le microphone liquide Vanni.
1913. Des expériences à la station de Nauen, avec un alternateur de 10 000 Hz et un multiplicateur de fréquence statique, ont donné une portée de 550 miles jusqu'à Pola.
1913. De nouvelles expériences menées avec le système à induction dans les mines ont démontré son utilité particulière pour de telles applications. La communication a été établie avec succès entre la surface et un niveau situé à 800 pieds de profondeur.
1914. Le système à arc T.Y.K. a été utilisé pour la première fois à Toba.
1914. Communication vocale réussie entre Bruxelles et Paris, sur 190 miles, à l'aide de l'émetteur à arc Moretti et du microphone à poudre de carbone de Marzi.
1914. Expériences menées par G. Marconi avec l'émetteur à tube oscillant sur des navires de guerre italiens. Des portées allant jusqu'à 45 miles ont été atteintes, en utilisant une puissance très limitée à l'émetteur.
1915. Des tests d'émetteurs à tube oscillant ont permis une communication réussie entre New York et la Californie, sur 2500 miles.
1915. La compagnie American Telephone and Telegraph a mené une série d'essais expérimentaux très concluants avec des émetteurs à tubes. Finalement, la liaison transatlantique a été établie entre Arlington (Virginie, États-Unis) et la Tour Eiffel, en France, sur une distance de 3800 miles ; et une bonne communication vocale a également été établie entre Arlington et Honolulu, sur une distance de près de 5000 miles. L'articulation était jugée faible, mais très claire et compréhensible.
1918. Développement important des appareils de téléphonie sans fil pour la communication avec les aéronefs. Des résultats probants ont été obtenus jusqu'à environ 100 miles entre avions en vol ; et jusqu'à environ 150 miles entre avions et le sol.
1919. Une communication téléphonique sans fil réussie a été établie entre les îles Britanniques et le Canada grâce à un appareil à tubes spécial développé par la compagnie Marconi.

1900 En France L'enthousiasme pour la nouvelle technologie est international. E. **Ducretet** et **Gustave Ferrié**, A. Popov en Russie, A. Slaby en Allemagne, Fessenden ou Alexanderson aux États-Unis fabriquent des équipements de plus en plus performants.


Gustave Ferrié

Gustave Auguste Ferrié est un ingénieur et Général français né en 1868 en Savoie et mort en 1932, à Paris. Il étudie à l'Ecole Polytechnique, se spécialise dans la télégraphie optique et électrique puis s'engage dans l'armée. Sorti officier du génie, il obtient sa première affectation avec le grade de Lieutenant.
Grâce à sa première expérience dans les transmissions lors d'un stage au Mont-Valérien en 1893, il s'intéresse très tôt à cette technologie naissante qu'est la télégraphie sans fil (TSF). Quelques années plus tard, il retournera d'ailleurs à l'école de télégraphie militaire du Mont-Valérien en tant qu'instructeur puis commandant.
Ses connaissances et expériences à la fois dans le domaine scientifique et militaire lui confèrent un large panel de compétences, particulièrement appréciées par Gustave Eiffel.
En 1900, le ministère de la Guerre charge Gustave Ferrié d'étudier les applications militaires de la TSF. Très rapidement, le Général ne parvient plus à obtenir d'améliorations à la hauteur de ses espérances : il ne dispose pas d'antennes suffisamment hautes pour réaliser des liaisons de longue distance. Il va tenter d'élever des antennes en employant des dirigeables militaires mais ces essais se révèlent infructueux en raison des intempéries.

Gustave Eiffel, de son côté, souhaite sauver la tour Eiffel du démantèlement. Il multiplie les expériences scientifiques car doter la Tour d'une utilité scientifique lui garantirait sa pérennité. La collaboration entre les deux ingénieurs semblait évidente, et débute en 1903 lorsque Gustave Eiffel propose à Gustave Ferrié, alors capitaine, de s'installer à la Tour et de l'utiliser comme support d'antenne. Cette même année, le militaire parvient à réaliser une liaison à 400 km et 5 ans plus tard, à 6000 km !
Une fois la télégraphie sans fil mise au point, Gustave Ferrié propose au ministère de la Guerre d'utiliser officiellement la tour Eiffel comme antenne. Dès 1904, l'armée française installe une station de TSF dans des baraquements en bois sur le Champ-de-Mars. Elle abrite le matériel d'émission et de réception nécessaire et est relié à l'antenne accrochée à la Tour. La station sera ensuite installée dans un lieu souterrain.

En 1910, grâce aux liaisons entre les observatoires des différentes régions de France, la Tour Eiffel va **unifier l'heure** sur tout le territoire.
Une communication sera également établie avec les navires, la Tour les guide en leur transmettant l'heure, leur permettant de déterminer leur position en mer. Ces exploits promettent un bel avenir à la TSF, l'ancêtre de la radio.
Au fil du temps, le réseau radiotélégraphique s'agrandit et devient opérationnel entre la tour Eiffel et des grandes villes de l'est de la France. Etant proches de la frontière allemande, Verdun, Toul, Belfort et Epinal vont rapidement devenir des zones de liaison stratégiques pour l'armée française.
Durant la Grande Guerre, ces installations vont être utilisées pour capter des signaux émis par l'armée allemande, suivre les mouvements de troupes ou encore repérer des bruits souterrains ou aériens. Ce réseau d'écoute est d'une grande utilité notamment lors de la bataille de la Marne en 1914. Gustave Ferrié sera le conseiller technique en radiotélégraphie des Alliés pendant toute la durée du conflit, et promu général de Brigade juste après l'Armistice.

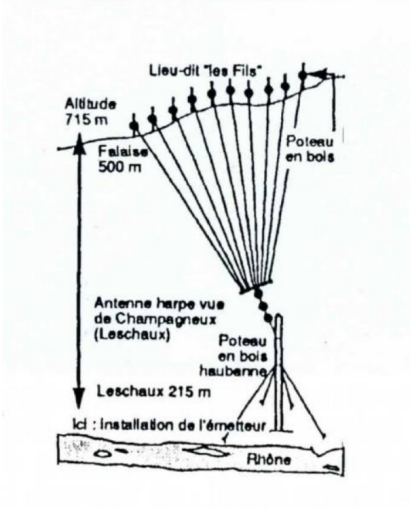
Quand la Savoie découvrait la télégraphie sans fil.

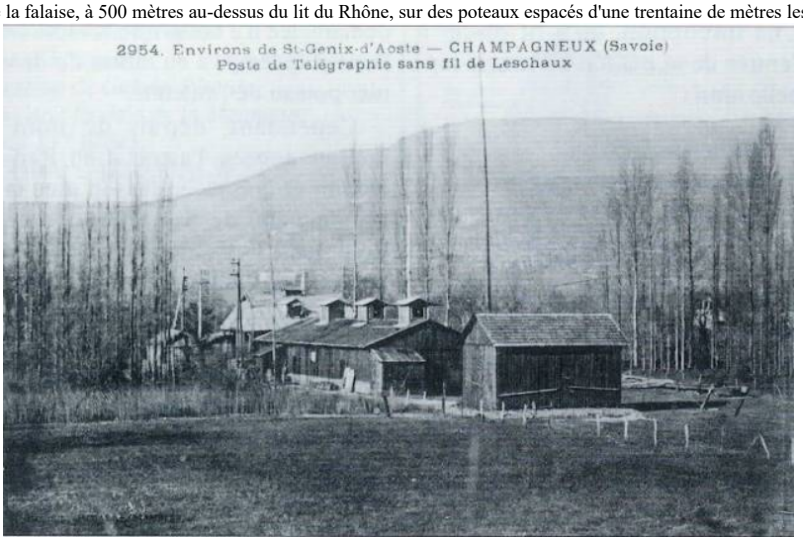
Roberto Clemens Galletti de Cadilhac, pionnier de l'ombre, n'eut pas la possibilité de connaître la gloire. Son œuvre fut démantelée inutilement, alors qu'elle aurait pu rendre en son temps de grands services à la France.

Né le 29 décembre 1879 à San Venanzo, sur le bord de l'Adriatique, et qui, marié à une Française veuve du comte de Messimy, Galletti vint s'installer dans la maison qu'il acheta à Murs, dans l'Ain, sur l'autre rive du Rhône, en face de sa station.
Un père franco-italien, une mère anglaise lui offrirent l'atout de posséder trois langues dès son plus jeune âge. Travailleur infatigable, il œuvra pour atteindre son objectif premier, une communication transatlantique.
La mathématique et les sciences physiques, spécialement tout ce qui se rapportait à l'électricité, l'attiraient particulièrement et il étudia pour devenir ingénieur. En 1908, il fut inscrit à la Société des ingénieurs et architectes italiens. Il était hanté du mystère des ondes électriques.
En 1906, il déposa en Angleterre un brevet pour des « perfectionnements dans la télégraphie sans fil ».
L'année d'après, il obtint, en Angleterre et en France, les brevets pour les (« perfectionnements dans les méthodes pour produire les oscillations électriques » et tout au long des années suivantes, jusqu'en 1926, de nombreux autres brevets en France, en Suisse, en Allemagne et dans d'autres pays.

En 1908, il traita avec la « Cylindroïd » de Londres pour une démonstration pratique de son système de télégraphie sans fil, dans le but d'établir une communication sans fil entre la France et les côtes orientales des Etats-Unis.
La France eut le mérite de reconnaitre la première la validité du nouveau système de télégraphie sans fil, inventé par l'ingénieur italien.

En 1909, il fut autorisé par le Ministère des Travaux Publics, des Postes et des Télégraphes français, à installer un poste d'expérience de télégraphie sans fil à Villeurbanne. La correspondance entre le Ministère et l'ingénieur Galletti continua et, en 1912, dans le Petit Bugey (Avant-Pays Savoyard), il édifia une station de T.S.F., l'une des plus puissantes du monde à l'époque. Les bâtiments étaient situés à Leschaux (commune de Champagneux) et l'antenne établie par l'administration des Postes et Télégraphes venait se fixer à Saint-Maurice de Rotherens, sur le bord de la falaise, à 500 mètres au-dessus du lit du Rhône, sur des poteaux espacés d'une trentaine de mètres les uns des autres.





Cette antenne-harpe était constituée de dix câbles d'environ 950 mètres. Elle était gardée par Jean Gros qui était chargé de la maintenir en état quel que soit le temps. Galletti avait trouvé à Leschaux un site très favorable pour la construction de sa station avec une base marécageuse (eaux du Rhône) où dix rangées de lames de cuivre furent enterrées, et une falaise calcaire à pic. Plusieurs bâtiments étaient construits, isolés du sol par une couche d'asphalte ou par des isolateurs en porcelaine.
Deux lignes électriques spéciales alimentaient la station, l'une provenant de l'usine Richard de Saint- Genix, l'autre de la Société Force et Lumière de Moûtiers.

A la fin de 1913, l'ingénieur Galletti put faire ses premiers essais de transmission avec une note musicale et des signaux morse ; ils furent reçus par la station de Tuckerton dans le New-Jersey (USA) pendant l'hiver 1913-1914.
Un rapport au sujet de l'efficacité de la station de Leschaux donne en conclusion : « Les signaux reçus en 1914 à Tuckerton (près de New-York) le jour et la nuit, étant qualifiés comme des signaux de bonne intensité de courant, cela signifie que leur puissance était au moins triple par rapport à celle suffisante à la réception. Le poste de Leschaux a pu brouiller les réceptions de poste de T.S.F de Glace Bay (Canada) en empêchant à ce poste de recevoir des émissions faites par le poste de T.S.F de Clifden (Irlande) toutes les

fois que M.R.C Galletti a bien voulu le faire ».

Au mois de mars 1914, le Ministère français des Postes et des Télégraphes passa une convention avec la Compagnie qui avait été fondée en 1912 pour l'exploitation des brevets Galletti. Elle fut passionnément discutée à la Chambre des Députés dans la séance du 18 mars 1914 et tous les journaux en parlèrent.

Alors qu'il venait de demander la visite de sa station par le président Poincaré qui projetait un voyage dans la région, au mois d'août, survint la Grande Guerre. Galletti impuissant, au démantèlement de sa station alors que son utilisation pouvait rendre de grands services à la France. En effet, il était en train de poursuivre ses travaux af... d'assurer la réception des signaux russes. Malgré l'intervention du capitaine Ganache, le « crime de lèse-patrie » se réalisa ; le poste de Leschaux fut mis sous séquestre et, en septembre 1914, le Ministère de la Marine opéra la réquisition du matériel. Ce qui restait de la station fut gardée par des soldats jusqu'en 1920.
Cette année-là, le matériel fut rendu, mais dans un état déplorable et hors d'usage.
Le poste resta fermé deux ans encore et seulement en **1922** les scellés furent levés et l'on fit l'expertise du peu qui s'y trouvait. Mais il devait passer encore une année avant que Galletti fût autorisé à y pénétrer avec l'ingénieur-électricien, M. Marcel Martin. Son rapport dresse le constat : « Contrairement à ce que pourrait faire croire l'inventaire très incomplet dressé le 31 août 1914, il importe de dire que la station de Leschaux, telle qu'elle était équipée avant la guerre, représentait un poste de télégraphie sans fil de tout premier ordre très bien conçu et outillé, et disposé pour jouer un rôle actif dans le domaine des transmissions télégraphiques à très grande distance, tant au point de vue commercial qu'au point de vue avancement de la science. En dehors des appareils qu'elle renfermait, cette station représentait une valeur propre intrinsèque due à l'utilisation rationnelle et scientifique de tous ces appareils.
Des résultats nouveaux et remarquables de transmission à très grande distance avaient été obtenus expérimentalement avant-guerre par la mise en œuvre de ce poste dont une des caractéristiques était son prix d'établissement relativement réduit ».

Mais Galletti ne pouvait plus utiliser les restes de sa station et avec l'indemnité qu'il reçut de l'Etat, il liquida sa compagnie.
Très éprouvé, il continua cependant à s'intéresser à ses études. Il obtint d'autres brevets, toujours au sujet de la télégraphie, publia des essais et formula l'équation électromagnétique universelle.
Ensuite, il continua ses recherches en Angleterre où il expérimenta avec succès un procédé de radioguidage des avions.
Le 2 juillet 1931, il réalisa une démonstration sur un « Fokker », lors d'un voyage Manchester-Bristol aller et retour. Le journaliste qui l'accompagnait écrivait « J'ai eu le privilège de tester une invention incroyable qui garde les avions sur leur route comme les tramways sur leurs rails et qui pourrait bien révolutionner l'aviation ».
Mais malheureusement Galletti ne put terminer ses travaux...
Le 18 août 1932, il décédait chez lui, à Murs (Ain), où il fut enterré. De cette œuvre importante, il ne reste que peu de vestiges. La station démantelée n'a laissé que ses fondations et le temps a eu raison du dernier poteau de l'antenne.

A partir de 1921, **Ferrié** expérimente la radiodiffusion depuis la tour Eiffel. **Ainsi nait la radio** grâce à Radio Tour Eiffel qui émet régulièrement à partir de 1922. Nous fêtons cette année le centenaire de la radio.
Gustave Ferrié contribua ainsi grandement à sauver la Tour de la destruction programmée en 1909, il est le précurseur de la TSF et l'a largement développée sur le territoire français en l'espace de quelques années seulement. A son décès, il est le militaire français le plus décoré après le Général Foch et avant le Maréchal Joffre.
Sur la tour Eiffel, nous lui rendons hommage notamment au 1er étage : le grand pavillon côté sud-ouest abritant notre buffet, différents services aux visiteurs et une grande boutique est nommé « Pavillon Ferrié ».

La Radio
Aux USA, Reginald Aubrey Fessenden, ingénieur électricien Canadien était un pionnier dans le domaine de la **communication radio.** Il a effectué la première transmission vocale sur les ondes radio. Il a également établi les bases de la modulation d'amplitude (AM) et a réalisé la première communication radiotélégraphique bidirectionnelle à travers l'océan Atlantique. Sa transmission de 1906 d'un concert de Noël est considérée comme étant la première émission radiophonique de l'histoire.

Reginald Fessenden se rend à New York en 1886 pour pouvoir travailler avec l'inventeur américain Thomas Edison. Il affirme à ce dernier qu'il apprend très vite. Initialement, Thomas Edison le renvoie du revers de la main, mais la compagnie Edison Machine Works l'engage éventuellement en tant qu'assistant testeur. Reginald Fessenden fait ses preuves en maîtrisant son travail et en aidant son superviseur. Avant la fin de l'année, il est promu à deux reprises. Le fait d'obtenir un emploi avec la compagnie Edison à l'ère de la technologie moderne est tout un exploit pour un jeune de 20 ans qui n'a aucune qualification.

En 1890 la compagnie Edison a des problèmes financiers, et doit licencier Reginald Fessenden. Ce revers est de courte durée, car il se trouve rapidement un emploi comme professeur en génie électrique à la Purdue University. En 1893, il aide le pionnier de l'industrie électrique, George Westinhouse, à installer l'éclairage de l'exposition universelle de Chicago. Plus tard cette année-là, George Westinghouse recrute Reginald Fessenden à la Western University of Pennsylvania, à Pittsburgh. Reginald Fessenden est le premier directeur du département de génie électrique de l'école. C'est pendant qu'il est à Pittsburgh que Reginald Fessenden entend parler des efforts de Guglielmo Marconi pour envoyer des messages sur les ondes radio. Ceci l'encourage à améliorer une partie de la technologie que Guglielmo Marconi est alors en train de tester.

La Modulation d'amplitude *(AM) et premières expériences*
En 1900, Reginald Fessenden commence à travailler au United States Weather Bureau. Le bureau météorologique veut déterminer si les ondes radio peuvent transmettre des données météorologiques des stations côtières éloignées aux bureaux du Weather Bureau situés dans les villes, et ce sans avoir à poser de fils téléphoniques ou télégraphiques. Et si cela fonctionne, il serait également possible d'utiliser les ondes radio pour envoyer et recevoir des données météorologiques des navires en mers. Le problème que Reginald Fessenden doit surmonter est que les premiers émetteurs radio ne peuvent transmettre de l'information que par télégraphie, en utilisant des impulsions électriques courtes et longues pour communiquer en code Morse. Ceci n'est pas pratique dans le cas d'informations météorologiques compliquées, ce qui inspire donc Reginald Fessenden à effectuer des expériences. Il combine un émetteur radio de base avec un interrupteur spécialement conçu relié à une bobine d'induction. Ceci permet à Reginald Fessenden de modifier la force d'oscillation (l'amplitude) pour inclure des signaux sonores. Il vient ainsi de découvrir le principe de la modulation d'amplitude (AM).

Le 23 décembre 1900, à Cobb Island au Maryland, Reginald Fessenden transmet avec succès sa voix sur une distance de 1,6 km (un mille) pour la première fois, en utilisant une modulation d'amplitude. Son message est : « Bonjour. Un, deux, trois, quatre. Est-ce qu'il neige là où vous êtes, monsieur Thiessen ? » La qualité du son est mauvaise, mais il s'agit néanmoins d'une incroyable percée scientifique. Reginald Fessenden fait également une autre découverte importante, à savoir le détecteur électrolytique. Il fait breveter ce détecteur sous l'appellation « barretter detector » en 1903. Le détecteur électrolytique améliore la réception des sons sur les ondes radio. Les détecteurs radio de Reginald Fessenden sont la norme dans les toutes premières années de la radio.
Éventuellement, Reginald Fessenden quitte le Weather Bureau en raison d'une dispute acharnée concernant les brevets. Il forme alors la National Electric Signalling Company (NESCO). Bien qu'il n'ait que peu de succès avec son entreprise, il arrive à faire concurrence aux avancées de Guglielmo Marconi dans la technologie de la radio sans fil. Les deux inventeurs cherchent des alternatives sans fil aux câbles transatlantiques existants.
De 1903 à 1906, Reginald Fessenden aide la Ontario Power Compagny (plus tard renommée Hydro-Electric Power Commission of Ontario en 1906, et prédécesseure d'Hydro Ontario) à développer une centrale hydroélectrique à Niagara Falls.

Premières diffusions radio
La technologie de la radio fait de rapides progrès au cours des premières années du 20e siècle. Des améliorations sont apportées pour augmenter la distance des transmissions, la force du signal et la qualité de la réception. L'amélioration de la fiabilité des équipements de communication est également une préoccupation importante.
Au cours de l'été de 1906, Regonald Fessenden effectue des expériences avec un alternateur-émetteur pour transmettre la voix entre deux endroits au Massachusetts – Brant Rock et Plymouth –, qui sont à 18 km de distance. Il établit également une station à Machrihanish en Écosse pour faire des expériences transatlantiques.
En novembre 1906, Helen Fessenden envoie un message télégraphique codé par le « sans fil » (c'est ainsi que s'appelait la radio à l'époque). Le message est reçu à la station Machrihanish, décodé, et ensuite retransmis par télégraphe aux amis d'Helen à Londres. Deux jours plus tard, une réponse est reçue. Il s'agit du premier message personnel transatlantique envoyé et reçu en utilisant les ondes radio. Ce même mois, les ingénieurs de la station Machrihanish entendent certaines expériences faites au Massachusetts sur les ondes.

Le premier message radio « télégraphiésans fil » est envoyé par l'inventeur canadien Reginald Fessenden en 1906.

À ce stade, les expériences de Reginald Fessenden gagnent une attention considérable et les journaux techniques et scientifiques en parlent souvent. Il fait souvent des démonstrations de son équipement pour des clients potentiels, comme la United States Navy, la American Telegraph and Telephone Company, ainsi que pour d'éminents universitaires. Cependant, un reportage publié en novembre 1906 l'inquiète, car ce dernier met en doute son équipement et ses affirmations. Le 5 décembre 1906, la tour de la station Machrihanish s'effondre lors d'une violente tempête. Ces deux événements convainquent Reginald Fessenden qu'il est temps de faire une démonstration de son équipement à la presse et à un groupe restreint d'invités. La première démonstration publique de diffusion de musique et de discours a lieu le 21 décembre 1906. Cet événement est rapporté dans un journal technique de premier plan au début de l'année suivante.
Quelques jours plus tard, Reginald Fessenden demande à des navires de la U.S. Navy et de la United Fruit Company d'écouter un programme spécial de musique, de discours et de chansons lors du réveillon de Noël et à la veille du jour de l'an. Il diffuse les programmes des fêtes de la tour émettrice de Brant Rock à des détecteurs électrolytiques installés sur ces navires.
Reginald Fessenden affirme que la diffusion du réveillon de Noël a été entendue aussi loin au sud que Norfolk en Virgine, et celle de la veille du jour de l'an a été entendue aussi loin au sud que la mer des Caraïbes. Ces diffusions sont considérées comme étant les premières émissions de l'histoire de la radio.

La téléphonie d'abord transmise par des fils se transmet aussi par par le sol, et comme la télégraphie ne va pas tarder à être transmise par les airs.

La première conversation téléphonique sans fil au monde a eu lieu en 1880, lorsque Alexander Graham Bell et Charles Sumner Tainter ont inventé et breveté le **photophone**, un téléphone permettant de mener des conversations audio sans fil sur des faisceaux lumineux modulés (qui sont des projections étroites d'ondes électromagnétiques).

Avant la télégraphie ou la téléphonie par les airs, **en France** c'est **Louis Maiche** qui dès 1878 s'investit dans le tout jeune téléphone et par la suite, à 56 ans il se consacra à la téléphonie sans fil. **L.Maiche** travaille sur le sujet mais en servant de la terre comme conducteur des courants télégraphiques et téléphoniques.

L. Maiche

Au commencement de ses travaux, il dépose son premier brevet avec son fils **Charles** et un dénommé **Martenne** le **18 juin 1900**, **brevet 301 343** pour un nouveau système de transmission des courants électriques **par le sol.**

En 1900 ***Dans la revue La société française du 3 août 1900 , on lisait :***

LA TÉLÉPHONIE SANS FIL (par le sol)
Au moment où la télégraphie sans fil, à peine libérée de l'empirisme tâtonnant du début, s'apprête à entrer définitivement dans la pratique courante, voici qu'il lui surgit une rivale, sur laquelle on ne devait compter guère. Cette rivale, qui s'inspire d'un principe tout différent, c'est la téléphonie sans fil.
On peut bien souligner ces quatre mots, car ils sont gros d'une révolution. Songez plutôt qu'il s'agit de la possibilité de communiquer verbalement à distance, comme on communique effectivement par téléphone, avec cette petite différence que les fils sont supprimés, et qu'il n'y a plus entre les interlocuteurs d'autre lien matériel que le sol où posent leurs pieds!
Cette œuvre inattendue, plus étourdissante peut-être, dans sa simplicité, que les merveilles des ondes hertziennes et de la radioconduction, n en est encore sans doute qu'aux premiers balbutiements, car elle est née d'hier, et nous ne sommes peut-être pas, au moment où j'écris ces lignes, douze à la connaître. Mais il suffit qu'elle soit signée **Maiche** du nom de l'un des hommes qui, depuis cinquante ans, auront remué le plus d'idées, résolu le plus de problèmes, transmué le plus d'utopies en réalités tangibles pour être assurée d'aller loin.
Voici, au surplus, ce qu'il m'a été donné à moi-même, pas plus tard qu'avant-hier, de voir ou plutôt d'entendre et dont je puis, de compte à demi avec un ancien ministre d'une nation amie, personnellement porter témoignage.
Nous sommes dans la forêt de Saint-Germain, à un peu moins d'un kilomètre de la maison où est disposé l'appareil transmetteur, préalablement mis en communication par un câble métallique, analogue à la chaîne d'un paratonnerre, avec la terre. Nous pénétrons dans le fourré et nous enfonçons dans le sol, n'importe où, mais de préférence dans l'endroit le plus humide, deux pieux de fer reliés entre eux par un fil conducteur, de 25 ou 30 mètres l'un de l'autre. Nous attachons ensuite à l'un de ces pieux le cordon souple d'un récepteur téléphonique ordinaire. C'est tout la ligne je parle par métaphore la ligne est constituée, vous n'avez plus qu'à approcher le cornet de l'oreille pour ouïr ce qui se passe. je dirais « au bout du fil ». s'il y avait un fil ! J'ai pu ainsi reconnaître, avec son timbre et son accent, une voix d'homme comptant « un », « deux », « trois N, » quatre », etc., jusqu'à « deux cents ». J'ai pu également distinguer le bruit rythmique, mais presque imperceptible, plus léger que le tic tac d'une montre, d'un style plongeant à intervalles réguliers dans un godet plein de mercure sous l'action d'un mouvement d'horlogerie.
La démonstration était faite. C'était bien par la terre que le son, sous les espèces et apparences d'un courant électrique, mesurable en milliampères et en microfarads, avait passé. On savait déjà sans doute que la terre pouvait, dans un circuit électrique, jouer le rôle de fil de retour. Mais que la terre seule, sans le concours d'aucun ni d'aller, pût véhiculer un courant avec la précision et la fidélité d'un câble aérien ou souterrain, c'est ce qu'il était réservé à M. Maiche de découvrir et de mettre à profit.
Ce qui est plus étonnant peut-être, et plus extraordinaire encore, c'est que ces courants ne s'étalent pas, à l'exemple des ondes hertziennes en nappes circulaires et concentriques. Ils cheminent en droite ligne, suivant une trajectoire déterminée, tant et si bien que, pour les utiliser, il faut avoir soin de se mettre sur leur passage. A droite et à gauche, en effet, de la zone où ils circulent, fût-ce même à beaucoup plus courte distance, on n'entend plus rien. Ils sont comparables à ces faisceaux de lumière qu'on peut, au moyen d'un réflecteur, diriger tour à tour vers tous les points de l'horizon, en laissant dans l'ombre tout ce qui n'est pas compris dans le cône d'illumination.
La téléphonie sans fil, qui oriente et canalise ses messages à son gré, et vise le destinataire comme on vise une cible, a donc cette supériorité sur la télégraphie sans fils sa glorieuse sœur ainée de savoir où elle va et de ne pas laisser flotter ses secrets dans l'espace, à la merci des oreilles indiscrètes.
Je n'ai pas le droit jusqu'à nouvel ordre d'expliquer par quels moyens infiniment simples M. Maiche réalise ce miracle. Je dois me borner à lui donner acte qu'il le réalise.

Le téléphone tellurique-sans fil, dont la portée est théoriquement illimitée, ne semble pas porter, en réalité, au-delà de 100 à 1200 mètres, ce qui n'est guère, et les sons sont peut-être encore singulièrement faibles et confus. C'est possible, mais l'important est que le principe soit posé, vérifié, acquis.
Au temps de faire le reste. Ce n'est pas non plus d'emblée, si j'ai bonne mémoire, que la télégraphie sans fil atteignit sa portée actuelle de 60 ou 80 kilomètres, et lorsque M. Branly réussit pour la première fois à modifier la conductibilité de son tube à limaille d'un bout à l'autre du laboratoire de l'Institut catholique de la rue d'Assas, il n'eut pas tort d'entunuer l'hosanna. Je doute même que les premiers essais du téléphone (avec fils) de Graham Bell aient été plus suggestifs et plus concluants que nos hâtives expériences de dimanche dans les taillis de Saint-Germain.

Les journaux de Paris **du 5 octobre 1900** annoncent qu'un savant bien connu à l'époque, habitant Saint-Germain, Monsieur Louis Maiche, a construit un appareil qu'il appelle "**le diffuseur**" grâce auquel les "communications télégraphiques et téléphoniques sont établies de façon parfaite."

Puis le 1er juillet 1901 Pilsoudzki, colonel du génie, associé avec Poppoff organisent en France une expérience de télégraphie sans fil alors que L.Maiche avait déjà fait une

transmission téléphonique sans fil en passant par le sol.
Deux postes de télégraphie sans fil, fournis par Ducretet, sont installés dans le jardin d'une villa au **Vésinet**, à une distance de 600 m.
Les deux savants réussissent à transmettre par la terre des **dépêches Morse** ...
A lire dans le **Petit Parisien du 15 juillet 1901,** un article de ***Jean Frollo***

A TRAVERS L'ESPACE

Les progrès de la science et de ses applications se poursuivent à une allure qui, souvent, déconcerte la pensée, et, avant même que l'esprit public ait eu le temps de s'habituer complètement aux découvertes qui ont apporté dans notre vie à tous de si profondes modifications, les chercheurs, reprenant leur marche en avant, s'attaquent à des problèmes qu'il nous eût, il y a quelques années seulement, paru téméraire de poser.

C'est ainsi que le télégraphe et le téléphone électriques, ces deux facteurs décisifs de l'existence moderne, par qui, dans l'ordre politique et dans l'ordre financier, les conditions de la vie civilisée ont été au dix-neuvième siècle transformées et rénovées, pourraient bien, au dire de quelques-uns, passer, au cours du siècle qui commence, au rang des vieux outils qu'on montre aux curieux dans les musées, avec un respect attendri et ironique tout ensemble telle la marmite de Tout en faisant, dans cette boutade, la part d'un exagération évidente, il est cependant manifeste que les savants ne se contentent plus des instruments actuels. Le fil conducteur, ce trait d'union presque idéal, leur semble aujourd'hui un intermédiaire trop pesant et trop matériel. Ils veulent en trouver un autre, ou, plus exactement, ils veulent s'affranchir de tout intermédiaire. Le seul qu'ils acceptent, c'est l'espace même qu'ils ont à traverser. Hier dans les airs, aujourd'hui par le sol, ils entendent transmettre directement la pensée humaine, et ils lui demandent, partie d'un point, d'arriver en un autre, sans emprunter l'aide du fil métallique, où jusqu'ici nous pensions qu'il fût nécessaire de la canaliser. ***Les expériences de télégraphie sans fil ne datent pas d'hier,*** et plus d'une fois nos lecteurs ont eu l'occasion d'admirer la simplicité du principe sur lequel elles reposent et l'importance des résultats auxquels elles ont abouti. Je n'y reviendrai donc que pour mémoire.

La chose en elle-même est d'ailleurs assez simple. Supposez que vous puissiez régler suivant une gradation convenue les petites étincelles qui jaillissent d'une bobine de Ruhmkorff. Supposez d'autre part que les décharges électriques ainsi produites, et que les savants appellent des ondes parce qu'elles se propagent dans toutes les directions, à la façon des cercles concentriques qu'une pierre lancée dans une eau tranquille y détermine, supposez, dis-je, que ces décharges soient recueillies à distance et s'enregistrent dans un appareil récepteur, vous vous ferez une idée très exacte du principe de la télégraphie sans fil.

C'est ce principe qui a dirigé les travaux, tant en France qu l'étranger, de MM. Branly, Popoff, Ducretet et Tissot.

C'est lui qui a reçu cette année même, grâce aux expériences de M. Marconi, sa consécration définitive.

Désormais, il est en effet établi qu'avec un générateur d'ondes d'une suffisante puissance on peut télégraphier jusqu'à 200 kilomètres de distance. C'est ainsi que de son laboratoire de Biot, dans les Alpes-Maritimes, M. Marconi envoie ses dépêches jusqu'en Corse avec une rapidité merveilleuse. Il arrive même il transmettre simultanément plusieurs messages, ce qui, dans l'ordre pratique, constitue un progrès dont l'importance n'échappera à personne, puisqu'il démontre, pour l'invention nouvelle, la possibilité de rendre les mêmes services que rend actuellement le télégraphe avec fils.

On pourrait dire, il est vrai, que l'utilité de cette modification n'est pas évidente et que le système auquel nous sommes accoutumés par une expérience de près d'un demisiècle suffit à nos besoins. La plus simple réflexion nous prouvera que cette thèse, qui a été produite parce que tout progrès suscite des adversaires, est impossible à soutenir.

La télégraphie sans fil a, dans les relations maritimes, une importance capitale. Pour ne citer qu'un exemple récent et qui est encore dans l'esprit de tous, le naufrage de la Russie en a démontré l'intérêt. Certains, je le sais, ont fait observer qu'en l'espèce, si les marins du bâtiment échoué eussent été exercés à se servir du vocabulaire de signaux à bras qu'on enseigne dans les écoles de timonerie, les communications entre le navire et la terre eussent été facilement établies. Mais ce qui était possible dans le cas de la Russie pourrait ne pas l'être dans d'autres, et la limite même, dans laquelle les signaux à bras sont utilisables, strictement déterminée par celle même du regard humain restera toujours fort étroite.

Aussi bien, la preuve n'en est plus à faire, et tout récemment un savant étranger, M. Popoff, la fournissait en termes décisifs. Il s'agissait d'un cuirassé russe, le Général Amiral d'Apraxine, bloqué par les glaces dans le golfe de Finlande. Pour organiser le sauvetage, il fallait de toute nécessité assurer avec la terre les communications. M. Popoff, en très peu de jours, les établit et bientôt elles furent régulièrement transmises à l'état-major de la Marine pendant les trois mois que durèrent les travaux, 440 télégrammes furent échangés; la plus longue dépêche, qui comptait cent huit mots, fut celle qui annonça le sauvetage du cuirassé. On avouera que c'est là pour une découverte la meilleure des justifications et que celle-ci est passée définitivement du terrain de la spéculation pure sur celui de l'action pratique. C'est précisément ce qu'il fallait démontrer.

Je ne surprendrai d'ailleurs personne en disant que ce terrain même a paru bientôt trop étroit aux inventeurs et qu'ils ont voulu l'élargir.

C'est ce que viennent de tenter il y a quelques jours, deux savants, MM. Pilsoudski et Victor Popp **qui, laissant de côté la télégraphie par l'air, ont cherché à transmettre à travers le sol,** les ondes chargées par eux, de porter au loin la pensée.

Frappés de ce fait que les expériences de M. Marconi n'avaient eu lieu que sur mer et que d'autre part, sur terre, les ondes électriques sont gênées par les obstacles de toute sorte, toits, arbres, collines qui s'interposent sur leur passage, ces deux savants ont pensé que peut-être le sol, dans ses couches profondes, se prêterait, mieux que l'air, à la transmision des messagers et, c'est pour s'en rendre compte qu'ils ont le 1er juillet organisé au Vésinet, dans le département de Seine-et-Oise, un dispositif des plus ingénieux et que je décrirai brièvement.

Dans deux villas distantes de cinq cents mètre environ l'une de l'autre, ils ont installés leurs appareils d'une part un transmetteur, de 1 autre un récepteur, tous les deux du type de ceux qu'on emploie chez M. Marconi pour la télégraphie marine.

Une plaque métallique enfoncée dans la terre et un condensateur soigneusement isolé du sol constituent d'un côté comme de l'autre tout le mécanisme. Les dépêches sont envoyées absolument comme dans la télégraphie sans fil.

On produit des étincelles et on règle les signaux en appuyant plus ou moins. Et à l'arrivée, les ondes s'enregistrent, sous la forme de petits traits, sur une bande de papier qui se déroule. La transmission s'opère en langage Morse avec une netteté parfaite, et les dépêches envoyées sont très exactement reçues.

Il est vrai que le principe même de l'expérience est contesté par les savants et que certains d'entre eux prétendent qu'il n'est pas du tout démontré que ce soit par le sol, et non pas à travers l'atmosphère, que s'opère la transmission. Nous ne saurions prendre parti dans ce docte débat, quelle que soit d'ailleurs la vérité, et soit qu'il s agisse d'une découverte nouvelle, soit que nous soyons seulement en présence d'un appareil nouveau appliquant un principe connu, il nous semble que l'importance pra- tique n'en est pas diminuée, et cette importance, on l'avouera, est tout à fait considérable.

Quel est en effet le gros inconvénient du système Marconi. C'est d'être fort encombrant et surtout très visible avec ses deux grandes antennes, il domine la ville où il est installé, et il serait, en cas de guerre, une cible toute désignée aux coups de l'artillerie.

Avec l'autre appareil, rien de semblable n'est à craindre dans une place assiégée, on peut l'installer sans que personne au dehors s'en doute et, au prix de quelques précautions, l'autre poste pourra être sans trop de peine organisé et manié en dehors des lignes ennemies dans quelque cave isolée.

De cette façon le problème des communications est résolu. Le cercle d'investissement est rompu et, si le blocus matériel est maintenu, le blocus moral est impossible.

C'est là, je le reconnais, aller comme on dit, plus vite que les violons, et la jeune découverte, dans son état actuel, ne donne pas encore ces brillants résultats. Mais ses pareilles poussent vite et celle-ci, qui n'a que quinze jours, mérite assurément que nous lui fassions crédit. Telle qu'elle est, elle constitue le plus étonnant peut-être des progrès qu'on pût concevoir.

Le télégraphe, le téléphone à la portée de chacun; suppression de l'employé pour celui-ci, de la « demoiselle » pour celui-là ne serait-ce pas la plus radicale des révolutions ?

C'est cette révolution pacifique et d'ailleurs modeste que. le colonel Pilsoudski et M. Victor Popp viennent de préparer, sous les ombrages d'une paisible villa du Vésinet. Il nous semble qu'elle valait la peine d'être signalée et que l'avenir qui lui est réservé nous conseillait d'accorder à ses débuts une bienveillance attentive dont nous espérons tous qu'elle nous récompensera en ajoutant notre vie quelques facilités et quelques charmes de plus.

JEAN FROLLO

Another inventor engaged in trying to solve the wireless telephony problem is M. Louis Maiche. For this purpose the Prince of Monaco has placed his domain at his disposal.

M. Maiche, who, according to the "Electrical Review," London, is well known for his extensive researches in the domain of telegraphy and telephony, made experiments in the transmission of words and signals on the Morse code by earth currents.

This is briefly the result of the tests with an improvised apparatus and a current of .003 ampere and 8 volts.

1. At 1,500 meters conversation transmitted as distinctly as by the best ordinary telephone system.

2. At 4 km. speech still very distinct, but seeming to have arrived at the limit of perceptible intensity.

3. At 7 km. vibrations of the telephone plate sufficiently distinct to allow of Morse signals being transmitted with the utmost regularity.

The experiments could not be carried further, as this would have taken them beyond the limits of the domain. The transmitting apparatus used by M. Maiche consists, besides the source of electricity, of an improved microphone and an induction coil wound in a special manner. In the case of the transmission of Morse signals, a key and vibrator are substituted for the microphone.

In both cases the receiver was a sensitive telephone.

The connections to earth consisted sometimes of two electrodes immersed in water, and sometimes of electrodes embedded in damp earth. The two electrodes at each station were connected by an insulated wire which formed a basis on which was connected, according as required, the receiver or the transmitter.

As, according to M. Maiche, long-distance experiments alone could show what length of base could correspond to accentuations in the current conveyed. H. R. H. the Prince of Monaco has kindly placed at M. Maiche's disposal his yacht, Princess Alice, and the local resources of the principality for long-distance experiments which will shortly be made in the Mediterranean and between the French and Italian shores. Evidently, as augmentations of current are mentioned, Morse signals will be transmitted, for which the telephone will act as receiver.

Extrait de Google book Louis Maiche

Ce récit est parfaitement détaillé à cette adresse : Les « premiers pas » de la télégraphie tellurique au Vésinet (1901)

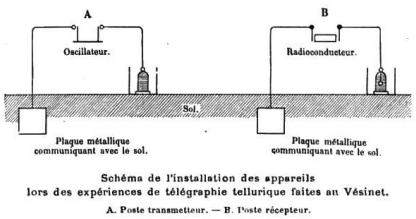


Schéma de l'installation des appareils lors des expériences de télégraphie tellurique faites au Vésinet.
A. Poste transmetteur. — B. Poste récepteur.

Les perfectionnements se succédent :

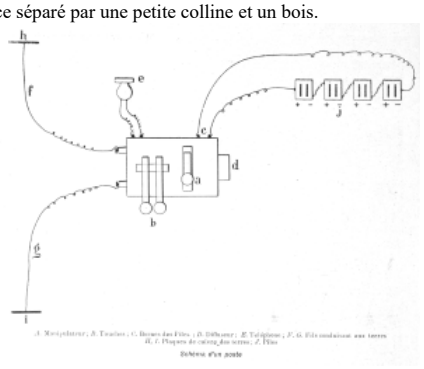
En 1901 : Maiche émet 7 autres brevets
19 février Brevet 308 265 Système de transmission de signaux télégraphiques et téléphoniques.
1er mars Brevet 308 638 Dispositif de mise à terre pour transmission de courants électriques particulièrement pour la télégraphie et la téléphonie
22 avril Brevet310 169 Système de transmission des courants télégraphiques et téléphoniques.
19 juillet Brevet312 825 Système de transmission télégraphique et téléphonique par triple dérivation.
12 août Brevet 313 432 Dispositif de mise à terre pour transmissions ordinnaires télégraphique et téléphonique applicable également à la télégraphie et la téléphonie dites sans fil.
31 août Brevet 313 915 Nouveau moyen permettant d'augmenter le nombre des récepteurs ou l'intensité dans un seul recepteur des courants téléphoniques ou télégraphiques .
18 octobre Brevet 313 916 Nouvelle disposition de bobine d'induction.

Du 16 au 18 janvier 1902, au **château de Marchais** près de Laon, situé dans un immense parc 1600 hectares appartenant à son Altesse Sérénissime, le Prince Charles III de Monaco qui suit avec intérêt les progrès de la télégraphie sans fil.
Pendant 3 jours, Maiche et ses collaborateurs, son chef de laboratoire Emile Jardin, le baron Henri Hulot, secrétaire de la Société Géographique de Paris et Heni Farjas, directeur de la revue universelle, vont procéder aux essais devant le Prince de Monaco, son aide de camp Jean de Gail, la baronne de Gail, le compte de Dax, secrétaire général de la Société des Ingénieurs civils, Paul Farjas, Fernad Fos, journaliste du Monde Illustré, le capitaine X, de la revue Armée et Marine et Emile Guarini, journaliste scientifique.
Le **16 janvier 1902**, L.Maiche réalise la première communication avec le Prince de Monaco lui même situé à une distance de 1500 mètres de distance. Le soir même Louis envoie une dépêche télégraphique au directeur du Monde Illustré, qui la transmet à son journaliste Fernand Fos.
le monde illustré du 25 janvier 1902, voici le récit :

TÉLÉPHONIE ET TÉLÉGRAPHIE SANS FIL
Parmi les problèmes scientifiques qui préoccupent l'esprit public à l'aube du nouveau siècle, il en est peu d'aussi passionnant que la télégraphie sans fil. Nos lecteurs sont familiers avec la théorie des ondes herziennes. Ils savent qu'on peut transmettre des dépêches à travers les couches d'air, grâce à des décharges électriques successives. Ils savent aussi que cette intéressante invention doit trop souvent lutter contre les variations atmosphériques ou la trop forte chaleur.
Je suis heureux de pouvoir aujourd'hui leur parler d'une autre invention ayant le même but scientifique et utilitaire, mais y arrivant par d'autres moyens qui suppriment les gros inconvénients que nous venons de signaler. Ce n'est pas d'hier que datent les premières expériences de transmission sans fil en utilisant les ondes souterraines qui ne sont sujettes à aucune perturbation climatérique et permettent, par cela même, d'obtenir un service régulier et constant.
Dès 1867, M. Maiche communiquait à M. Dumoncel, alors sous-directeur des Postes et Télégraphes, depuis membre de l'Institut, le résultat d'expériences sur la télégraphie sans fil par la terre, réussies à faible distance.
En 1877 et en 1878, nouvelles tentatives permettant de communiquer des signaux à une distance d'une centaine de mètres.
Le principe de la transmission sans fil était trouvé.
Nb M. Maiche possède plus de 300 brevets dont les principaux ont trait à l'extraction de 1'amidon du riz, à la pile Maiche qui est devenue classique, à la stérilisation économique de l'eau qui lui valut la croix de chevalier de la Légion d'honneur, etc. Parmi les procédés secrets qu'on lui doit, il faut citer la fabrication artificielle du vrai : ubis, les verres d'optique pratiquement achromatiques, etc.

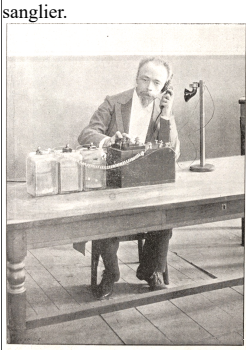
***Le premier échange de conversation date de* 1893**.
Ces constatations ont été refaites trois ans plus tard devant sir Willarn Crookes, à ***Saint-Germain***, sur trente mètres, à travers plusieurs murs et fondations. **En 1899**, essais à plus longue distance, dans la forêt de ***Saint-Germain***, sur six cents mètres. Signaux télégraphiques, réception téléphonique, tout réussit également bien. Quelques mois plus tard, en **janvier 1901**, nouvelles expériences de transmission sur huit cents mètres, dont il est rendu compte par la presse politique et la presse spéciale. On les renouvelle et avec un semblable succès au mois d'**octobre** de la même année. Enfin, en **novembre 1901**, sur la Seine, à **Poissy**, l'inventeur s'attache à obtenir une communication d'une grande intensité à tel point que les personnes présentes déclarent qu'elles entendent mieux que dans le téléphone ordinaire, avec des voix pures, sans aucun son métallique et

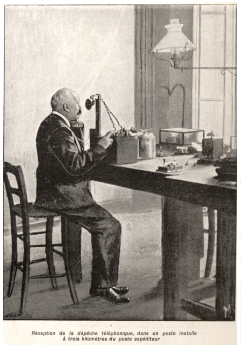
sans aucune « friture ».
Depuis quelque temps, nous avions été prévenus que les expériences allaient passer du domaine du laboratoire dans celui de la pratique, les ondes souterraines pouvant être désormais projetées à longue distance. Jeudi soir, le directeur du Monde Illustré me communiquait une dépêche datée du château de Marchais (Aisne), où S. A. S. le prince de Monaco, en ami toujours sûr des savants, donnait la plus complète clés hospitalités à M. Maiche.
Le jour même, sur une distance de 1500 mètres, on avait pu télégraphier et téléphoner sans fil. C'était la victoire ! Et le télégramme se terminait par ces mots : « Venez recommencerons « demain sur 3500 mètres. »
L'offre, si tentante, ne pouvait se refuser. Aussi, le lendemain, prenais-je le premier train pour Liesse-Gizy, dans la banlieue de Laon, avec M. Farjas qui, depuis plus d'une année, est le dévoué collaborateur de M. Maiche dans toutes ses expériences, le comte de Dax, secrétaire général de la Société des ingénieurs civils, et M. Paul Farjas. En compagnie si instructive, les deux heures de route me parurent courtes et deux vigoureux postiers nous eurent bientôt menés à la somptueuse demeure, providence du pays. M. Maiche n'est pas loin. Nous le trouvons au Long Pont, une maison de garde où il a établi un de ses deux postes. L'inventeur, tout joyeux encore du succès de la veille où il avait pu échanger, à 1500 mètres, des conversations téléphoniques et télégraphiques, le matin même, à quelques instants avant notre arrivée, réussi à expédier et à recevoir la parole humaine à 3 kil 500 de distance, de la ferme de Marengo à Long Pont, espace séparé par une petite colline et un bois.



Le chateau de Marchais et le schéma d'un poste

La pièce où se trouvent les appareils est la salle commune du brigadier des gardes du prince, où rien n'a été dérangé ni bousculé, les piles et autres instruments étant déposés sur une seule petite table.
Rien ne paraît plus simple. — Comme vous le voyez, nous dit M. Maiche, l'appareil ressemble plutôt à un poste de campagne qu'à une installation télégraphique. Il se compose d'une modeste batterie de piles, d'un ensemble de sept volts environ, fournissant un vingtième d'ampère, ou un tiers de watt, et vous savez qu'il faut plus de 700 watts pour faire ùn cheval-vapeur. La batterie est mise en communication avec une caisse d'environ deux décimètres cubes dans laquelle se trouve un fil enroulé d'une manière spéciale, aboutissant à une sorte de petit tambour, désigné sous le nom de diffuseur. Un simple microphone et un récepteur téléphonique complètent l'appareil. Il faut de plus ajouter à cet ensemble des organes primordiaux, deux fils conducteurs qui en partent, sortent de la maison par la porte laissée ouverte et vont, l'un à droite, l'autre à gauche, aboutir chacun, à 350 mètres environ, à une lame de cuivre de un mètre carré plongeant dans l'eau, mais qui aurait pu être aussi bien enfoncée dans le sol. Mon système de ligne se réduit donc à deux « terres » à chaque station, sans aucune autre espèce de conducteur entre l'une et l'autre. Pendant que M. Maiche nous fournit ces intéressantes explications, nous restons sous une impression de surprise, j'allais écrire de quasi-incrédulité, devant des résultats si stupéfiants obtenus avec des moyens d'apparence aussi simple. Mais la foi rayonne dans les regards de M. Maiche et nous ne pouvons douter de la victoire de Marengo qui va se renouveler pour nous dans quelques minutes, derrière le rideau des collines brumeuses. Pendant que les chevaux, maintenant reposés, s'ébrouent joyeusement, la caravane s'est complétée.
Aux voyageurs venus de Paris se joignent le baron J. de Gail, aide-de-camp du prince, la baronne de Gail et le baron Henri Hulot. M. Maiche reste au poste de Long Pont et nous voici en route pour Marengo où nous arrivons après vingt minutes de trot allongé.
La maison sert d'habitation à un garde du prince en costume très pittoresque, complet kaki avec grand feutre à poil bourru, relevé sur le côté gauche par une touffe de poil de sanglier.


M. Maiche, l'inventeur de la téléphonie sans fil, téléphonant


Réception de la dépêche téléphonique, dans un poste installé à trois kilomètres du poste expéditeur

Le Marengo, poste d'expérience pour la téléphonie sans fil

Le Marengo, poste d'expérience

Le poste télégraphique et téléphonique, en tout semblable à celui de Long Pont, a été installé par les soins de M. Emile Jardin, le chef de laboratoire de M. Maiche, qui nous attend sur le seuil de la porte.
Presque aussitôt, à travers les tourbières du terrain de chasse, un cavalier apparaît, de belle prestance, la cartouchière en bandoulière, le fusil en travers de la selle, très simplement vêtu d'un costume de chasse qui rappelle celui des gardes : c'est le prince de Monaco. Il vient, comme les jours précédents, comme le matin, en passionné de science, suivre les expériences dont son esprit cultivé a compris toute l'importance. Il avait d'ailleurs reçu, la veille, le premier message téléphonique que M. Maiche avait envoyé à 1.500 mètres à travers le sol. D'accueil très simple, très cordial, le prince nous fait part de sa grande satisfaction : — Figurez-vous, Messieurs, qu'après le succès obtenu hier, M. Maiche hésitait à répondre à mon désir d'essayer d'établir une communication à 3.500 mètres. Il m'objectait que la puissance de l'appareil n'était pas calculée pour une semblable distance et qu'il ne savait pas au juste jusqu'où il pourrait atteindre. J'ai dû lui faire une douce violence, mettant à sa disposition une voiture pour rapprocher, si besoin en était, le poste récepteur jusqu'à rétablissement de la communication.
L'issue heureuse de l'expérience de ce matin a donné raison à mon audace scientifique. Le baron de Gail, qui partage la confiance du prince, attire notre attention sur l'importance qu'il y aurait à installer une ligne télégraphique reliant Tombouctou, sur le Niger, aux postes de l'Extrême-Sud Algérien à travers le Sahara et à utiliser dans ce but le système de M. Maiche.
A ce moment, le baron Henri Hulot, qui a établi la communication avec M. Maiche, nous prie de prendre place devant l'appareil, ce que nous faisons tour à tour, le prince de Monaco, la baronne de Gail et chacun de nous. Pour ma part, j'entends très nettement les signaux télégraphiques, espacés comme il avait été convenu. Le son arrive clair, distinct. Les personnes qui n'ont pas assisté aux expériences de la veille et de la matinée, se regardent émerveillées. Cela tient du prodige.
Et l'étonnement croît encore quand, aux signaux, succède la voix humaine, tout aussi compréhensible qu'au téléphone ordinaire. De là-bas, si loin, derrière la colline, partent des ondes sonores. Leur nombre, qui varie de 5.000 à 15.000 par seconde, traverse sans s'égarer en route l'immensité de la masse terrestre qui nous sépare. Chacune d'elle est de l'ordre des infiniment petits et aucune d'elle n'est perdue !
Nous continuons l'échange des transmissions, chiffres, signaux, phrases, et j'ai le plaisir, après trois quarts d'heure de stupéfiantes communications, de clore la conversation, en adressant à M. Maiche, au moyen de son appareil, les vives félicitations du Monde Illustré.
La nuit est presque venue. Et nous rentrons au château, dans le recueillement silencieux qui suit toujours les fortes émotions.

Avant de quitter le château, où nous attendait une collation dans la splendide salle à manger de l'ancienne demeure des ducs de Lorraine, le prince de Monaco veut bien nous annoncer qu'il **met à la disposition de M. Maiche, son yacht, la Princesse Alice,** qui lui servit si souvent pour ses recherches sous-marines, pour y continuer très prochainement ses expériences en Méditerranée.
Le lendemain de notre retour à Paris, nous apprenions, par une dépêche officielle, que M. Maiche, à l'aide des mêmes appareils et sans en augmenter la puissance électrique, avait pu renouveler, en présence du prince de Monaco, les mêmes expériences que nous venons de décrire, à une distance de sept kilomètres.

Fernand Fos.

Témoignage du capitaine X, de la revue Armée et Marine du 9 février 1902

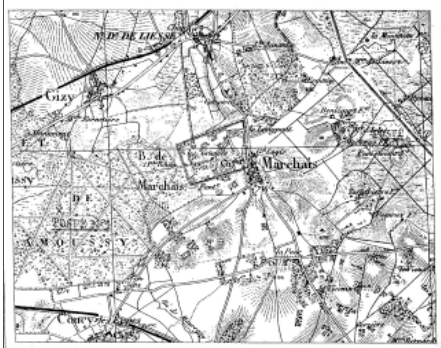
La télégraphie et la téléphonie sans fil Communications par la terre et par l'eau. Applications en campagne.

On a beaucoup parlé, depuis quelques mois, de la téléphonie sans fil. On a surtout beaucoup raconté... Une nouvelle sensationnelle avait couru le monde : un signal, disaient les journaux anglais, avait été transmis à travers l'Atlantique !... Puis, peu à peu, le calme s'est f'ail et, si l'on en croit les dernières communications de la presse quotidienne, la nouvelle était au moins prématurée.
L'avenir dira quelles seront les applications pratiques de la télégraphie sans fil par les ondes herziennes.
Au point de vue militaire, son utilisation parait encore problématique pour plusieurs raisons :
1" Les transmissions, tributaires des variations atmosphériques et de la température, sont irrégulières ;
2" Les dimensions des antennes les rendent trop visibles en cas de guerre, et le poids du matériel présente de gros Inconvénients pour les transports ;
3° L'énorme quantité d'énergie électrique employée constitue un danger permanent pour les télégraphistes militaires, souvent inexpérimentés, qui seraient chargés des transmissions.

Personne n'ignore l'importance du rôle que doit jouer, dans la prochaine guerre, le service de la télégraphie militaire. Chaque armée, chaque corps d'armée, reliés entre eux, avec les divisions d'avant-garde et avec le services de l'arrière, pourront, si ce service est convenablement assuré, éviter bien des surprises, bien des fatigues surtout.
Tel qu'il est organisé, il fonctionne aussi bien que possible, mais les Installations sonl longues à établir, en raison des kilomètres de fils qui doivent être déroulés, puis enroulés à chaque stationnement. A tel point que, bien souvent, ainsi qu'on a pu s'en rendre compte aux grandes manœuvres, on a du renoncer, faute de temps, à établir des communications télégraphiques, que remplaçaient avantageusement des vélocipèdes, des estafettes ou des postes de correspondance.
On peut donc trouver mieux que ce qui existe aujourd'hui et c'est aux savants qui poursuivent l'étude du problème de la télégraphie sans fil qu'il appartiendra de doter l'armée de l'outil idéal qui lui manque encore pour assurer facilement ses communications rapides.
Les très intéressantes expériences que nous avons eu la bonne fortune de suivre dernièrement, à Marchais, près de Laon, nous ont donné l'impression que nous étions très près d'atteindre cet idéal.
Il ne s'agit plus ici des ondes herziennes, mais d'une tout autre méthode, d'un moyen simple et pratique de télégraphier et de téléphoner sans lil, par la terre el par l'eau, en employant une source d'électricité très faible et un appareil assez peu volumineux pour être porté à la main.

C'est à M. Louis Maiche, ingénieur civil cl savant bien connu, que revient l'honneur de cette découverte considérable.
Depuis longtemps déjà M. Maiche étudiait le phénomène de la transmission des ondes électriques par le sol et les résultats qu'il obtient aujourd'hui ne sont que la juste conséquence de plus de trente années de recherches et de travaux incessants.
En 1867, en effet, il faisait connaître officiellement à M. du Moncel, alors sous-directeur des postes et télégraphes, le résultat de ses premières expériences sur la télégraphie sans fil, par la terre. Dix ans plus tard, en 1877 el 1878, il confirmait ses premiers essais par la transmission des signaux à 100 mètres environ et communiquait ce résultat à la Société des sciences et des arts de la Sarthe, dont il faisait partie.
Poussant plus loin celte étude, et passant de la télégraphie à la téléphonie, il obtenait en 1893 un premier échange de conversation sur une trentaine de mètres, à travers plusieurs murs et fondations, expérience renouvelée, en 1806, en présence de sir William Crookcs, à Saint-Germain,
C'est par un procédé, dont l'analogie nous parait assez curieuse, qu'un autre chercheur français, dont les récentes expériences étaient relatées ici même, la semaine dernière, constata, à la même distance, la réalisation d'un phénomène du même ordre.
Dès 1890, les travaux de M. Louis Maiche prenant plus d'importance, il transporta ses appareils dans la forêt de Saint-Cermain et, progressivement, avec un succès constant, il porta ses transmissions télégraphiques et téléphoniques de 600 à 800 mètres et enfin à 1200 mètres.
Au mois de novembre dernier, sur la Seine, à Poissy, il échangeait avec son chef de laboratoire et plusieurs personnes présentes, des conversations complètes, la voix arrivant avec son timbre naturel et la plus grande netteté.
Pour entre définitivement dans la pratique, il fallait à l'inventeur des terrains plus vastes, une circonstance heureuse s'offrit à lui.

S. A. S. le prince de Monaco, qui suivait avec intérêt les progrès de la télégraphie sans fil, avait eu connaissance des procédés spéciaux employés par M. Maiche. Avec la bienveillance si encourageante qu'il réserve aux savants et aux chercheurs, il mit gracieusement à la disposition de l'inventeur son domaine de Marchais, dont l'étendue se prêtait merveilleusement à une démonstration définitive.
Les expériences se sont poursuivies pendant trois jours, avec un plein succès, en présence du prince, de son aide de camp, le baron Jean de Gail, de la baronne de Gai] et de plusieurs invités. L'inventeur était accompagné de son chef de laboratoire, M. Jardin, el de ses collaborateurs, M. Henri Farjas et le baron Henry Hulot.
Deux postes furent installés à la hâte. A la fois transmetteurs et récepteurs, ils se composaient chacun d'une batterie de piles d'une énergie électrique de 7 volts.et d'un vingtième d'ampère, reliée à l'appareil proprement dit, lequel comprenait une bobine, un vibrateur ou diffuseur, un manipulateur Morse pour l'expédition des signaux, un microphone pour la transmission de la parole et un récepteur téléphonique.
L'appareil est mis en communication avec deux fils aboutissant de part et d'autre à des plaques de cuivre qui sont, suivant la nature du terrain, plongées dans l'eau ou enfoncées dans le sol, transmettant ainsi les courants électriques à la masse terrestre environnante qui les absorbe et les propage au loin suivant une loi d'un ordre tout nouveau prévue par M. Maiche, qu'il a bien voulu nous expliquer et qui nous a paru un des points les plus saillants de son système.
Nous ne nous étendrons pas sur les premières conversations téléphoniques échangées à Marchais, à des distances progressives, qui ont permis de transmettre la parole de là façon la plus nette, ainsi que l'ont constaté toutes les personnes présentes, à 1500 et à 3500 mètres; nous examinerons surtout la dernière épreuve, la plus intéressante, selon nous, au point de vue militaire, tant à cause de la rusticité de l'installation qu'en raison de la distance franchie.
Le fragment de la carte d'état - major au cinquante millième qui est reproduite ici donne l'ensemble de la région où cette expérience eut lieu.
Sept kilomètres séparaient les deux postes, choisis, l'un (poste n° 2), à la ferme de Marengo, à l'est de Marchais, l'autre (poste n° 1), à l'ouest, aux confins du domaine, en pleine forêt de Samoussy, et. entre eux s'étendaient des obstacles de toutes sortes : bois, lignes d'eau, village, etc.



Les environs de Marchais, où ont eu lieu les expériences de téléphonie sans fil. (D'après carte de l'élat-major.)

Le Prince était à Marengo, pour contrôler les résultats avec les amis de l'inventeur,. M. Maiche et le baron de Gail étaient au poste n" 1.
Nous avons pu assister personnellement à l'installation de ce poste. Une simple carte et une boussole ordinaire ont permis d'orienter les plaques dans la direction de Marengo avant de les enfoncer dans le sol au moyen d'une petite tranchée; un escabeau fut placé dans un endroit quelconque pour recevoir les appareils... et c'était tout !

A l'heure fixée (trois heures quarante), les premiers signaux téléphoniques partis de Marengo arrivaient nettement à l'oreille, tantôt longs, tantôt courts, et l'inventeur répondait aussitôt par d'autres signaux reçus de la même façon au poste n" 2.
Cette épreuve semble décisive et nous pensons que le moment n'est plus éloigné où le matériel actuel de nos télégraphistes militaires cédera la place à plus léger que lui.
Ce sera, à coup sûr, une amélioration importante, dont on pourra étudier les avantages aux grandes manœuvres, mais, si l'on envisage la question à un point de vue plus large, plus français peut-être, en raison de ses conséquences immédiates, on est amené à examiner la possibilité d'une utilisation prochaine de ces nouveaux procédés pour relier le

Sud algérien avec les poslcs trop isolés de notre domaine africain.
Ce sujet était d'ailleurs de circonstance, car le baron J. de Gail, capitaine de cavalerie, qui créa jadis le peloton des méharistes soudanais, fut le premier qui eut l'idée d'appliquer la télégraphie sans fil à la traversée du Sahara.
Cette idée fait encore aujourd'hui l'objet do ses préoccupations et il en entrevoit les suites avec plus de confiance, depuis qu'il a constaté par lui-même, au poste téléphonique de la forêt de Samoussy, l'avenir réservé à une découverte dont les premiers résultas lui ont paru considérables, en égard à la faiblesse des moyens mis en œuvre.
On pourrait, pour commencer, relier entre eux les différents postes du Soudan et du Congo qui n'ont actuellement aucun moyen de communication rapide, puis il appartiendrait à une mission d'étude de déterminer la meilleure voie à suivre pour établir la ligne saharienne.
Celle-ci ne s'écarterait pas beaucoup sans doute de l'itinéraire des caravanes qui descendent du.Touatà Tombouctou par Akabli, Bou-Bernous, Gucttara, les rives de l'ouled Salem, Taodeni et Araouan.
C'est là une idée bien française, car elle affranchirait notre Ouest africain des câbles étrangers dont elle ne peut se passer aujourd'hui; c'est en même temps une idée pratique et nous souhaitons de tout coeur qu'elle puisse se réaliser bientôt.

Capitaine X...

Tous les journaux s'emparent rapidement de ses travaux , comme nous le décrivont ci dessous.

En France dans le ***Bulletin mensuel / Association des abonnés au téléphone*** on peut lire l'article :

La nouvelle téléphonie. — Louis Maiche.
Par ces temps d'inventions plus sensationnelles les unes que les autres, où l'on voit les omnibus marcher sans chevaux et les aéroplanes lutter de vitesse avec les pigeons voyageurs, les esprits les plus fermes ont tendance à ne considérer que le fait du jour et à négliger les origines des inventions qui frappent le plus.
C'est ainsi que, pour les expériences delà téléphonie sans fil faites â la Tour Eiffel par MM. Colin et Jeance, personne n'a songé à repérer le" terrain parcouru.
C'est cependant un travail intéressant si nous en jugeons par le plaisir qu'il nous a procuré et nous espérons que les lecteurs du Bulletin de l'Association des abonnés au téléphone le partageront.
De toutes les recherches auxquelles nous nous sommes livrés, il apparaît bien nettement que la priorité de la téléphonie sans fil appartient à Louis Maiche.
En effet, ***en 1893, il obtenait une communication téléphonique sans fil à une distance qui n'excédait pas, il est vrai, 30 mètres*** et cela à travers des obstacles accumulés.
Poursuivant ses expériences, Louis Maiche arrivait à parler à 1.500 mètres dans la forêt de Saint-Germain en présence de MM. Emile Gautier, le ministre des finances du Brésil et plusieurs autres notabilités.

Le Figaro publiait le compte rendu des expériences qui fut reproduit dans toute la presse.
En 1902, les 16, 17, 18 janvier, au château de Marchais (Aisne), Louis Maiche téléphona sans fil à 7 kilomètres, en présence de S. A. S. le prince de Monaco, de soft aide de camp le baron de Gail, du baron Hulot et du secrétaire général de la Société des Ingénieurs civils.
Les communications étaient obtenues par un système de mise à terre.

Profitant du navire la Princesse Alice, à Toulon, pour y installer une station à bord, en laissant un fil dans l'eau, il communique avec une station à terre basée à Ajaccio avec son fils Charles. ***Par le même procédé, Louis Maiche parvint peu après à communiquer entre Toulon et Ajaccio à la distance de 314 kilomètres en se servant de la mer pour la transmission des ondes***.
Suivirent expérimentations et brevet jusqu'en 1906.

En septembre 1906, L.Maiche réussi à **téléphoner sans fil, sans antennes, sans mise à terre**.
Le ***Matin***, dans son numéro du **7 septembre**, rendait compte des expériences :

M. Maiche
Téléphonie sans fil *"Le dernier cri de la, science"*.
Un jeune savant est en train de réaliser une grande idée il établit des relations téléphoniques entre Tôulon et Ajaccio sans fil conducteur.
Lorsque, il y a un peu moins de trente; ans, le savant américain Graliam Bell réussit, pour la première fois, à faire entendra sa voix d'une pièce à une autre dans son appartement, on crut que ces merveilleuses expériences ne sortiraient jamais du domaine des curiosités de laboratoire. On sait cependant combien fut rapide la fortune de l'industrie téléphonique, combien éclatante la révolution sociale que créa le téléphone.

Quelque étonnante que soit cette découverte, que le grand physicien anglais, lord, Kelvin, appelle la «merveille des merveilles », on se l'explique aisément; on comprend encore la télégraphie sans fil, où des étincelles, partant d'un point, communiquent; à l'éther des ondulations qui se transmettent de proche en proche pour reproduire au loin. des signes conventionnels mais imaginer que deux personnes puissent se parler, à distance sans qu'un fil les relie, sans que la terre même serve de lien conducteur, faire en un mot de la téléphonie sans fil comme on fait de la télégraphie sans fil, n'est-ce pas vraiment prodigieux ?
C'est ce prodige que nous avons. vu hier dans le calme jardin d'une charmante villas sur les **coteaux de Saint-Germain.** Mince et agile, la figure, barrée d'une moustache blanche, la barbe en pointe, **M, Maiche,** qui en ces derniers trente ans a remué un nombre considérable d'idées et fait de remarquables travaux dans le domaine de la chimie et de l'électricité, ainsi, que sur la stérilisation de l'eau, nous montra ses nouveaux appareils.

Ils sont d'une simplicité remarquable. Sur une table, placée dans le jardin, un appareil téléphonique relié à une batterie de piles, composée seulement de trois éléments et à une bobine d'induction particulière construite par M. Maiche. Le courant, électrique passe dans un cadre formé de l'enroulement de fils isolés. C'est tout.
Une installation analogue est disposée dans le **cabinet de travail** de M. Maiche, qui donne sur la rue, à l'extrémité opposée de la maison et du jardin. Plusieurs épaisseurs de murs des portes et des fenêtres séparent les deux postes situés à une trentaine de mètres de distance.

Alors, on peut causer. Dans le récepteur téléphonique, approché de mon oreille, j'entendis compter un, deux, trois. jusque trente, des chiffres dit au hasard, les modulations d'un sifflet. La voix, qui parvenait ainsi à travers l'espace, était affaiblie et lointaine, mais elle était d'une netteté parfaite les sons, d'une pureté remarquable que ne connaissent point toujours les appareils téléphoniques ordinaires. La preuve était faite.

Je demandai alors à M. Maiche quelques détails; Il me les donna volontiers.
Il y a cinq ans environ, à Saint-Germain, puis au château de Marchais, chez la prince de Monaco, j'ai procédé à des expériences de télégraphie et de téléphonie sans fil --- ---- servant de la terre comme lien conducteur. Ces essais furent assèz concluants, On a pu communiquer à plus de trois kilomètres de distance.
Un an après ce sont Ià des expériences inédites j'ai pu, ajoute M.Maiche, faire des communications téléphoniques entre Toulon et Ajaccio, à plus due trois cents kilomètres, de distance, en servant dé la mer pour la transmission des ondes électriques mais les expériences nouvelles auxquelles vous venez d'assister me semblent plus importantes. ***Elle sont à leur début, certes, et la distance que la parole peut franchir ne dépasse pas trente ou quarante mètres, mais les appareils dont je me sert sont d'une puissance infinie, et nul perfectionnement n'a encore été fait.***
Les utilisations pratiques de ce nouveau moyen de communication sont des plus nombreuses.

Une application ne pourrait-elle être faits aux sous-marin. Aujourd'hui, aucun moyen de communication ne peut être établi entra des sous-marins. Ni la télégraphie avec ou sans fil ni la téléphonie ne peuvent les mettre en relation s'ils sont au fond de la mer. La téléphonie sans fil peut remédier à cet inconvénient qui peut avoir son importance en temps de guerre, lorsqu une flottille de sous-marins doit manœuvrer dans les mêmes eaux et participer à une attaque commune.

Cette découverte est à ses débuts, nous disait son inventeur il est possible que la téléphonie sans fil, hier un jouet, arrive, comme sa sœur aînée, la télégraphie sans fil, à des résultats importants et pratiques.

Le Matin est heureux de pouvoir annoncer le premier que la science a fait un nouveau progrès et que cette merveilleuse découverte est due à un savant français.

Maiche crée sa dernière société la ***Société Générale de Téléphonie sans fil*** le 17 avril 1907, avec des capitaux Anglais.

Vu aussi dans la presse, ***avec un peu d'humour :***

En 1906 - ***Dans le journal Jean qui rit*** : un amusant dialogue avec une demoiselle téléphone, ***de Léon Valbert***
Un jeune savant français, M.Maiche est en train de réaliser une grande idée : il établit des relations téléphoniques entre Toulon et Ajaccio sans fil conducteur
Dans la Lanterne, un article reprend le même dialogue : TÉLÉPHONE SANS FIL de Léon Valbert

Un jeune savant français, M. Maiche, est en train de réaliser une grande idée : il établit des relations téléphoniques entre Toulon et Ajaccio sans fil conducteur.
A la première lecture de cette information, soucieux de la compléter pour les lecteurs du Supplément, je me suis précipité sur l'appareil téléphonique de la rédaction et j'ai tourné le moulin à café. Une sonnerie stridente a répondu à mon appel (au bout d'une petite demi-heure). J'ai appliqué fébrilement, les récepteurs contre mes esgourdes. Après quoi :
MOI. - Aliô, allô ! Vous êtes là, mademoiselle ?
LA DEMOISELLE DU TÉLÉPHONE. - Allô, allô ! j'écoute ! - - - --
Moi. - Comment ?
LA DEMOISELLE DU TÉLÉPHONE. — Pardon ! Je voulais dire : « J'écoute» quel numéro demandez vous ?
Moi. — Aucun
l LA DEMOISELLE DU TÉLÉPHONE. — Alors pourquoi me sonnez-vous, espèce de fourneau ?
Moi. — Permettez, mademoiselle. Je ne demande aucun numéro parce que c'est avec vous même que je voudrais entrer en communication.
LA DEMOISELLE DU TÉLÉPHONE. — Ah ! bon. Eh bien ! c'est entendu. Venez me prendre ce soir, à la sortie du bureau, rue Gutenberg : vous me reconnaîtrez facilement. J'ai un panama à plume, comme Polaire, un petit boléro comme la beme Otéro, une trotteuse en laine flocon comme la Lune et des chaussettes bleues comme Paméla.
Moi. — Vous êtes fort aimable, mon enfant, et je ne doute point que vous soyez charmante ainsi. mais la communication que je désire obtenir de vous est une communication exclusivement téléphonique.
LA DEMOISELLE DU TÉLÉPHONE, vexée. — A votre aise. Mais vous ne savez pas ce que vous perdez. Enfin.qu'est-ce qu'il y a polir votre service.
Moi. — Voilà. Vous avez lu sans doute que plusieurs savants s'occupent à résoudre ce problème : supprimer les fils télégraphiques et téléphoniques qui dénaturent fâcheusement les paysages. Vous citerai-je Marconi. ?
LA DEMOISELLE DU TÉLÉPHONE. — Et mèche
Moi. — Et Maiche, vous l'avez dit. Ce savant a, paraît-il, résolu la partie la plus difficultueuse de la question : la téléphonie sans fil. Jusqu'à présent, pour téléphoner sans fil, y avait pas mèche. Mais, maintenant qu'il y a Maiche, y a mèche !
LA DEMOISELLE OU TÉLÉPHONÉ. — sur que ce Maiche-là n'est pas moche
Moi. — Sans compter qu'on voit assez souvent des mèches qui filent pour se féliciter de rencontrer enfin un Maiche sans fil !
LA DEMOISELLE DU TÉLÉPHONE. - Seulement, si c'est tout ce que vous avez à me raconter, j'vas vous le couper, le fil
Moi. — Non, non. une minute encore. Il faut absolument que je vous demande votre avis, mademoiselle, sur une modification qu'entraînera nécessairement l'adoption, qu'on peut prévoir prochaine. de la téléphonie sans fil.
LA DEMOISELLE DU TÉLÉPHONE. — Et c'est ?

Moi. — C'est qu'à ce moment on ne vous appellera plus seulement : « Les demoiselles du téléphone ». mais on dira de vous : « Les demoiselles du téléphone sans fil. »
LA DEMOISELLE DU TÉLÉPHONE. — Qu'est-ce que vous en savez, vieux cochon ?
La communication est interrompue brusquement.

A peine un an plus tard, ne supportant plus les investisseurs Anglais , il se retire des affaires, la société est dissoute, mais ***L.Maiche restera comme le pionnier de la té sans fil.***

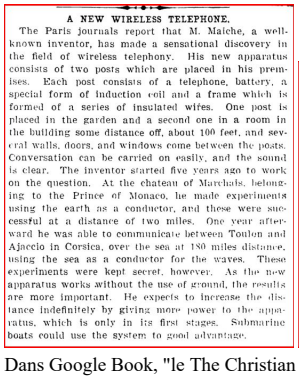
En 1907 Article "La téléphonie sans fil". — R.-A. Fessenden. — Electrical Review.
1° L'état actuel de la téléphonie sans fil. — La téléphonie sans fil peut être employée actuellement pour l'établissement de communications à des distances dépassant un peu 16 kilomètres. La parole a été transmise par radiotéléphonie entre un poste transmetteur et un poste récepteur et communiquée, par relais, au réseau téléphonique général : les relais employés à cet effet étaient des relais du modèle normal de la Bell Telephone C° ou bien des relais établis par l'auteur et analogues aux préc2dents. On à pu aussi enregistrer sur un phonographe la parole transmise par un poste de radiotéléphonie. La netteté de la parole reçue varie avec le type d'appareil radiotéléphonique employé. Quand on fait usage d'une étincelle à l'extrémité transmettrice, il y a toujours plus ou moins de friture ou de bruits insolites dans le récepteur. Quand on n'emploie pas d'étincelle pour la transmission, et qu'on utilise un transmetteur à charbon pour modifier l'intensité des ondes, la parole est aussi distincte que sur une courte ligne téléphonique et beaucoup plus distincte que sur les lignes contenant des câbles : 11 n'y a aucune friture.
Quand on emploie, à l'extrémité transmettrice, un transmetteur à condensateur ,la parole est beaucoup plus nette que sur toute ligne téléphonique à fils et, en employant comme récepteur un téléphone double, on a l'illusion particulière que l'interlocuteur est dans la êème salle et que celle-ci est garnie de tentures absorbant le son et coupant tont écho ou toute réverbération.
2 ° L'avenir de la téléphonie sans fil. — La radiotéléphonie présente sur la téléphonie actnelle de grands avantages en ce qu'il ne se produit pas de déformation de la transmission quand la distance augmente. Cela a été démontré expérimentalement, par comparaison des intensités relatives des notes de différentes fréquences à différentes distances. Il n'y a pas de raison pour que la radiotéléphonie ne puisse pas être employée sur des distances plus grandes que les distances franchies actuellement avec les lignes téléphoniques. Il est vrai que des relais téléphoniques ont été mis récemment en service sur plusieurs lignes: par exemple, pour communiquer entre Boston et Cleveland, on emploie un relais à New-York ou à Troy, mais ces relais téléphoniques n'améliorent pas l'articulation et rendent la parole moins nette.
Les difficultés que présente la solution du problème de la radiotéléphonie résident, naturellement, dans la modulation de la grande quantité d'énergie employée pour la transmission. Quand on se sert d'un transmetteur à charbon établi spécialement, on peut obtenir des courants de 2,5 ampères; avec plusieurs appareils, on peut arriver jusqu'à 10 ampères. Pour des courants d'intensité supérieure à 10 ampères, on peut placer en série un certain nombre de relais téléphoniques commandés par un seul transmetteur. Quand on emploie un transmetteur téléphonique pour modifier l'intensité du courant d'excitation d'un alternateur à haute fréquence, la puissance qu'on peut mettre en jeu est inférieure à 10 kilowatts, par suite du fait que la self-induction de l'induit augmente très rapidement avec le débit.
Jusqu'à présent, il est impossible de dire quelle sera la distance limite que pourra atteindre la radiotélégraphie. Il semble certain qu'il n'y aura pas de difficulté à communiquer à 350 kilomètres entre bateaux, pourvu que les antennes présentent une hauteur suffisante et une capacité convenable, Il est douteux que la radiotéléphonie puisse un jour remplacer la téléphonie avec fil actuellement employé. La difficulté à laquelle on se heurterait n'est pas uniquement due à la sélectivité, mais surtout au manque de simplicité.
En ce qui concerne la téléphonie à longue distance, il n'en est plus de même. La parole a pu être actuellement transmise à une station transmettrice radiotéléphonique, reportée automaliquement par un relais de la station radiotéléphonique transmettrice à la station radiotéléphonique réceptrice, et de là reportée automatiquement à nouveau par un relais de la station radiotéléphonique réceptrice au réseau téléphonique local. En outre, on à pu transmettre des messages simultanés de plusieurs fréquences, des expériences sont en cours pour transmettre et recevoir simultanément avec la même antenne.
Les dépenses d'établissement d''une ligne téléphonique de grande longueur sont considérables. La ligne doit avoir une conductibilité élevée et être très bien construite. Ces lignes présentent de graves défauts par suite de leur capacité: les relais ne permettent pas de surmonter cette difficulté, et l'emploi de la méthode de Heaviside-Pupin n'a pas, jusqu'à présent, donné de résultats pratiques pour la transmission de la parole au moyen d'un câble sous-marin. En outre, même si c'était possible, les dépenses d'installation d'un câble seraient extrêmement élevées,

Historique. — L'auteur retrace l'historique de la question, en indiquant la part qu'a prise, dans la solution du problème, la National Signalling C° qui exploite ses brevets. En 1898, l'auteur a fait quelques expériences absolument infructueuses. Après plusieurs essais avec l'interrupteur de Wehnelt, ou d'autres appareils, l'auteur a fait construire un interrupteur à contacts donnant 10000 étincelles par seconde quand il était relié à une bobine d'induction. A la fin de 1900, la parole à pu être reçue d'une façon intelligible. En 1901 et 1902, l'auteur a employé la méthode de E. Thomson pour la production d'oscillations entretenues, au moyen d'un arc shunté par un cireuit oscillant, De meilleurs résultats ont été obtenus avec une modification de cette méthode, mais on entendait beaucoup de friture dans le récepteur. Pendant ce temps, un alternateur à 10000 périodes par seconde fut construit pour l'auteur par la General Electrie C°, cette fréquence n'était évidemment pas suffisante pour la production directe d'ondes électromagnétiques, mais était employée pour alimenter um éclateur et a donné de bien meilleurs résultats que l''interrupteur tournant. En 1904, des mesures faites à Washington ont montré que l'on pouvait atteindre une distance de 40 kilomètres.
À la fin de 1904, la téléphonie sans fil était suffisamment perfectionnée pour se prêter à un emploi commercial, et la National Eleetrice Signalling C° a entrepris la construction d'appareils permettant de communiquer à 40 kilomètres avec des hauteurs ordinaires de mâts.
Après un certain nombre de tâtonnements, on trouva que la meilleure articulation est obtenue quand on emploie un alternateur à haute fréquence engendrant directement des ondes sans aucun éclateur. La fréquence normale est de 60 000 périodes par seconde; la puissance de l'alternateur est de,25 kilowats environ. Dans les nouveaux alternateurs construits, on peut atteindre la fréquence de 100 000 périodes par seconde.

En s'embarquant le 4 septembre 1907 à Liverpool sur le « Virginian » pour le Canada, M. Marconi a annoncé son intention d'y installer en arrivant, un service commercial à bon marché pour les relations entre le Canada et la Grande Bretagne. Le prix des messages commerciaux privés serait de 0 fr. 50 le mot; le prix des messages de la presse serait de 0 fr. 25 le mot. Les prix sont à l'heure actuelle de 1I fr.25 et 0 fr. 50 respectivement.
Les messages seront transmis entre Clifton (Irlande) et Glace Bay (Nouvelle Écosse).
Les premières stations établies à Glace Bay et Clifton étant trop petites, on a procédé dernièrement à des transformations et à des agrandissements considérables. Dans quelques temps, la compagnie Marconi pourra ainsi communiquer à travers l'Atlantique et les dernières expériences effectuées pour la transmission des messages de la côte d'Angleterre au Canada ont été tout à fait satisfaisantes...

En 1910 Louis Maiche tombe malade et décède le 22 février 1910; il n'a alors que 67 ans.

En Amérique, un article du ***Auckland Star du 6 mars 1907*** présentait l'inventeur français Louis Maiche
Dans cet article, M. Maiche décrit comment tout a commencé :
Mes premiers essais ont eu lieu en 1867, mais ils concernaient davantage la télégraphie sans fil, et ce n'est qu'en 1893 que j'ai échangé une conversation par téléphone sans fil à une distance de 30 mètres ...



A NEW WIRELESS TELEPHONE.

The Paris journals report that M. Maiche, a well-known inventor, has made a sensational discovery in the field of wireless telephony. His new apparatus consists of two posts which are placed in his premises. Each post consists of a telephone, battery, a special form of induction coil and a frame which is formed of a series of insulated wires. One post is placed in the garden and a second one in a room in the building some distance off, about 100 feet, and several walls, doors, and windows come between the posts. Conversation can be carried on easily, and the sound is clear. The inventor started five years ago to work on the question. At the chateau of Marchais, belonging to the Prince of Monaco, he made experiments using the earth as a conductor, and these were successful at a distance of two miles. One year afterward he was able to communicate between Toulon and Ajaccio in Corsica, over the sea at 180 miles distance, using the sea as conductor for the waves. These experiments were kept secret, however. As the new apparatus works without the use of ground, the results are more important. He expects to increase the distance indefinitely by giving more power to the apparatus, which is only in lis first stages. Submarine boats could use the system to good advantage.

April 13, 1907. The Christian Work and Evangelist 477

Wireless Telephone of Louis Maiche, the French Scientist

Aerial Message Projected Only in the Desired Direction; Words Are Inaudible Elsewhere

It is related of Gambetta, the famous French statesman, that he was wont to chide H. Thiers, his equally famous colleague, for the short-sightedness which led the latter to dislike when the locomotive was first introduced, and to oppose the building of railroads. The same story is told about Professor Bell, to whom invented the telephone, a modern French physicists, Louis Maiche, who, it is claimed, has made the most wonderful discovery since Edison. Himself in the matter. His horror knew not laughing and interrupted him with: "My good Maiche! What the deuce do you want to talk to your self for?" Maiche, who is a disciple of Gambetta, said Thiers one day about that Dr. Maiche, referred by the skeptics of wire supposed to be wire beyond ours ears, but kept on his experiments in the "plaything," and has now invented a wireless telephone which enables it to make a revelation to even the perfected form of the telephone. In a recent interview with Gambetta, a French correspondent thus describes the invention:

Maiche, even then, had been honored as an inventor, already being known by his galvanic pile for the depolarization of the accumulators, the candle of which may now be seen at the Conservatory of Arts and Crafts. But he was not satisfied with this, and spent, to this close which does not keep abreast of the science of the day. When I remember the life we led our professors of mathematics I am quite willing to excuse the memory of Gambetta.

Later on Maiche invented the microphone, which was a great improvement, and also a system for telegraphing and telephoning without wires, particularly interesting to the army and navy. He also invented a new regulator, which permits the observer to see a great distance with sincerity, and a process for the chemical reproduction of the human voice, as well as a new kind of the piano in which he keeps his hammers and decorations, which doubles more than five hundred. It would be a great advancement for a successful invention.

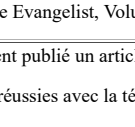
Let us now penetrate into the secret of Maiche's discovery. In its simplicity and with a pleasant smile on his countenance, M. Maiche received us and listened to the object of our conducting wires. When you arrived here you rang the bell without a wire. When I call up my cook I do so without wires. A simple cobalt pile transmits in every vibration and without failure. Now I will explain to you the principle of my discovery.

We went accordingly to the garden before a table on which was placed a small cobalt pile, an ordinary telephone microphone, and a metallic receiver, connected by a wire. Between the two, on the side of the table was a large frame, about six feet square, similar to those used by artists for their canvases.

"Now, monsieur, please speak into the receiver over there," said M. Maiche. "I will take you first to the spot of the transmitter and then to the spot of the receiver, although, in actual practice, the same post performs both services. This mysterious box, which has aroused your curiosity is the seat of my invention. In my wireless system the transmitter sends out the vibrations of the voice in a particular manner which I may not reveal. When the conveyer is in action it changes ordinary electricity into vibratory. The frame which you see before you is the receiver. The two ends of the conveyer are attached to the frame, on the periphery of which is a groove, in which are buried two hundred wires. One serves as a transmitter, the other as a receiver."

"And?"

"And that is all. The words which you confide to the microphone pass into the conveyer, evoke corresponding vibrations which are received by the wires which surround a frame, whence they project themselves in the desired direction, moving nearer and nearer to the receiver. At the point where the receiver is placed they meet and become audible. There the transmitted vibrations are received by the wires which surround it, and are reconverted into words which are heard by the listener at the other end of the phonic receiver. Here it is no longer a question of waves. We have simply to do with a conveyer of vibrations. This is illustration which is used to show the transmission of Hertzian waves by means of a cork suspended in a glass of water will not do here. Here vibration is transmitted in one direction, just as, though you placed several bilbord



THE MYSTERIOUS BELL—Without Any Connecting Wire It Informs the Hearer That Some One Wants Him Over the Wireless Telephone.

telephonic improvement, and also a system for telegraphing and telephoning without wires, particularly interesting to the army and navy. He also invented a new regulator, which permits the observer to see a great distance with sincerity, and a process for the chemical reproduction of the human voice, as well as a new kind of the piano in which he keeps his hammers and decorations, which doubles more than five hundred. It would be a great advancement for a successful invention.

Let us now penetrate into the secret of Maiche's discovery. In its simplicity and with a pleasant smile on his countenance, M. Maiche received us and listened to the object of our visit.—"We would be glad to hear from you how to make a description of this new telephonic wonder."

Since 1867, M. Maiche informed us, he had been occupied with the question of telegraphy, and, as far back as 1878, had succeeded in establishing a telephonic communication between Toulon and Ajaccio, Corsica, at the time quite a long distance, and in this system for over ninety feet. Since then he has constantly devoted the day-time to his duties as professor of physics at the well-known English physician, William Crookes; at the Conservatoire des Arts et Metiers, and at the Prince Albert, of Monaco, who proved a most willing patron; from Cairo to Dover, and from Brussels to London. Finally, in the courtyard of the post-office in Paris, he established a line of telephonic communication—the same wires with its thousands poles, which we were privileged to hear over a distance of 250 feet.

"Now, monsieur," said M. Maiche, "you have made one of the greatest in a means of transmission. The discovery of to-day enables me to do away with all visible means of communication and to project the words in any given direction, even to the point where the receiver is placed. All that you see, then, is the wires surrounded by the wires which surround a frame, whence they project themselves in the desired direction, moving nearer and nearer to the receiver. At the point where the receiver is placed they meet and become audible. At that point is another frame identical to the first. There the transmitted vibrations are received by the wires which surround it, and are reconverted into words which are heard by the listener at the other end of the phonic receiver. Here it is no longer a question of waves. We have simply established a continuous circuit. The illustration which I used to show the transmission of Hertzian waves by means of a cork suspended in a glass of water will not do here. Here vibration is transmitted in one direction, just as, though you placed several bilbord balls in the open the table and dealt a blow to the first, the force is carried through the line, but only the last is moved from its position; the intervening balls remained stationary and resumed their former position. Now let us experiment."

M. Maiche then placed himself seated at the transmitter at the end of the garden, we entered the house and stood before a frame which was to serve as a receiver. Presently we heard the telephone bell ring, and the words were repeated at distant intervals, and then that exquisite air from "Manon"—"The Dream"—which was whistled by M. Charles Maiche, who, on account of his remarkable physique and his father's able assistant, is also a splendid musician. The air was not only heard distinctly, but also the volume of the sound. All possibility of deception was thus excluded, as the effect could not possibly have been produced by means of the wires which were hidden in the ground.

"Give me," said M. Maiche, "that our experiments have now lasted for a month, and during that time we have had no interference. At this time, however, we could not be sure that barriers we could pass through. Surely we have much yet to perfect. All that we have done up to the present by this new system is to be able to converse distinctly up to a distance of a little over 250 feet. But I am confident that within a few months I shall have this mechanism more perfected. It is being performed day by day—just as Bradly son day succeeded in modifying the construction of the telephone. I am now working on a new system, on the other, thereby making wireless telegraphy an established fact. One knows the progress which it has made since then—the many miles which it has covered, and the number of ships which it has come with our wireless telephone, which seems to us called to a very different destiny not as an aid to war, but as an aid to peace, as a saviour of human life."

Dans Google Book, "le The Christian Work and the Evangelist, Volume 82"

Un peu plus tôt, le ***New York Times*** avait également publié un article sur M. Maiche et son invention du téléphone sans fil.

Dans l'article, l'inventeur évoque ses expériences réussies avec la télégraphie et décrit ensuite son travail avec le téléphone sans fil :

« J'ai alors utilisé le sol comme moyen de transmission.
La découverte d'aujourd'hui me permet de supprimer tous les moyens visibles de communication et de projeter les mots dans une direction donnée sans risquer de les rayonner ailleurs; et, plus intéressant encore, je le fais avec une dépense infinitésimale d'électricité, tandis que, comme vous le savez bien, d'autres systèmes télégraphiques et téléphoniques sans fil dépensent d'énormes quantités d'électricité rayonnaient dans toutes les directions. "
Une fois perfectionné, mon appareil peut être utilisé pratiquement à un coût insignifiant. Pour le moment, il en est encore au stade du laboratoire et de l'expérimentatic
Vous voyez", dit M. Maiche, " que nos expériences ont réussi malgré tous les obstacles. Ni l'eau, ni les rochers, ni la glace ne peuvent interférer. Tout ce que le télégra considère comme des barrières insurmontables, nous le franchissons facilement. Tout ce que nous avons fait jusqu'à présent, c'est de pouvoir converser distinctement jusqu'à une distance d'un peu plus de 1 800 pieds. Mais une fois le caractère pratique de la théorie établi, alors le mécanisme doit être perfectionné. "
"Elle se perfectionne jour après jour ... et nous semble appelé à un destin très différent, non comme aide à la guerre, mais comme aide à la paix, comme sauveur de la vie humaine.

Dans l'article d'***Auckland Star,*** M. Maiche donne quelques exemples de l'utilisation future de son téléphone sans fil :

" Imaginez deux paquebots naviguant dans un brouillard. Avec mon petit appareil le capitaine peut dire la direction prise par l'autre navire. En cas d'accident d'un sous-marin, mon appareil permettrait à l'équipage en danger de communiquer avec le remorqueur de convoi sans craindre le rupture d'une ligne comme dans le cas d'une bouée téléphonique. Les mineurs ensevelis après un désastre comme celui de Courrières pouvaient communiquer avec l'équipe de sauvetage. Deux corps d'armée effectuant une attaque de nuit pouvaient rester en contact permanent sans risque d'interruption. Le citoyen ordinaire pourrait l'avoir dans son salon, et ne dépendrait plus des caprices du central téléphonique. "

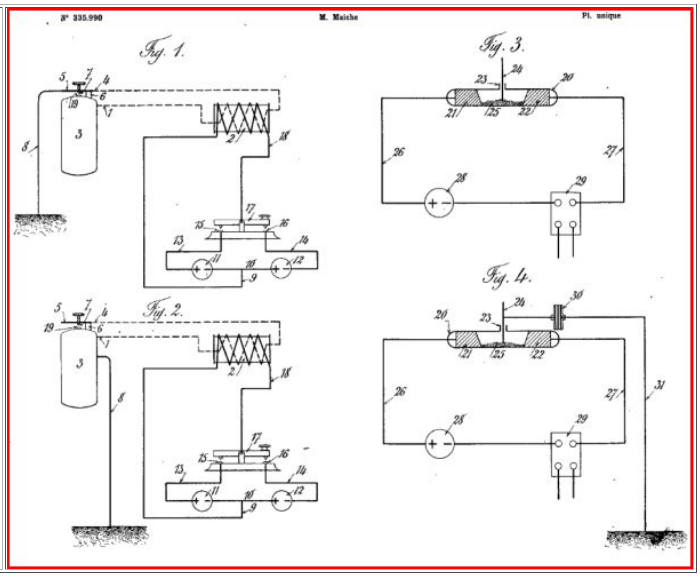
Les deux articles comprennent également quelques descriptions techniques de l'utilisation du nouveau téléphone sans fil de M. Maiche.
Il est possible que les théories de l'inventeur français n'aient pas eu autant de succès qu'il le pensait lui-même.
Maiche n'est pas le seul à travailler dans ce domaine, Citons Villot, Pilsoudzki ...

Le téléphone tellurique-sans fil
D'autres Brevets (plus techniques) seront publiés comme cette série (traduction google sans correction)

FR335990 ***Nouveau mode de transmission et de réception sans fil des signaux électriques*** **22 février 1904.**
L'objet de la présente invention est un nouveau procédé de transmission et de réception de signaux électriques sans fil.
Le moyen essentiel sur lequel repose le système est la production transmet la position et utilise l'électricité du récepteur de position se manifestant sous une nouvelle forme que l'on peut qualifier de "vibration électrostatique" et qui est obtenue comme cela sera expliqué plus loin par la modification d'un inducteur à étincelle. Un des caractères distinctifs de cette nouvelle manifestation de l'électricité est qu'elle peut être transmise dans l'espace sans les antennes auxiliaires et au sol à toutes les distances, et, sous la même forme que le son, la lumière et la chaleur, c'est-à-dire sans pôles.

L'inductance étant en communication avec une source d'alimentation, une batterie par exemple, et un interrupteur spécial qui sera décrit ci-dessous, chaque interruption doit naître dans le courant d'induit donnant une étincelle, et c'est cette dernière qui se transforme en " vibrations électrostatiques. " L'armature de sortie du fil de bobine après le dernier enroulement extérieur, est à cet effet reliée à une grande surface métallique qui peut être exposée à l'air. Cette surface peut être constituée soit par un cylindre creux ou plein, soit par une ou plusieurs feuilles de fer, de cuivre ou de tout autre métal usuel plus ou moins épais. La surface est de préférence arrondie aux coins ou garnie d'une bordure tout autour pour éliminer les pointes, comme dans les machines électrostatiques conductrices. Il devrait être d'environ un mètre carré par watt du courant circulant dans l'inducteur. L'autre extrémité de l'armature est reliée à une vis de réglage dont la pointe k en platine ou en or se trouve à côté d'un bouton, également en or ou en platine, porté sur la grande surface.

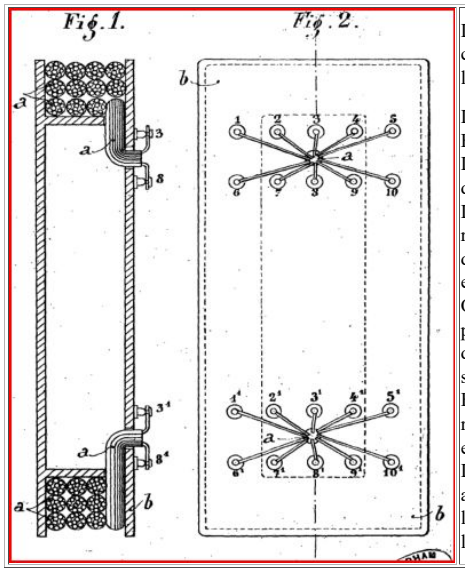
Les FIG. 1 et 2 des dessins annexés montrent deux dispositions qui peuvent être adoptées 5 h pour la préparation de la station émettrice. les FIG. 3 et 4 montrent deux provisions et un récepteur.



Une extrémité du fil d'armature de la bobine -j est reliée au cylindre 3 arrondi à ses extrémités, et l'extrémité k du fil est reliée à la plaque 5 montée sur le support isolant 6 qui est fixé au cylindre 3. La plaque 5 est traversée par une vis de pression 55 prévue au-delà de la pointe 7 en or ou en platine. L'extrémité du fil induit k est celle par laquelle commence à rouler sur une bobine. Le fil 8 communique avec la terre ou la plaque 5 (Fig. I) est le cylindre 3 (Fig. A).

GB190727157 ***Améliorations et relatives aux transformateurs électriques.*** **29 octobre 1908**

Comprend un grand nombre d'enroulements enroulés sous la forme d'un câble a sur un châssis sans noyau b, et conduits aux bornes 1 ... 10 et, adaptés pour être connectés en quantité ou en tension au moyen d'un commutateur de sorte que trois circuits indépendants ou plus peuvent être réalisés.
SPÉCIFICATION COMPLÈTE.



La présente invention concerne les transformateurs électriques de la classe décrite par les cahiers des charges N ° 821901 (Amberg), z1854 (Swinburne) et 4 / I83 (Clerc) et elle concerne en particulier l'agencement des enroulements.

L'invention est représentée sur les dessins annexés;
Figs. 1 et 2, montrent respectivement une coupe et une vue de face du transformateur amélioré.
Le transformateur qui n'a pas de noyau magnétique, est simplement constitué d'un nombre convenable de fils isolés, 10 par exemple, qui sont unis pour former un câble a qui est enroulé autour d'un cadre b.
Les extrémités du câble font saillie à travers deux trous du cadre et les extrémités de chaque fil sont reliées aux bornes 1 à 10 et 11 à 101 respectivement. Sur les dessins, sont représentées 20 bornes, dont les dix premières correspondent aux débuts des 10 fils, et les dix autres correspondent aux extrémités des mêmes fils.
On obtient ainsi un enroulement d'un certain nombre de fils identiques qui sont tous enroulés en parallèle et simultanément et qui peuvent être reliés au moyen d'un commutateur de manière à former des groupes à «faire varier selon les besoins; de sorte qu'il se constitue ainsi trois circuits ou plus qui sont entièrement indépendants l'un de l'autre et dont la longueur peut être variée à volonté.
En joignant commodément les extrémités libres de certains des fils, un enroulement primaire de faible résistance est obtenu avec les fils du même assemblage pour la quantité, tandis qu'un ou plusieurs des enroulements secondaires sont joints pour la tension, fournissant ainsi toute résistance requise.
La construction du transformateur au moyen d'un grand nombre de fils séparés offre de nombreux avantages parmi lesquels la facilité de connecter les fils séparés à volonté pour constituer les circuits; l'agencement permettant de dériver un circuit supplémentaire en tout point desdits circuits; et l'indépendance réciproque de ces circuits à grand nombre

GB190721535 ***Améliorations et relatives aux transformateurs électriques.*** **28 mai 1908**

Les transformateurs pour la télégraphie et la télégraphie sans fil sont fabriqués sans noyau magnétique, de faible profondeur mais de grand diamètre. Ils ont l'enroulement primaire e enfermé dans l'enroulement secondaire c, g, mais séparé de celui-ci par une isolation d, f. Les enroulements peuvent être formés en sections et couplés dans n'importe quel ordre au moyen d'un commutateur.

SPÉCIFICATION COMPLÈTE.

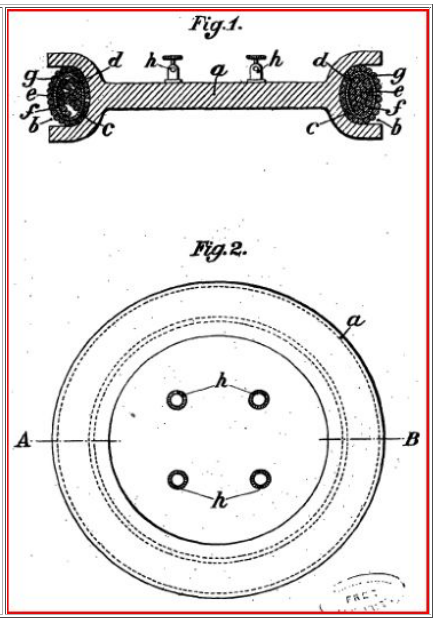
La présente invention concerne les transformateurs électriques dont la construction est améliorée pour obtenir des courants d'induction de très courte périodicité.
Les courants, dont la durée est extrêmement courte, possèdent des propriétés particulières qui sont particulièrement utiles lorsqu'ils sont appliqués en télégraphie et en téléphonie sans fil.

Des transformateurs sans noyau magnétique et avec l'enroulement secondaire enroulé autour du primaire, ou avec l'enroulement primaire enfermé dans un matériau isolant autour duquel est enroulé l'enroulement secondaire de sorte que l'ensemble forme un câble, ont été fournis, et mon invention est limitée à la forme et la construction du transformateur comme indiqué ci-après.

Mon transformateur électrique amélioré contient son fil primaire dans un câble des fils secondaires sous la forme d'une seule bobine de faible épaisseur mais de très grand diamètre, mètre, ladite bobine ou câble étant appliqué à un corps de transformateur en forme d'anneau.

Le dessin ci-joint montre mon transformateur électrique amélioré.
La figure 1 est une coupe selon la ligne AB de la figure 2 et La figure 2 est un plan du transformateur en forme d'anneau.

Comme on le verra sur les dessins, le transformateur a est de diamètre comparativement grand qui peut être de plusieurs mètres.
Sur le dessin, le transformateur est représenté de section circulaire, il pourrait cependant être de section carrée ou autre. Ce transformateur est très court car tous les fils de l'enroulement sont situés à sa périphérie dans un creux ou une rainure b approprié.



Pour la fabrication du transformateur, je place autour de la jante de ce type de roue ou de cadran: a, une première couche de fil secondaire qui est recouverte d'un isolant approprié d et sur cet isolant le fil primaire e est enroulé qui est recouvert par un autre couche de matériau isolant f. Les deux couches isolantes d et f sont connectées de manière à ce que les fils primaires e soient bien isolés,et la bobine est alors terminée par application d'un enroulement extérieur de fil secondaire g, ce dernier entourant le primaire de manière à former un câble. De cette manière, on obtient un anneau de grand diamètre qui est composé des fils secondaires c, g qui renferment un noyau de fils primaires e convenablement isolés et entièrement entourés et lequel anneau est appliqué à un corps de transformateur en forme d'anneau ayant une rainure périphérique. de section transversale appropriée. qui renferme un noyau de fils primaires e convenablement isolés et entièrement entourés et lequel anneau est appliqué sur un corps de transformateur en forme d'anneau ayant une rainure périphérique de section transversale appropriée.g qui renferme un noyau de fils primaires e convenablement isolés et entièrement entourés et lequel anneau est appliqué sur un corps de transformateur en forme d'anneau ayant une rainure périphérique de section transversale appropriée.
L'appareil comprend quatre bornes h, dont deux servent à la fixation des extrémités des fils secondaires, les deux autres servant à la fixation des extrémités de l'enroulement primaire.
On pourrait disposer plusieurs câbles ou anneaux indépendants dans chacun desquels les fils secondaires entourent entièrement les fils primaires et dans ce cas chacune des bornes serait remplacée par un commutateur multiple permettant de relier les différents fils secondaires ainsi que les différents primaires. fils soit pour la tension, soit pour la quantité selon l'effet à obtenir.

GB190721252 ***Améliorations liées à la télégraphie et à la téléphonie sans fil.*** **21 novembre 1907**

Les circuits d'émission et de réception d'une station pour un système inductif de téléphonie ou de télégraphie sont agencés comme indiqué. Une bobine a, constituée de quelques spires de fil épais, est utilisée seule en émission, mais est connectée en série avec une bobine b, constituée d'un grand nombre de spires de fil fin, pour la réception; le circuit de la bobine b est rompu automatiquement, lors de la transmission, au moyen d'une clé Morse c. Le circuit de la bobine a comprend une batterie n et un microphone o pour la téléphonie, ou un interrupteur pour la télégraphie, et la bobine b est reliée à un téléphone h.
a est le fil inducteur qui sert à transmettre la fourrure; ce fil est épais et relativement court. b est l'enroulement induit pour recevoir les vibrations induites de l'enroulement inducteur de la station émettrice; cet enroulement est constitué d'un fil fin d'une longueur considérable. c est un. Morse-manipulateur dont le levier est relié par le contact laissé avec une extrémité du fil a, son connecteur e est par le contact f relié par l'une des extrémités du fil; le fil g qui relie le contact f au fil b comprend le récepteur téléphonique h, l'autre connecteur i de l'appareil Morse est connecté par borne avec les extrémités libres des deux fils a et b qui sont réunis en ce point. Le fil de liaison m qui sert à cet effet, comprend la batterie n et le microphone o.

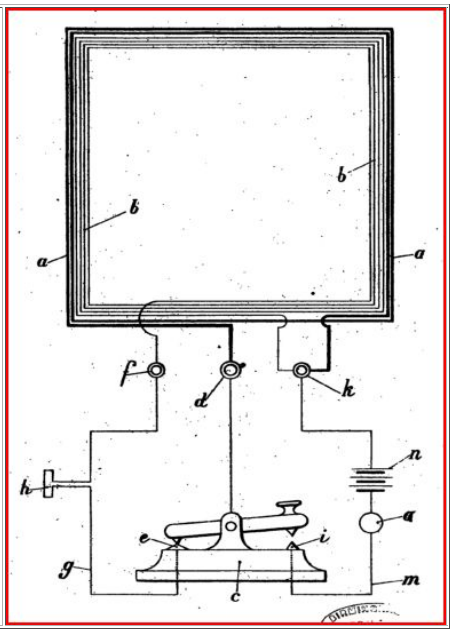
On connaît des systèmes de télégraphie et de téléphonie sans fils de liaison qui utilisent, à la place des ondes hertziennes, les phénomènes d'induction distante au moyen de vibrations électriques de très courte durée, mais de grande amplitude. Avec de tels systèmes, un seul et même enroulement est utilisé pour l'envoi et la réception de la fourrure; pour l'envoi il est mis en circuit avec une source d'électricité (pile, accumulateur, etc.) et avec un microphone ou un interrupteur destiné à produire les vibrations en question. Le même enroulement est mis en circuit avec un téléphone récepteur pour recevoir les courants qui sont induits en a. distance de l'enroulement émetteur de l'autre station.

Il est évident que ce single coil ne peut pas aussi bien servir à l'envoi qu'à la réception. Pour bien transmettre, il doit être fait de fil épais et court, tandis que pour bien recevoir, il doit être fait de fil long et fin.

Ce serait évidemment le plus simple de doter chaque station de deux bobines différentes dont l'une sert d'émetteur et l'autre de récepteur, mais le lucre est une autre difficulté à considérer; pour la réception, la bobine longue et mince doit être fermée par le téléphone et dans cette condition elle absorberait presque toute l'énergie qui devrait être envoyée par l'émetteur.

La présente invention tourne vers un procédé spécial de montage des pièces constituant un poste afin de surmonter la difficulté mentionnée ci-dessus; en outre, la méthode spéciale de montage permet de joindre les deux bobines l'une derrière l'autre pour la réception, ce qui augmente considérablement la puissance de réception de la station.

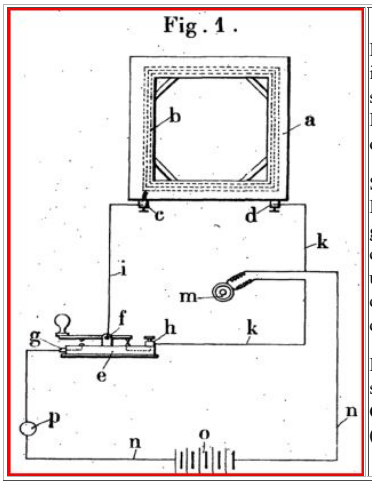
Le dessin annexé représente schématiquement une station selon la présente invention.



On comprend aisément qu'en position de repos de la clé Morse (comme représenté sur les dessins) les deux bobines et b forment un circuit fermé sur le téléphone h. Cette position est la position de réception. Pour la transmission, la touche est enfoncée et mise en contact avec le connecteur grâce à quoi la bobine b est ouverte tandis que la bobine a est fermée sur le microphone et la batterie.
Il est entendu que la station décrite sert à la transmission de sons. Pour la transmission de signaux télégraphiques, le microphone o est remplacé par un interrupteur-vibreur approprié et l'appareil est actionné par la touche Morse comme d'habitude.

GB190712529 ***Améliorations et relatives à la télégraphie et à la téléphonie inductives***. **12 mars 1908**

Dans un système de télégraphie ou de téléphonie par induction magnétique, les bobines sont placées verticalement et la même bobine est utilisée pour l'émission et la réception. La bobine b est enroulée sur un cadre a de toute forme appropriée, qui peut être doublé de fer. Une borne de la bobine b est connectée à une touche f dont un contact est connecté via un microphone p et une batterie o à l'autre borne d de la bobine. Un téléphone m est connecté aux bornes de la bobine par un autre contact de la touche f, et son circuit est normalement terminé pour recevoir des messages téléphoniques ou télégraphiques. La télégraphie est effectuée en manipulant la clef f pour compléter le circuit de la batterie o; au téléphone, la touche est enfoncée et le microphone p est utilisé. Un alternateur haute fréquence peut être utilisé à la place de la batterie o, et un écran composé de feuilles de papier imbibées de paraffine, de vernis ou de colle peut être placé derrière le cadre.



La présente invention concerne des perfectionnements dans cette classe de télégraphie et de téléphonie à induction magnétique dans laquelle la transmission est effectuée entre des bobines de fil similaires au niveau des stations de réception et d'émission.
L'invention se caractérise par le fait que les émetteurs et récepteurs sont réversibles, l'organe de transmission des ondes étant le même que l'organe qui reçoit les ondes.

Sur le dessin, un schéma d'une station selon le système actuel est représenté.
L'émetteur et le récepteur des ondes électriques sont constitués d'un cadre en bois (a) de dimensions assez grandes; par exemple 4 mètres carrés pour une distance de 20 kilomètres. Sur le dessin, le cadre est représenté comme étant carré mais il peut être de toute autre forme géométrique ayant pour centre un rectangle un losange, un cercle, etc. La paroi du cadre est munie d'une rainure (b) dans laquelle une isolation un fil conducteur est placé qui est connecté aux bornes (c) et (d). Ce fil est enroulé a. faire varier le nombre de fois autour de la trame pour qu'elle soit de longueur suffisante en fonction de la puissance de transmission requise de l'appareil.

Le cadre (a) doit être de dimensions suffisamment grandes pour éviter que les courants générés en sens opposés sur les côtés du cadre ne tendent à se neutraliser.
Chaque station comprend en plus un manipulateur Morse (e), dont le commutateur est connecté à l'une des bornes (c) du châssis (a) par le fil, ses bornes (r) et (h) étant connectées à l'autre borne (d) du cadre (a).

Un récepteur téléphonique ordinaire (m) est inséré dans, le circuit (k) qui mène de la borne (h.) Du manipulateur au châssis, et dans l'autre circuit (n), reliant la borne (g) du manipulateur avec. le cadre, une batterie (o) est insérée près du cadre et un microphone (p) est inséré près du manipulateur.
Lorsque le manipulateur (c) est au repos (position représentée sur le dessin) la station est prête à recevoir les émissions, le circuit électrique (a, c, i, f, m, k, d, a) entourant le châssis et le téléphone -être fermé. Il suffit de tenir le téléphone contre l'oreille pour percevoir tous les courants qui sont induits dans le cadre (a).
Le téléphone (m) est mis hors circuit lorsque le commutateur (f) est enfoncé, tandis que le circuit sera fermé sur le châssis (a.) Et la batterie (o). La station est ainsi devenue émettrice 11, la batterie envoyant des courants variables dans la trame en fonction de la nature de la transmission à effectuer. Pour télégraphier selon l'alphabet Morse on manipule le commutateur (f) de la manière habituelle, le téléphone (m) de l'autre poste permettant de percevoir distinctement les points et les tirets. L'opérateur donne simplement un contact pour le point et deux contacts se succédant rapidement pour un tiret. Dans ce cas le microphone (p) est superflu mais il ne dérange pas. Quand cependant on veut téléphoner,le contact (g) doit être maintenu fermé et on parle devant ou dans le microphone (p); le téléphone (in.) de l'autre station reproduira les sons.
La source d'électricité (o) peut être une batterie ou un générateur électromagnétique donnant des courants alternatifs de haute fréquence. Les courants qui sont ainsi envoyés dans la trame (a) de la station émettrice n'ont aucun effet appréciable sur les récepteurs télégraphiques qui pourraient être fournis à cette station; ils n'influencent même pas l'aiguille de l'aimant en raison de leur mauvais état.
Pour établir la communication entre deux stations, les deux cadres (a) doivent être placés dans des plans parallèles, perpendiculaires à la ligne qui relierait leurs centres, ce qui peut être effectué par divers moyens. L'action (si l'un des cadres sur l'autre est effectué à travers quelque obstacle que ce soit, aucune connexion à la terre ou à l'air n'est nécessaire.
L'action réciproque des cadres peut être augmentée en garnissant le fond de la rainure (b) sur toute sa longueur avec une tôle douce, la garniture étant continue ou interrompue. Le châssis deviendra ainsi une sorte d'électro-aimant dont la proportion est juste l'inverse de ceux généralement utilisés.
Pour communiquer à de très grandes distances, plusieurs cadres (n,) sont assemblés, les fils étant assemblés en série ou pour tension.
L'efficacité peut être considérablement augmentée et le sens de transmission localisé en évitant la dispersion sur les côtés ou derrière le châssis, au moyen d'un écran épais composé de feuilles de papier superposées imbibées de paraffine; le papier pourrait également être imprégné de vernis, de colle ou de tout autre matériau équivalent.

GB190126600 ***Améliorations des systèmes télégraphiques et téléphoniques et s'y rapportant.*** **6 novembre 1902**

Se rapporte à la disposition des circuits dans les systèmes télégraphiques et téléphoniques.
Sur la figure 1, un microphone b est représenté sur une ligne principale a, et au niveau de la station de réception est connecté au milieu d'une batterie divisée f, g, deux

récepteurs l, m étant connectés entre la batterie et la terre. Lorsque des bobines d'induction sont utilisées, deux primaires séparées remplacent les récepteurs de la figure, et le récepteur utilisé est placé dans un secondaire commun. Dans une autre modification, l'émetteur est ponté sur deux circuits fermés parallèles, comprenant des primaires et des batteries, le secondaire formant le circuit de ligne.

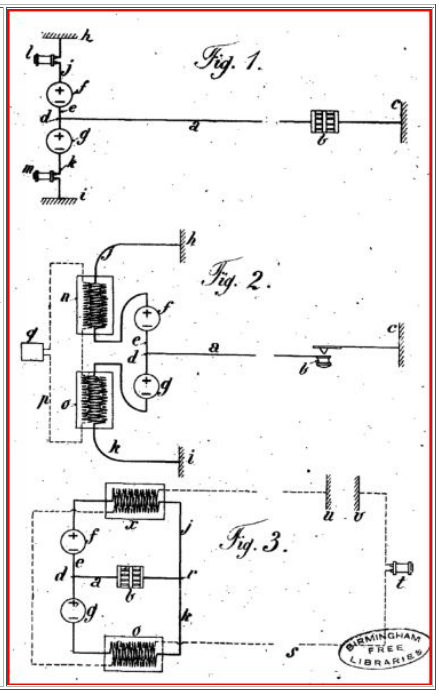
La présente invention concerne les systèmes télégraphiques et téléphoniques et a pour objet certaines améliorations ci-après plus particulièrement mentionnées et enfin signalées dans les revendications.
Comme cela est bien connu, afin d'éviter une surchauffe des appareils de réception et d'émission dans les installations téléphoniques ou télégraphiques, il est nécessaire d'empêcher un courant très fort de les traverser. Il peut cependant, dans certains cas, être nécessaire de fournir des courants d'énergie variable dans des limites assez grandes, et cette invention a pour objet de fournir un dispositif simple qui permettra aux courants de toute force de passer à travers des appareils télégraphiques et téléphoniques sans la moindre risque de détérioration de ces appareils.

Afin que mon invention puisse être facilement comprise et mise en œuvre, je vais maintenant la décrire entièrement en référence aux dessins annexés dans lesquels sont schématisés plusieurs méthodes de réalisation de mon. invention en pratique.

Sur les dessins: la figure 1 montre le principe de mon agencement amélioré, et les figures 2 et 3 sont des agencements modifiés.

Mon système amélioré consiste essentiellement en une ligne a de toute longueur convenable dans laquelle est interpolé un microphone b ou un autre appareil de transmission approprié. Une extrémité de cette ligne est reliée à la masse en c et l'autre extrémité est connectée en d à un fil e adapté pour mettre en communication les pôles opposés des deux sources d'électricité de puissance égale, que, pour plus de clarté, j'ai représenté deux piles simples f et g. Ces deux batteries sont respectivement reliées à la terre en h et i. Dans les fils de terre j et k sont des récepteurs télégraphiques ou téléphoniques interpolés l, m, de toute construction convenable. Dans l'exemple représenté sur le dessin, les récepteurs et m sont indiqués comme étant des récepteurs téléphoniques.

Ayant ainsi décrit la disposition générale du système, je vais maintenant expliquer la fonction des divers appareils du système.
En supposant que le fil a est inexistant et que la communication de la batterie f et g avec la terre a été établie, un courant passe du pôle positif de la batterie f à la terre par le fil puis revient à travers le fil k, batterie 9 et enfin à travers le fil e jusqu'au pôle négatif de la batterie f. Ainsi, un circuit fermé est établi.
En admettant maintenant que le fil a soit connecté au fil e en d et que l'émetteur b fonctionne, le courant unique généré dans le cas précédent sera remplacé, par deux courants qui circulent dans le même sens.
L'un de ces courants part du pôle positif de la batterie f à travers le fil passant par la terre de h à c en passant par l'émetteur b, fil a et fil e jusqu'au pôle négatif de la batterie f.
L'autre courant part du pôle positif de la batterie 9 à travers les 'fils e et a, l'émetteur b, à travers la terre de c à i et le fil k au pôle négatif de la batterie g.



On voit ainsi que le fil a et l'émetteur b sont traversés simultanément par deux courants égaux en sens inverse.

Sur la figure 2 j'ai représenté un émetteur télégraphique ou touche b mais la disposition générale du système est la même que celle précédemment décrite à l'exception que les fils j et k forment les conducteurs primaires des transformateurs n et o. Le conducteur secondaire p, commun aux deux transformateurs, conduit, vers l'appareil récepteur q, par exemple un instrument récepteur télégraphique.
Chaque contact éjecté avec la touche b produit, comme expliqué précédemment une double dérivation agissant par soustraction d'intensité sur les deux transformateurs n et o, produit un courant induit qui est reproduit en totalité dans l'appareil récepteur q. Dans le cas d'une transmission téléphonique, la clé doit être remplacée par un microphone comme représenté sur la figure 1, tandis que de plus le récepteur q serait également un récepteur téléphonique.
En prolongeant le même principe je peux, comme indiqué sur la figure 3, remplacer les deux fils de terre par deux conducteurs et k réunis en r après avoir traversé les transformateurs x et o. Le courant induit peut alors être acheminé vers l'instrument récepteur t sur deux lignes, ou comme dans l'exemple précédent sur une ligne s et deux prises de terre u et v, placées plus ou moins éloignées l'une de l'autre.
On remarquera que le microphone b fait partie des conducteurs neutres.
Il agit exactement comme sur la figure 1. Les différences de résistance produites par ses vibrations influencent les deux bobines x et o, et il est facile de comprendre que, quelle que soit l'intensité des deux sources électriques f et g, le microphone n'est jamais exposé au risque de surchauffe du fait qu'il est parcouru par deux courants égaux dans des sens opposés.
On comprendra ainsi que les émissions seront rendues perceptibles dans les récepteurs par les différences d'intensité du courant électrique; les différences étant dues aux différences de résistance du conducteur neutre qui, en recevant deux courants égaux en sens opposés, ne s'en ressent pas beaucoup.

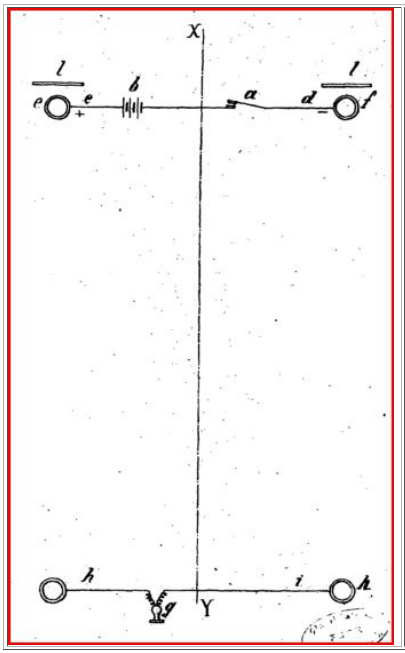
GB190117711 ***Améliorations relatives à la transmission des signaux télégraphiques et téléphoniques.*** **19 février 1901**

Les circuits locaux de chaque station sont doublement mis à la terre en e, f, j, k symétriquement autour d'une ligne droite joignant les stations. Les terres peuvent être formées de pots poreux contenant de l'eau dans lesquels les extrémités des conducteurs sont immergées, ou des fossés profonds remplis de coke gazeux peuvent être utilisés. Les écrans isolants peuvent être placés dans des fossés profonds creusés derrière la terre.

La présente invention concerne un procédé amélioré de transmission de signaux électriques télégraphiques et téléphoniques d'un point à un autre sans l'emploi de fils reliant les deux points.

Dans mon système de transmission amélioré, les deux pôles de la station d'émission sont mis à la terre et les deux conducteurs, sur lesquels l'appareil de réception est monté, sont également tous deux mis à la terre; les signaux émis par l'appareil émetteur sont transmis à la station de réception uniquement par la terre.

Afin que mon invention puisse être facilement et clairement comprise, j'ai représenté dans le dessin annexé, à titre d'exemple uniquement, une vue schématique de mon appareil dans son ensemble.



Comme montré sur le dessin, la station émettrice comprend un émetteur dont l'une des bornes est électriquement connectée à l'un des pôles d'une source d'électricité b tandis que l'autre pôle communique avec la terre; le deuxième pôle de la source d'électricité est également acheminé vers la terre et avec cet objet les deux conducteurs cd se terminent par deux pots poreux ef noyés dans le sol et remplis d'eau.

La station de réception comprend un récepteur 9 tel qu'un téléphone par exemple, les conducteurs hi qui sont mis à la terre par l'intermédiaire de deux pots poreux jk similaires à ceux de la station émettrice.
Les pots poreux de la station de réception doivent être disposés sur une ligne parallèle à celle qui relie les deux pots poreux de la station d'émission, et ils doivent être équidistants d'un axe passant par le point médian de cette ligne et perpendiculairement audit axe. .
Les pots poreux peuvent avantageusement être remplacés par des fossés profonds creusés dans la terre humide, remplis de charbon gazeux ou de coke et contenant en leur centre une plaque de carbone bon conducteur, sur laquelle sont respectivement fixés les fils de transmission et de réception.
Lorsque le contact est établi par manipulation l'émetteur a, le circuit électrique passant par la source d'électricité b, le conducteur c, le pot poreux e relié à la terre à l'autre pot poreux f le conducteur d et l'émetteur a, est fermé. Le courant ainsi produit provoque un changement d'état du sol; tout autour des pots poreux se produit un rayonnement électrique dont la polarité est celle du conducteur correspondant; sa densité diminue à mesure qu'elle s'éloigne du point de départ. Ce rayonnement est infini par rapport à l'espace si rien ne gêne son passage.
Le rayonnement s'étend d'autant plus loin que la distance entre les deux pots poreux de la station émettrice est plus grande.
Ces rayonnements, à partir respectivement des pots poreux ef créent ainsi deux zones dont l'une est positive et l'autre négative, dont l'intersection constitue la ligne% absolument neutre. Il en découle que les pots poreux de la station de réception doivent être disposés de chaque côté de l'axe neutre, car si ces deux connexions à la terre étaient du même côté, elles collecteraient toutes deux du fluide de même polarité, et dans ces conditions le récepteur ne serait traversé par aucun courant.

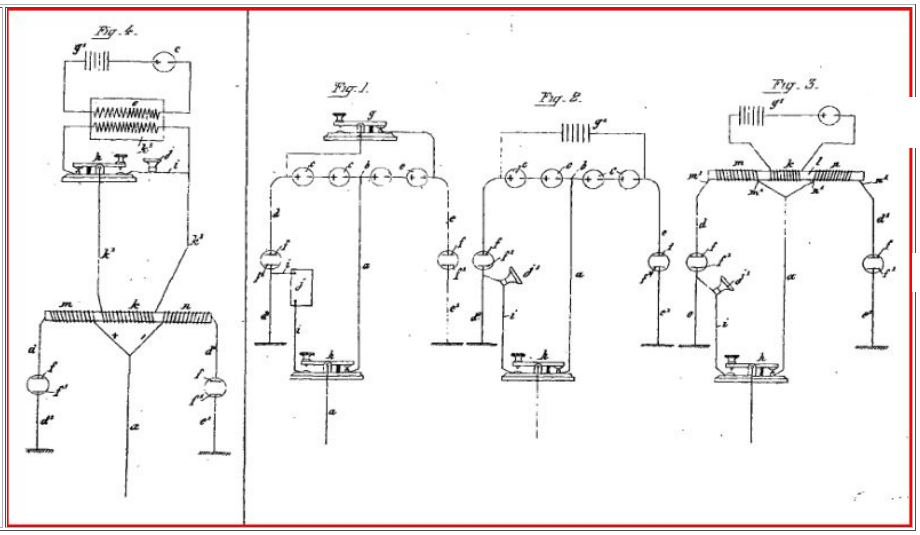
Afin de collecter le maximum de courant à la station de réception, les deux pots de réception poreux doivent être aussi près que possible équidistants de l'axe neutre, comme si l'un des deux pots poreux est plus proche que l'autre, la différence de séparation de celui ce qui est le plus éloigné est non seulement perdu mais préjudiciable car il provoque des résistances inutiles sans rien ajouter à l'effet.
L'expérience a démontré que la disposition qui fournit le maximum de réception est celle qui consiste à disposer les pots poreux du récepteur au même intervalle que sépare les pots poreux de la station émettrice.
Pour installer ma méthode de transmission électrique, il faut tout d'abord tracer une droite ay reliant les deux stations et ensuite produire sur chacune de ces stations une ligne partant de cette ligne xy à angle droit, ladite perpendiculaire les lignes sont de longueur égale.
Les appareils d'émission et de réception peuvent être disposés en tout point approprié sur le conducteur qui relie les pots poreux.
Afin que l'ensemble du rayonnement émis puisse être utilisé à la station de réception, la propagation de ce rayonnement est empêchée (à la station d'émission du côté opposé à celui sur lequel la station de réception est située en enfouissant dans le sol un écran isolant l qui peut être en verre, en tissu goudronné, en ébonite ou autre, ou en creusant un fossé suffisamment profond avec ou sans écran isolant.
Chaque fois que le contact est établi à l'émetteur a, un coup sec est audible à `` le téléphone récepteur g ; un deuxième coup se fait entendre lorsque le circuit est coupé.
Il est évident qu'il peut être agencé à la fois au niveau de la station d'émission et de réception des appareils d'émission et de réception de la plus grande sensibilité possible, soit pour servir de relais à des fins télégraphiques, soit pour recevoir et enregistrer directement les signaux; par exemple un siphon d'encre monté sur un cadre galvanométrique, ou tout autre dispositif approprié.
Ma méthode de transmission permet également la transmission de la parole; il suffit de remplacer l'émetteur par un microphone ordinaire interposé soit directement sur le circuit, soit disposé sur le primaire d'une bobine d'induction, dont le fil secondaire se termine à chaque extrémité des deux pots poreux.
On comprendra bien entendu qu'en pratique chaque station comprend à la fois un émetteur et un récepteur.

GB190108906 ***Améliorations relatives à la transmission des courants électriques*** **30 avril 1901**

Les systèmes télégraphique et téléphonique sont agencés avec le fil de ligne a connecté au point central d'une batterie c, c, dont les pôles opposés sont mis à la terre et shuntés par une touche de circuit normalement fermé g ou un microphone. Les connexions à la terre se font à travers des cellules non polarisables f, f, contenant par exemple deux plaques de cuivre immergées dans une solution de sulfate de cuivre. Le récepteur est ponté entre une terre et un interrupteur h par lequel l'émetteur est normalement connecté à la ligne. Le microphone peut être inséré dans le primaire d'une bobine d'induction dont les deux secondaires s'opposent et sont connectés aux deux masses et ligne. Les deux prises de terre peuvent être rapprochées par le récepteur et basculer dans le primaire de la bobine d'induction,de sorte que cette bobine agit à la fois pour recevoir et pour émettre selon la position de l'interrupteur h. Le microphone est disposé dans le primaire d'une seconde bobine d'induction.

La présente invention concerne des améliorations dans la transmission des courants électriques et est plus particulièrement adaptée pour les lignes télégraphiques et téléphoniques, grâce à quoi la condensation dans le câble est évitée, tout en "écoutant" la ligne en un point quelconque de celle-ci, à cet effet. il est impossible de déterminer la signification du message en cours de transmission.
Mon système de transmission amélioré comprend un seul fil de ligne entre les deux stations et branché à ces deux stations au point zéro d'un circuit dont les deux extrémités sont reliées à la terre ou à la mer; le courant fourni à chaque station par une source locale d'électricité étant envoyé à travers le circuit au moyen de tout appareil de transmission commode, (tel qu'une clé Morse, un microphone ou autre) soit directement soit par induction.
Chaque station est équipée parmi d'autres appareils, avec un appareil de réception constitué d'un instrument clé connecté au fil de ligne et permettant au courant envoyé dans la ligne depuis la station d'émission, de passer dans un conducteur menant directement à l'un des fils en cours d'exécution. à la terre et auquel est connecté le récepteur proprement dit.
Afin d'éviter la polarisation des fils de terre, chacun de ces fils est connecté à un conducteur conduisant à une lame de cuivre ou autre lame métallique immergée dans une solution saline impolarisable dans laquelle est disposée une seconde lame similaire connectée à la terre ou à la mer.
Dans les dessins d'accompagnement: La figure 1 est un schéma montrant mon système amélioré appliqué à la télégraphie

La figure 2 est un schéma montrant la même chose appliquée à la téléphonie. La figure 3 montre le système de la figure 2 avec un courant induit. ' La figure 4 montre une disposition modifiée.
Sur toutes les figures, les mêmes lettres de référence désignent les mêmes pièces.
En référence à la figure 1 les deux stations sont reliées par un seul fil de ligne a, ramifié au point zéro b de la batterie formée des différents éléments c dont les pôles d'extrémité sont reliés à la terre, ou à la mer, par un conducteur le conduisant à une plaque de cuivre ou autre f métallique immergée dans un liquide de bonne conductivité, comme par exemple une solution d'un sulfate de cuivre, dans laquelle une autre plaque de cuivre f1 est placée reliée à la terre, ou à la mer par un conducteur d1.



Un appareil émetteur g de toute construction commode, tel qu'un instrument Morse- key, est connecté avec les deux pôles d'extrémité de la batterie de telle manière que dans sa position de repos, il ferme le circuit de ce dernier en établissant un court-circuit afin qu'aucun courant ne passe, (ou tout au plus très faible) à travers la ligne de fil a ou à travers les fils de terre.
Pour envoyer un courant à la station de réception, la touche 9 est enfoncée après quoi le court-circuit est interrompu et le courant est amené à passer simultanément à travers le fil de ligne a et les fils de terre d dl ee. Le fil de ligne est en réalité traversé par deux courants dans des directions opposées, de sorte qu'il est dans un état apparemment neutre, et donc aucune interception des messages ne peut être effectuée pour la raison que si un récepteur est interpolé, en tout point de . la ligne, ledit récepteur recevrait deux courants dans des sens opposés qui se neutraliseraient.
Chaque station est également équipée d'un appareil de réception constitué d'un commutateur h connecté au fil de ligne a et permettant, lorsqu'il est enfoncé, le courant de l'émetteur de passer dans un fil i menant directement à l'un des fils de terre (d1 pour exemple) et dans lequel est interpolé l'instrument récepteur j.
Pour recevoir des signaux envoyés depuis la station émettrice, il est nécessaire que le levier de commutation h soit maintenu enfoncé, de manière à faire passer le courant de la station émettrice dans le fil en liaison avec l'instrument récepteur.
Les connexions peuvent également être établies de telle manière que lorsque le commutateur h est dans sa position normale, il coupe le fil (et connecte le fil avec la partie dudit fil qui mène à l'autre station; dans ce cas, pour émettant un signal, il est nécessaire d'appuyer au préalable sur le levier de commutation h pour rétablir la continuité du fil de ligne et l'opérateur agit alors sur le levier à clé g comme indiqué ci-dessus.
Mon agencement s'applique également aux messages téléphoniques comme cela sera maintenant expliqué en référence à la figure 2, l'instrument émetteur g est dans ce cas remplacé par un microphone g1 et l'instrument récepteur j est remplacé par un récepteur téléphonique j 1 le fonctionnement de l'agencement est exactement le même que celui décrit ci-dessus.
Les vibrations du microphone coupent le court-circuit et le courant provenant de la source locale d'électricité passe alors sur le fil de ligne a et les fils de terre d d1 c el comme indiqué précédemment.
Le message téléphonique est reçu de la même manière que précédemment grâce à l'intervention du commutateur h qui fait passer le courant, émis depuis la station émettrice; à l'instrument de réception téléphonique jl.
Le fil de ligne peut également être actionné par des courants d'induction a3 est indiqué à la figure 3.
Le circuit local dans lequel l'appareil émetteur (par exemple, le microphone g1) est inséré comprend un enroulement primaire k entourant un noyau central en fer doux, ou faisceau de fils, 1 qui est en outre pourvu de deux enroulements secondaires mm dans des directions opposées. Le fil de ligne a est connecté à chacun de ces enroulements secondaires aux deux extrémités m1 n1 de polarité opposée et les extrémités opposées ms p2 sont connectées aux fils de terre ddc posés de la manière déjà expliquée.
Lors du fonctionnement de l'appareil émetteur ou en parlant dans le microphone 0 par exemple, des courants d'induction sont générés dans les enroulements secondaires mn et ils affectent alors l'appareil récepteur jl au niveau de la station de réception comme déjà indiqué.
L'enroulement primaire et les deux enroulements secondaires peuvent avoir les trois fils enroulés dans le même sens sur le noyau de fer doux et les deux extrémités des circonvolutions primaires sont connectées au circuit local dans lequel est interpolé l'émetteur tandis que deux extrémités de polarités opposées des circonvolutions secondaires sont reliées à la ligne et les deux osiers à la terre comme expliqué précédemment.
Dans mon arrangement de transmission amélioré, les deux fils de terre à `` chaque station doivent être plus séparés l'un de l'autre, plus la distance est longue entre les deux stations de sorte que la résistance de la terre entre lesdits fils de terre soit suffisante pour provoquer l'unique ligne-fil à traverser par la plus grande quantité possible de courant.
Afin de réduire au maximum la distance entre les fils de terre, le début de l'unique fil a et les fils rl rl 'menant à la terre sont avantageusement à rm distance de l'instrument émetteur et de l'instrument récepteur respectivement au poste télégraphique ou téléphonique et permettent ainsi de rapprocher les deux liaisons à la terre des deux stations télégraphiques ou téléphoniques.
La station télégraphique ou téléphonique est alors divisée et l'instrument émetteur est relié à l'aimant avec ses prises de terre et son fil de ligne a 'par deux fils conducteurs kl k2 reliés aux extrémités des convolutions k qui génèrent des courants d'induction dans les enroulements secondaires mn (Figure 4).
Le courant envoyé dans les fils conducteurs k1 k2 et. passant par les circonvolutions k peut être lui-même un courant induit généré dans la bobine k3 lorsqu'un courant provenant de la source d'électricité c traverse la bobine primaire o par l'action du microphone émetteur gl par exemple.
Dans le cas où `` la distance de la station d'émission télégraphique ou .téléphonique de ses connexions à la terre n'est pas trop excessive, le courant traversant les conducteurs k1 1.:2 au lieu d'être un courant d'induction peut être fourni directement par la source d'électricité de cette station, et naturellement l'instrument émetteur, (microphone ou 'clé), et la source d'électricité sont alors placés directement dans le circuit; 1 k2.
Un interrupteur A interposé dans le conducteur kl permet de couper le circuit en conduisant à la bobine secondaire k3 et de fermer le circuit pour le conducteur i conduisant au conducteur k 2 dans lequel est interpolé 'l'instrument récepteur j.
Ainsi la bobine k est soit inductrice, soit induction selon qu'il y a émission ou réception.
Il doit être bien entendu que mon système de transmission est entièrement indépendant de la nature de l'appareil télégraphique ou téléphonique utilisé avec celui-ci, et que la source d'électricité aux stations peut être de tout type convenable, soit dérivée d'une batterie, d'accumulateurs, dynamo, machine magnéto-électrique ou similaire.

SPÉCIFICATION COMPLÈTE.
Cette invention vise à améliorer la transmission des courants électriques et est plus particulièrement adaptée pour les lignes télégraphiques et téléphoniques, grâce à quoi la condensation dans le câble est évitée, tout en "écoutant" la ligne en tout point de celle-ci, dans le but de déterminer le but du message en cours de transmission est rendu impossible.
Mon système de transmission amélioré comprend un seul fil de ligne entre les deux stations et ramifié à ces deux stations au point zéro d'un circuit dont les deux extrémités sont reliées à la terre ou à l'ensemble; le courant fourni à chaque station par une source locale d'électricité étant envoyé à travers le circuit au moyen de tout appareil de transmission commode (tel qu'un microphone à clé Morse ou autre) soit directement soit par induction.
Chaque station est équipée, entre autres appareils, d'un appareil de réception composé d'un instrument à clé connecté, avec le fil de ligne et permettant au courant envoyé dans la ligne de la station émettrice, de passer dans un conducteur menant directement à l'un des fils reliés à la terre et auxquels est connecté le récepteur proprement dit.
Afin d'éviter la polarisation des fils de terre, chacun de ces fils est connecté à un conducteur conduisant à une lame de cuivre ou autre lame métallique immergée dans une solution saline impolarisable dans laquelle est disposée une seconde lame similaire connectée à la terre ou à la mer.
Afin que mon invention puisse être clairement comprise et facilement mise en œuvre, je vais maintenant la décrire plus en détail en faisant référence aux dessins accompagnant ma Spécification provisoire dans lesquels:.
La figure 1 est un diagramme montrant mon système amélioré appliqué à la télégraphie.
La figure 2 est un schéma montrant la même chose appliquée à la téléphonie.
La figure 3 montre le système de la figure 2 avec un courant induit.
La figure 4 montre une disposition modifiée.

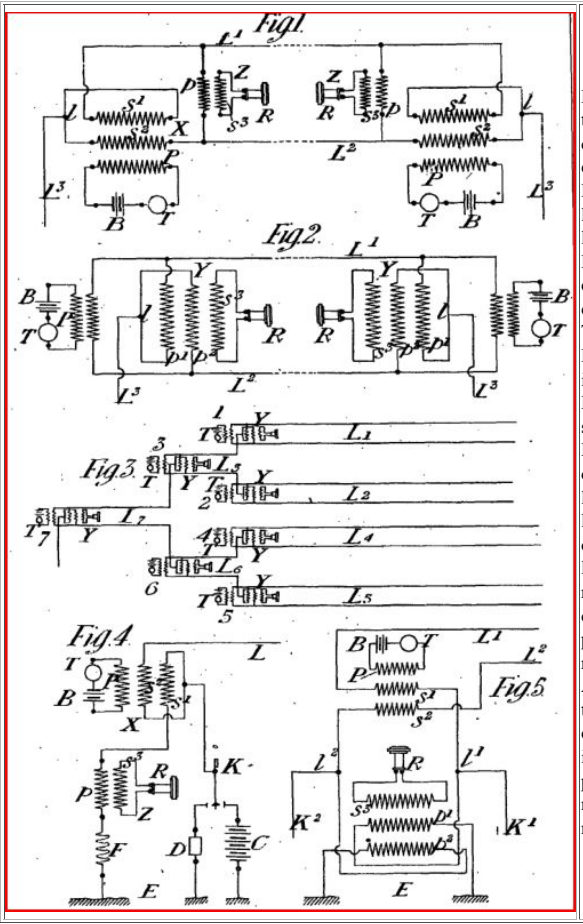
Sur toutes les figures, les mêmes lettres de référence désignent les mêmes pièces.
En se référant à la figure 1, les deux stations sont reliées par un seul fil de ligne a ramifié au point zéro b de la batterie formée des différents éléments c de «dont» les pôles d'extrémité sont reliés à la terre, ou à la mer, par un conducteur de conduisant à une plaque de cuivre ou autre f immergée dans un liquide de bonne conductivité, comme par exemple une solution de sulfate de cuivre, dans laquelle une autre plaque de cuivre f1 est placée reliée à la terre, ou à la mer par a. conducteur d1 e1.
Un appareil émetteur q de toute construction convenable, tel qu'un instrument à clé Morse, est connecté aux deux pôles d'extrémité de la batterie de telle manière qu'en de repos il ferme le circuit de cette dernière en établissant un court-circuit afin qu'aucun courant ne passe, (ou tout au plus très faible) à travers la ligne de fil a ou à trav fils de terre.
Pour envoyer un courant à la station de réception, la touche g est enfoncée, après quoi le court-circuit est interrompu et le courant est amené à passer simultanément à travers le fil de ligne a et les fils de terre d dl e el. Le fil de ligne est en réalité parcouru par deux courants dans des sens opposés, de sorte qu'il est dans un état apparemment neutre, et donc la non-interception des messages peut être effectuée pour la raison que si un récepteur est interpolé en tout point de la ligne , ledit récepteur recevrait deux courants dans des sens opposés qui se neutraliseraient
Chaque station est également équipée d'un appareil de réception constitué d'un commutateur h relié au fil de ligne a et le permettant, lorsqu'il est enfoncé. le courant de l'émetteur pour passer dans un fil i conduisant directement à l'un des fils de terre (d1 par exemple) et dans lequel est interpolé l'instrument récepteur j.
Pour recevoir des signaux émis par la station émettrice, il est nécessaire que le levier de commutation h soit maintenu enfoncé, de manière à faire passer le courant de la station émettrice dans le fil i en liaison avec l'instrument récepteur.
Les connexions peuvent également être établies de telle manière que lorsque le commutateur h est dans sa position normale, il coupe le fil 'a et relie le fil i à la partie dudit fil qui mène à l'autre poste; dans ce cas, pour émettre un signal, il est nécessaire d'appuyer au préalable sur le levier de collecteur h afin de rétablir la continuité du fil de ligne et l'opérateur agit alors sur le levier à clé comme indiqué ci-dessus.
Mon agencement s'applique également aux messages téléphoniques comme cela sera maintenant expliqué en référence à la figure 2. L'instrument émetteur g est dans ce cas remplacé par un microphone 1 et l'instrument récepteur j est remplacé par un récepteur téléphonique il le fonctionnement de l'agencement est exactement le même que celui décrit ci-dessus.
Les vibrations du microphone coupent le court-circuit et le courant de la source locale d'électricité passe sur le fil de ligne a et les fils de terre d d1e e1 comme indiqué précédemment,
Le message téléphonique est reçu de la même manière que précédemment grâce à l'intervention du commutateur h qui fait passer le courant émis de la station émettrice à l'instrument de réception téléphonique j1.
Le fil de ligne peut également être alimenté par des courants d'induction comme indiqué sur la figure 3.
Le circuit local dans lequel se trouve l'appareil émetteur (par exemple, le microphone g1). est inséré, un enroulement primaire k entourant un noyau central en fer doux ,, ou faisceau de fils, 1 qui est en outre pourvu de deux enroulements secondaires mn dans des sens opposés. Le fil de ligne a est connecté à chacun de ces enroulements secondaires aux deux extrémités en n1 de polarité opposée et les extrémités opposées m2 n2 sont connectées aux fils de terre clt c ex de la manière déjà expliquée.
Lors du fonctionnement de l'appareil émetteur ou lors de la prise de parole dans le microphone par exemple, des courants d'induction sont générés dans les enroulements secondaires mn et ils affectent alors l'appareil de réception 1 au poste de réception comme déjà indiqué. L'enroulement primaire et les deux enroulements secondaires peuvent avoir les trois fils enroulés dans le même sens sur le noyau de fer doux et les deux extrémités des circonvolutions primaires sont connectées au circuit local dans lequel est interpolé l'émetteur tandis que deux extrémités de polarités opposées de les circonvolutions secondaires sont reliées à la ligne et les deux autres à la terre comme expliqué précédemment.
Dans ma transmission améliorée, arrangez les deux fils de terre à chacun. la station doit être d'autant plus éloignée l'une de l'autre que la distance est longue entre les deux stations pour que la résistance de la terre entre lesdits fils de terre soit suffisante pour faire traverser le seul fil de ligne par la plus grande quantité possible de le courant.

Afin de réduire au maximum la distance entre les fils de terre, le début du fil de ligne unique a et les fils d d1 menant à la terre sont avantageusement écartés à distance avant l'instrument émetteur et l'instrument récepteur respectivement au niveau télégraphique ou téléphonique. et permettre ainsi de rapprocher les deux liaisons terrestres des deux stations télégraphiques ou téléphoniques.
La station télégraphique ou téléphonique est alors divisée et l'instrument émetteur est relié à l'aimant avec ses prises de terre et le fil de ligne z par deux fils conducteurs k 'k2 reliés aux extrémités des convolutions qui génèrent des courants d'induction dans les enroulements secondaires mn (Figure 4).
Le courant envoyé dans les fils conducteurs k1 k2 .et, traversant les circonvolutions k peut être lui-même un courant induit généré dans la bobine k3 lorsqu'un courant provenant de la source d'électricité c traverse la bobine primaire ou par l'action de l'émetteur microphone f / I par exemple.
Dans le cas où la distance de la station émettrice télégraphique ou téléphonique à ses prises de terre n'est pas trop excessive, le courant traversant les conducteurs k le2 au lieu de. étant un courant d'induction peut être fourni directement par la) source, d'électricité de cette station, et l'instrument émetteur naturellement (microphone ou clé) et la source d'électricité sont alors placés directement dans le circuit leI kS.
Un interrupteur Il interpolé dans le conducteur k1 permet de couper le circuit en conduisant à la bobine secondaire k3 et de fermer le circuit pour dans le conducteur i conduisant au conducteur 3 dans lequel est interpolé l'instrument récepteur j1.
Ainsi la bobine k est soit inductrice, soit induction selon qu'il y a émission ou réception.
Il doit être bien entendu que mon système de transmission est entièrement indépendant de la nature de l'appareil télégraphique ou téléphonique utilisé avec celui-ci, et que la source d'électricité aux stations peut être de toute nature convenable,

GB189706773 ***Améliorations des connexions des instruments téléphoniques et télégraphiques aux lignes conductrices.*** **15 mars 1897**

Les lignes télégraphiques et téléphoniques sont agencées de telle sorte que toute paire de lignes portant des instruments puisse être utilisée comme fil ou retour pour un autre ensemble d'instruments sans interférence. Ainsi, à titre d'exemple, quatre circuits métalliques transportent individuellement quatre ensembles d'instruments séparés mais peuvent avoir des circuits A et B, C et D, utilisés comme d'autres circuits métalliques, ou A et B peuvent former un conducteur et C et D un retour pour un septième circuit métallique. La spécification décrit les instruments téléphoniques utilisés sur les circuits métalliques et les instruments télégraphiques ou téléphoniques insérés dans les circuits de retour à la terre. La figure 1 montre une paire de lignes L <1>, L <2> formant un circuit métallique et pouvant être utilisées comme ligne avec un retour de terre par L <3>, L <3>, les lignes L <2>étant connecté à la boucle au centre de la bobine secondaire S ', S <2> de la bobine d'induction X. L'instrument récepteur est représenté dans un pont, tel que Z. Les positions des instruments émetteurs T et récepteurs R peuvent être inversé. Chaque côté d'une boucle métallique peut également être utilisé comme ligne avec un retour de terre.

La présente invention concerne la connexion d'instruments téléphoniques et télégraphiques à des lignes conductrices de telle sorte que plusieurs messages téléphoniques et télégraphiques puissent être transmis simultanément sans interférer les uns avec les autres.



La figure 1 des dessins annexés montre schématiquement des connexions pour un téléphone et également pour un autre téléphone ou télégraphe à une double ligne conductrice. La figure 2 montre une modification. La figure 3 montre comment sept ensembles de connexions peuvent être appliqués à quatre doubles lignes conductrices. La figure 4 montre les connexions pour un téléphone et un télégraphe à une seule ligne avec retour de terre. La figure 5 montre les connexions pour téléphoner sur deux lignes télégraphiques dont l'une forme un retour métallique.
En se référant d'abord à la figure 1, les deux lignes Ll L2 sont à chaque extrémité connectées comme montré en X à travers deux bobines secondaires égales 8 1 et s 2 enroulées avec une bobine primaire P qui est en circuit avec un émetteur téléphonique T et une batterie locale B.
Les lignes L1 L2 sont ainsi reliées aux bobines secondaires 8 1 s 2 que les courants induits dans les lignes par l'émetteur téléphonique sont toujours de sens opposés.
Le récepteur téléphonique R, comme montré en Z, est en circuit avec une bobine secondaire 8 3 enroulée avec une bobine primaire p reliant les deux lignes L1 L2.
En un point l intermédiaire des bobines s1 s2 une troisième ligne L3 est connectée, cette ligne étant utilisée pour la transmission téléphonique ou télégraphique. Lorsque l'un ou l'autre des émetteurs téléphoniques T est utilisé, les courants induits traversent la bobine primaire p provoquant ainsi l'action des récepteurs R. Mais si un courant circule par L3, il doit circuler dans des sens opposés à travers 8 1 et s2, et donc dans le même sens le long des lignes L1 L2 afin qu'il ne puisse pas influencer les récepteurs R ni les émetteurs T. A chaque extrémité une ligne L3 peut être connecté comme indiqué par Y, Fig.2, au point la intermédiaire à deux bobines primaires égales p1 p2 qui relient les lignes Ll LO et sont enroulées avec le secondaire S3 de chaque récepteur téléphonique R.
Avec des connexions ainsi disposées, tout courant circulant dans le même sens à travers les bobines pl p 2 actionne les récepteurs téléphoniques R, tandis qu'un courant de L3 circule dans des sens opposés à travers les bobines pl p 2 et est donc inefficace sur les récepteurs R. En combinant plusieurs émetteurs ordinaires T et plusieurs des agencements de récepteur marqués Y sur la figure 2 avec un certain nombre de lignes doubles comme montré sur la figure 3, un certain nombre de messages peuvent être envoyés sur ces lignes sans interférer les uns avec les autres.

En se référant ainsi à la figure 3, l'émetteur 1 fonctionne sur la paire de lignes Ll de la manière habituelle, l'une de ces lignes servant de retour métallique.
De la même manière, l'émetteur 2 fonctionne sur la paire L2, l'émetteur 4 sur la paire L 4 et l'émetteur 5 sur la paire L 5. Là encore, l'émetteur 3 fonctionne à travers la paire de lignes L 3 et les deux paires L 1 et L 2, une de ces paires servant de retour métallique.
De la même manière, l'émetteur 6 fonctionne à travers la paire de lignes L 6 et à travers les deux paires L 4 L 5. Enfin l'émetteur 7 fonctionne à travers les paires de lignes L 7 et à travers les deux paires L 3 et L 6 et le. quatre paires L 1 L 2 L 4 et L 5, deux de ces paires telles que L 4 et L 5 servant de retour métallique.
Il est évident que ce système peut être dupliqué et redoublé de sorte qu'un émetteur peut être amené à fonctionner sur 8 paires ou 16 paires de lignes ou autre multiple de 4.
Comme le montre la figure 4, un téléphone et un télégraphe sont connectés à une ligne L ayant retour de la terre. Dans ce cas, X et Z sont les agencements téléphoniques ainsi marqués sur la Fig.1, K est la clé, C la batterie et D le récepteur pour télégraphier dans la connexion de Z à la terre il y a une résistance réglable F pour équilibrer celle de la ligne . Comme montré sur la figure 5, deux ensembles des connexions télégraphiques illustrées sur la figure 4 et deux lignes Ll L2 qui peuvent être tous deux à un endroit ou chacun à un endroit différent avec retour de terre sont combinés avec un agencement téléphonique.
L'émetteur T par son primaire P induit des courants dans les secondaires $ 1 89 à la fois dans le même sens et donc dans des sens opposés dans les lignes Ll L2. Les courants étant de même sens en p1 et p2 agissent sur les secondaires 1 3 des récepteurs 1 ,. Les courants du télégraphe gi se divisant en 11 passent dans des sens opposés à travers sl et pl et n'affectent donc pas les récepteurs téléphoniques. Et de même les courants du télégraphe K2 sont inefficaces sur les récepteurs.
Dans un souci de clarté, les bobines primaire et secondaire ont été présentées sous la forme de nombreuses lignes côte à côte.
Il doit être entendu cependant qu'ils sont enroulés dans chaque cas sur une seule bobine.
Dans les Fig. 3,4 et 5, les dispositions ne sont représentées qu'à une seule extrémité des lignes conductrices.
Il doit être entendu cependant qu'ils sont symétriquement répétés à l'autre extrémité comme le montrent les Fig. 1 et 2.

SPÉCIFICATION COMPLÈTE.
La présente invention concerne la connexion d'instruments téléphoniques et télégraphiques à des lignes conductrices de telle sorte que plusieurs messages téléphoniques et télégraphiques puissent être transmis simultanément sans interférer les uns avec les autres.
La figure 1 des dessins accompagnant mon cahier des charges provisoire montre schématiquement les connexions pour un téléphone et également pour un autre téléphone ou télégraphe à une double ligne conductrice. La figure 2 montre une modification. La figure 3 montre comment sept ensembles de connexions peuvent être appliqués à quatre doubles conducteurs. lignes: La figure 4 montre les connexions pour un téléphone et un télégraphe à une seule ligne avec retour de terre. La figure 5 montre les connexions pour téléphoner sur deux lignes télégraphiques dont l'une forme un retour métallique.
1 . En se référant d'abord à la figure 1, les deux lignes Ll L2 sont à chaque extrémité connectées comme montré en X à travers deux bobines secondaires égales s1 et 8 2 enroulées avec une bobine primaire P qui est en circuit avec un émetteur téléphonique T et une batterie locale B.
Les lignes Ll L 2 sont connectés de telle sorte aux bobines secondaires 8 1 s '"que les courants induits dans les lignes par l'émetteur téléphonique sont toujours en sens inverse.
Le récepteur téléphonique R, comme montré en Z, est en circuit avec une bobine secondaire s3 enroulé avec une bobine primaire p de haute résistance reliant les deux lignes L1 L2.
Au point intermédiaire des bobines sr s 2 est connectée une troisième ligne L3, cette ligne étant utilisée pour la transmission téléphonique ou télégraphique. Lorsque l'un ou l'autre des émetteurs téléphoniques T est utilisé, les courants induits traversent la bobine primaire p, provoquant ainsi l'action des récepteurs R. Mais si un courant circule par L3, il doit circuler dans des sens opposés à travers sl et s2, et donc dans le même sens le long des lignes Ll L2 afin qu'il ne puisse pas influencer les récepteurs It ni les émetteurs T.A chaque extrémité une ligne L3 peut être , connecté comme indiqué par Y, figure 2, au point intermédiaire à deux bobines primaires égales p1 p2 qui relient les lignes L1 L2 et sont enroulées avec le secondaire 8 3 de chaque récepteur téléphonique R. Avec des connexions ainsi agencées, tout courant circulant dans le même sens à travers les bobines yx actionne les récepteurs téléphoniques R, tandis qu'un courant de L3 circule dans des sens opposés à travers les bobines p1 p2 et est donc inefficace sur les récepteurs R. En combinant plusieurs émetteurs ordinaires T et plusieurs des agencements récepteurs marqués Y sur la figure 2 avec un certain nombre de lignes doubles comme montré sur la figure 3, un certain nombre de messages peuvent être envoyés sur ces lignes sans interférer les uns avec les autres.En combinant plusieurs émetteurs ordinaires T et plusieurs des agencements de récepteur marqués Y sur la figure 2 avec un certain nombre de lignes doubles comme montré sur la figure 3, un certain nombre de messages peuvent être envoyés sur ces lignes sans interférer les uns avec les autres.En combinant plusieurs émetteurs ordinaires T et plusieurs des agencements de récepteur marqués Y sur la figure 2 avec un certain nombre de lignes doubles comme montré sur la figure 3, un certain nombre de messages peuvent être envoyés sur ces lignes sans interférer les uns avec les autres.
Ainsi en référence à la figure 3 l'émetteur 1 fonctionne sur la paire de lignes L 1 de manière usuelle, l'une de ces lignes servant de retour métallique. De la même manière l'émetteur 2 fonctionne sur la paire L 2, l'émetteur 4 sur la paire L 4 et l'émetteur 5 sur la paire L 5. Là encore, l'émetteur 3 fonctionne à travers la paire de lignes L 3 et les deux paires L 1 et L 2, l'une de ces paires servant de retour métallique.
De la même manière, l'émetteur ti fonctionne à travers la paire de lignes JLA b et à travers les deux paires L 4 L 5. Enfin l'émetteur 7 fonctionne à travers les paires de lignes L 7 et à travers les deux paires L 3 et L 6 et les quatre paires L 1 L 2 L 4 et L 5, deux de ces paires telles que L 4 et L 5 servant de retour métallique.
Il est évident que ce système peut être dupliqué et redoublé de sorte que) un émetteur peut être amené à fonctionner sur 8 paires ou 16 paires de lignes ou autre multiple de 4.

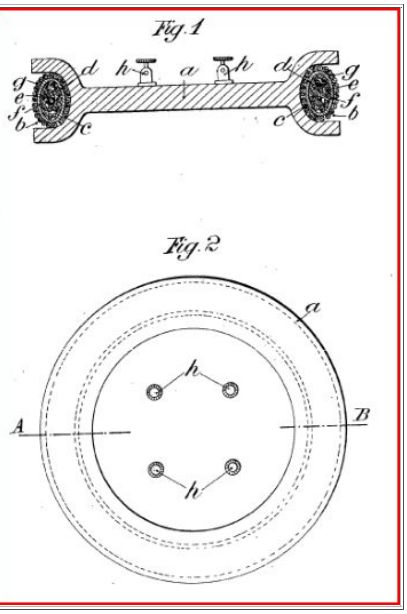
Comme le montre la figure 4, un téléphone et un télégraphe sont connectés à une ligne L ayant retour de la terre. Dans ce cas, X et Z sont les agencements téléphoniques ainsi repérés sur la figure 1, K est la clé, C la batterie et D le récepteur pour la télégraphie.

Dans la connexion de p à la terre, il existe une résistance réglable F pour équilibrer celle de la ligne. Comme montré sur la figure 5, deux ensembles des connexions télégraphiques illustrées sur la figure 4 et deux lignes Ll L2 qui peuvent être à la fois à un endroit ou chacune à un endroit différent avec retour de terre sont combinés seul agencement téléphonique.
L'émetteur T par son primaire P induit des courants dans les secondaires sl S2 à la fois dans le même sens et donc dans des sens opposés dans les lignes L1 L2. Les courants étant de même sens en pI et pS agissent sur les secondaires i1 des récepteurs It.
Les courants du télégraphe K1 se divisant en 1 1 passent en sens opposés par sl et I> I et n'affectent donc pas les récepteurs téléphoniques. Et de même les courants du télégraphe K2 sont inefficaces sur les récepteurs.
Les connexions de p1 et p2 à la terre peuvent avoir des résistances appropriées comme montré en F sur la figure 4.
Par souci de clarté, les bobines primaire et secondaire ont été représentées sous la forme de nombreuses lignes côte à côte.
Il doit être entendu cependant qu'ils sont enroulés dans chaque cas sur une seule bobine.
Sur les figures 3, 4 et 5, les agencements sont représentés à une seule extrémité des lignes conductrices.
Il doit être entendu cependant qu'ils sont répétés symétriquement à l'autre extrémité comme le montrent les figures 1 et 2.,

FR382386 ***Perfectionnements aux bobines d'induction*** **5 février 1908**

La présente invention concerne une bobine d'induction améliorée afin d'obtenir des courants d'induction dans des périodes très courtes. Ces courants, dont les durées sont extrêmement courtes 5, bénéficient de propriétés particulières qui trouvent application principalement dans la télégraphie et la téléphonie sans fil.

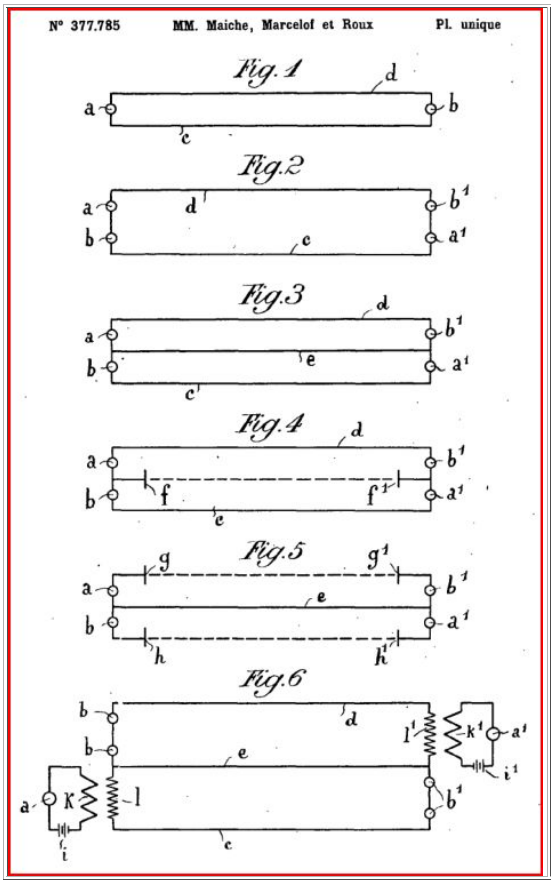
Cette bobine d'induction se caractérise par l'absence du noyau magnétique et du mode d'enroulement de l'inducteur et de l'armature sur une bobine de courte longueur, mais d'un très grand diamètre, la bobine d'inductance étant pratiquement noyée au 1er mai le bobinage d'induit.
Le schéma de dessin annexé représente par exemple une bobine d'induction selon la présente invention.
figure. 1 est une coupe selon la ligne A-B de la Fig. 2;
figure. 2 est un plan.
Comme le montrent ces dessins, cette bobine a un très grand diamètre pouvant aller jusqu'à plusieurs mètres; 26 dessine le rond, mais il pourrait également être carré ou affecter toute autre forme polygonale.
Cette bobine est très longue car tous les fils d'enroulement sont logés à sa périphérie dans une rainure b appropriée; on comprendra par 3o que l'on commence à enrouler sur le rebord de ce genre de poulie une première couche de fil induit E puis recouverte d'un isolant approprié et d on enroule sur cette couche isolante le fil inducteur E qui est recouvert d'une autre 35 couche isolée; on réutilise les couches isolantes d et f, de manière à isoler les inductances e et termine la bobine par un enroulement externe en fil d'armature g. ko
On réalise de cette manière un anneau de gros diamètre composé de fils induits c, g, contenant un noyau central d'un fils d'inductances adéquatement isolés.
La machine comporte quatre bornes 5 h dont deux sont utilisées pour fixer les extrémités de l'enroulement d'induit et les deux autres extrémités de l'enroulement d'inducteur.
On peut disposer plusieurs fils induits et fils plus inducteurs; dans ce cas, chaque borne 5o h sera remplacée par un interrupteur multiple qui réunira les différentes armatures allumées, et les différentes inductances allumées, en tension ou au contraire en quantité, suivant les effets que l'on souhaite obtenir.



FR377785 ***Dispositif de transmission téléphonique*** **14 septembre 1907**

Système de transmission téléphonique de montage de chaque émetteur de station et / ou de récepteurs en série et pour amener les deux stations par trois fils de ligne, y compris 5o premier deux respectivement ensemble les pôles des deux stations et le troisième est monté dérivation en un point de chaque station prise entre les émetteurs et le ou les récepteurs, un voire deux de ces trois fils peuvent être remplacés par des atterrissages équivalents.

La présente invention propose un moyen d'augmenter la distance à laquelle il est possible d'appeler ou d'augmenter l'intensité du son émis à une distance 5 donnée.



Lors de l'installation d'une ligne téléphonique ordinaire, il est d'usage d'amener les deux postes à l'aide de deux fils, un pour le second tour pour le retour; en-10 il n'y a pas d'induction de peur des lignes voisines, une reliant les deux stations par un fil seul et retour par le sol à chaque station.

figure. 1 du dessin annexé montre la disposition la plus simple 15 d'une ligne régulière à deux fils; il y en a un à chaque poste de téléphone magnétique, a1 rencontré par les deux fils des lignes c et d; lorsque vous parlez au téléphone, le téléphone est un récepteur 30 a1 et vice versa; cette disposition est tout à fait satisfaisante du point de vue de la transmission proprement dite, mais elle présente l'inconvénient évident que les deux parties ne peuvent pas interrompre l'interférence, chacune écoutant nécessairement pendant que l'autre parle.

Pour pallier cet inconvénient, il a tout de suite proposé d'avoir à chaque poste émetteur un téléphone ou a 1 et un récepteur ou téléphone b bl, permettant 3 aux deux interlocuteurs de parler tout en écoutant. Cette solution souffre d'un inconvénient du point de vue de la transmission; en fait, comme le montre la Fig.2, les quatre téléphones a, b, a}, bx 3 sont montés en série sur la ligne cd, de sorte que le son émis par un émetteur a ou a1 voyage nécessairement en plus intéressant b1 ou b récepteur les deux autres téléphones du circuit. Le circuit téléphonique h présente donc inutilement une résistance élevée qui réagit de manière désavantageuse soit sur la longueur possible de la ligne cd, soit sur l'intensité du son transmis à une longueur de ligne donnée.

La présente invention a pour objet un dispositif easy positif h permettant de remédier aux inconvénients tant des deux systèmes de transmission selon les figures 1 et 2 que de réaliser un nouveau système de transmission téléphonique offrant à la fois les avantages des 5 deux systèmes connus.

Comme le montre la figure 3, cette invention consiste simplement à disposer entre les deux stations un troisième fil de ligne e se terminant à chaque station entre l'émetteur téléphonique 5 tor a ou a1 et le téléphone récepteur b ou bl. Dans ces conditions le mur envoyé par "sera entièrement reçu par b1 sans franchir inutilement b et a1 la résistance et inversement la parole transmise par a1 sera entièrement reçue par b."

La nécessité d'une ligne à trois fils c, d, e 5 est requise lorsque la ligne est autour d'autres transmissions; mais lorsqu'il est isolé, il peut simplifier la transmission comme le montre la Fig. k ou 5.
Selon la Fig. 6, la ligne filaire dérivée e est supprimée et remplacée par une masse f et f1 prise à chaque station entre l'émetteur et le récepteur.
Dans des cas particuliers, il est même possible de réduire la ligne à un seul fil e en '5 avec chaque station deux atterrissages g, h et # 1, h1), le récepteur et l'émetteur étant chacun disposés station en série entre les deux atterrissages; dans ces conditions, les deux conducteurs c et d sont formés par o la masse et il n'y a plus un seul fil de ligne e.
Dans ce qui précède, pour simplifier la description et les dessins, nous avons supposé l'utilisation exclusive de téléphones magnétiques; 5 La Fig. 6 montre le schéma de circuit dans le cas des téléphones à induction. Dans ce cas chaque position i comprend une batterie, un microphone émetteur et primaire k d'une bobine d'induction, montés en série o sur un circuit fermé; le circuit de ligne c, d comprend des écouteurs en série b, b et b1, b1 et côté et ll de la bobine. Dans ce
Si l'invention consiste à attacher le fil de ligne e dérivé entre les deux récepteurs b, b ou i1, A1 d'une part et le secondaire ou ll 35 d'autre part, comme le montre la fig. 6.
Le résultat de ces dispositions se résume à la possibilité de quadrupler l'intensité de la réception pour une longueur de ligne donnée, ou la longueur de la ligne Zio en conservant la même intensité.

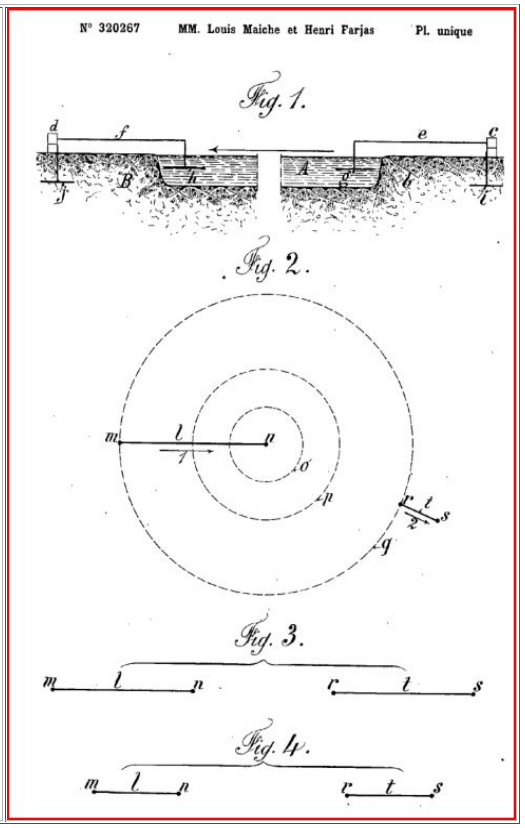
Nouveau mode de transmission sans fils des courants télégraphiques et téléphoniques en employant comme conducteurs la terre et l'eau
FR320267 **5 décembre 1902**

Pour comprendre notre invention, il est bon de se rappeler que dans une ligne télégraphique ordinaire un fil, plus ou moins isolé, d'un point à un autre, communique avec la terre à chaque extrémité. Une source d'alimentation; et une unité émettrice est prise en sandwich entre la ligne de départ et la terre. À l'arrivée, un récepteur communique également avec la ligne et la terre.

On sait que chacun des poteaux supportant la ligne laisse passer une petite quantité de puissance qui se perd dans le sol. Une grande quantité de courant est maintenant perdue plus 1 grand 5que la distance entre les stations est elle-même plus grande et, par conséquent, le nombre de pôles est plus élevé. La perte peut devenir considérable, sans empêcher les transmissions. Il peut même arriver que le fil ao sans être rompu, traîne sur terre là pendant une certaine longueur de fils parcours et continue à permettre le courant d'un passage à un autre, quoique très faiblement, l'expérience nous a prouvé que le conducteur non isolé pourrait même, pour certaines distances, être simplement placé au sol et que les transmissions seraient néanmoins possibles, on est capable de continuer, transmettre des signaux est grandement augmenté si, à chaque extrémité, le fil non isolé touchant le sol, se rencontre dans un fil bien isolé qui prolonge la ligne jusqu'à une masse jusqu'au point où sont donc émetteurs et récepteurs.
On comprend que le sol à l'extrémité d'une partie isolée oblige le courant de retour à s'enfoncer dans les profondeurs de la terre ho et que, par conséquent, il y a un point de fermeture infiniment petit où le fil non isolé touche le sol. En d'autres termes, la perte subie au contact du sol, le fil non isolé, est encore inférieure à chaque extrémité du fil non isolé, donc un fil isolé du sol à une plus grande distance.
Par conséquent, si le fil de plomb, au lieu du fer, est constitué d'un matériau beaucoup moins conducteur, le charbon, par exemple, tout serait de la même manière. Nous avons également reconnu que même lorsque le fer, le charbon ou tout autre matériau similaire, sont remplacés par de l'eau placée, du sel si possible, et, par conséquent, par une étendue de mer ou toute autre partie de mer dont la disposition géographique se prête à ce genre d'installation.
Lorsqu'il s'agit de franchir un bras de mer, le prolongement de ligne isolé est placé de préférence dans le sens de la ligne droite passant par les deux points à relier.
Dans le cas d'une transmission sur un rôle, les ligues isolées seront perpendiculaires à la ligne droite joignant les deux stations.
Les lignes isolées ne seront pas trop longues et, par conséquent, fourniront non seulement d'un océan à l'autre, mais entre deux points à l'intérieur des terres. L'épaisseur de la couche d'eau salée étant à des profondeurs encore plus grandes, seulement environ l'épaisseur de la masse terrestre, les proportions restent entre l'eau et la terre adéquate pour que l'eau joue exactement le même rôle que le conducteur non isolé touchant le sol.

Pour rendre nos explications aussi claires que possible, nous avons schématisé, dans le dessin annexé, une installation dans laquelle notre invention est appliquée.

A est la mer (Fig. I) et 13 b sont les deux rives, c et d les deux stations, e et f isolées, et les plaques situées dans l'eau, i et il met à jour la terre.
On voit que la mer est une extension isolée des fils e et f, et qu'elle joue le rôle d'un conducteur non isolé reposant sur le plancher.
Pour clarifier comment 3 o opère la propagation des courants électriques, nous supposons une ligne isolée (Fig. A) à moins de deux m et n mis à la terre. Si le courant se déplace dans la direction du llèche, l'électricité arrivant à terre dans n sphères fleuries 3.) concentriques o, p, q, etc., tous les points de chaque sphère recevant simultanément la même quantité d'électricité si le milieu de propagation est uniforme. Être à la terre en r donc recevoir le courant le long de la terre m, r et si cette terre est reliée par une ligne par t, s la terre à une autre, même très proche d'elle, le courant trouvant moins de résistance dans la ligne isolée au milieu (Jun sépare les deux réseaux terrestres, suivra cette ligne, comme indiqué en llèche a. Il sera ainsi possible d'établir une communication sans fil entre tout point de la ligne / sur lequel se trouvent des appareils émetteurs, et tout point sur la ligne T qui sera récepteurs appareds .
Pour établir simultanément sur chacune des ligues et t, un émetteur de position et un récepteur nécessiteront que la ligne soit de la même longueur que la ligne 1, JJ comme indiqué sur la figure 3.
Si le support s'avère être deux fois plus conducteur entre h et r entre m et n d'une part, et entre r et s d'autre part, les lignes l et t peuvent avoir la moitié de la longueur de la distance entre les points n et r (fig.û).
Bien sûr, les transmissions basées sur le principe que nous avons indiqué, peuvent être faites en prenant comme con bo différents producteurs, non seulement la terre et l'eau de mer, mais la terre et l'air, la terre dans ce cas, agissant comme un meilleur conducteur apporté par l'air; le fil isolé de la terre conduit à l'air à chaque poste 7. tion à une distance plus ou moins éloignée en fonction de la distance que cela prendrait. Il est évident que cette dernière disposition, la mer et l'eau douce remplacent avantageusement la terre. 7 °



En résumé, nous revendiquons comme propriété exclusive, le nouveau procédé, décrit ci-dessus, la transmission sans courants télégraphiques et téléphoniques, ledit mode de transmission consistant à faire passer dans un milieu conducteur le courant émis par la station de base et à recevoir à l'arrivée dans ce courant un fil isolé de longueur appropriée, qui sont pris en sandwich les récepteurs et aboutissant à un deuxième milieu dont la conductivité spécifique est inférieure à celle du premier milieu, mais passe la quantité totale d'électricité en raison de sa masse qui est supérieure à ce premier milieu, un isolé fil, sur lequel les dispositifs de transmission conduisent également dans le second support, de sorte que le premier support est une extension de deux lignes isolées, et le second support fait office de fil de retour,les deux lignes isolées à utiliser à la fois pour l'expédition et pour la réception.

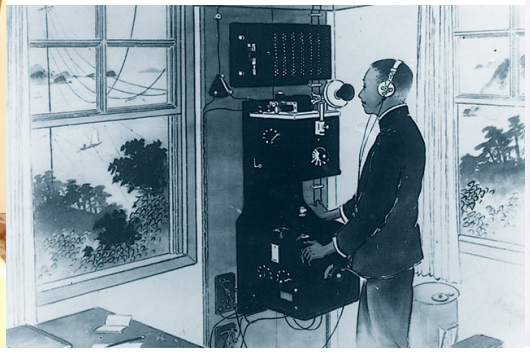
Un nouveau mode de transmission et de réception des courants télégraphiques et téléphoniques sans autre conducteur que la terre ou l'eau
FR318007 **3 octobre 1902**

Dans un circuit électrique composé d'une source d'alimentation et d'un conducteur métallique dont les extrémités sont mises à la terre, ce qui ferme le circuit, la terre agit comme 5 conducteur non seulement une ligne droite entre les deux paliers, mais sur une étendue presque infinie ; Cependant, avec une densité de puissance décroissant proportionnellement à la distance.
Si des parties du sol sont de meilleurs conducteurs que d'autres (à cause de l'humidité, de la salinité de l'eau ou de toute autre cause), le courant passe de préférence à travers ces parties en décrivant des courbes ou des virages comme le fait une rivière qui suit les pentes du terrain.
Il s'ensuit que si, sur une partie du terrain servant de conducteur de retour, elle crée artificiellement une meilleure ligne conductrice que la terre, elle sera traversée par le courant de préférence à toute autre partie inférieure conductrice.
L'effet est beaucoup plus complet et permet de capter le courant et de constater son existence lorsque la meilleure ligne conductrice est isolée de la terre et communique avec elle par ses extrémités. Le courant qui aurait traversé le terrain en trouvant un sage pas plus facile par le fil suit de préférence et restaure beaucoup plus rapidement la neutralité électrique du sol. Il est isolé en coupant la ligne en tout point qui peut être inséré au cours des instruments courants (récepteurs télégraphiques ou téléphoniques) qui peuvent détecter son existence.
On comprend que si la ligne artificielle isolée est un très bon conducteur, si ses extrémités sont reliées à des surfaces métalliques suffisamment grandes en contact avec le sol, la fermeture du circuit amènera la masse à être dans un état de neutralité électrique absolue.
Dans ces conditions, si un courant électrique est envoyé par intermittence dans la ligne métallique, chargez la terre, pour chaque émission, une certaine quantité d'électricité se décharge instantanément dans la ligne artificielle isolée.
L'expérience a montré que ces phénomènes peuvent se produire même lorsqu'il n'y a presque pas d'écart entre la station émettrice des deux atterrissages ou entre deux plaques qui collectent la diatribe de couleur traversant la ligne isolent la station de réception, à la condition qu'à chaque station les plaques qui mènent à les deux plages sont soigneusement isolées l'une de l'autre au moyen d'une séparation isolante suffisamment épaisse pour qu'aucun effet d'induction ou de condensation l'une sur l'autre ne puisse se produire, et assez grande par rapport aux dimensions des plaques pour éviter que le courant ne se referme sur lui-même trop près du commencer. Le courant est tellement obligé de s'épanouir «à droite et à gauche des atterrissages, et le point où les ondes électriques positives et négatives commencent à atteindre est considérablement lié.Je peux encore augmenter l'effet recherché en minimisant la fermeture actuelle sur elle-même grâce à un certain nombre de parois isolantes disposées sous les plaques pour éviterferme-i o ture du circuit par la profondeur de la terre, du côté opposé à celui où la transmission doit être reçue et, si nécessaire, au-dessus des plaques.
En général, les plaques seront placées verticalement de part et d'autre d'une paroi isolante, leurs plus petites dimensions étant tournées dans la position opposée.
Je peux aussi utiliser un large tube isolant divisé en deux par une paroi épaisse normale aux générateurs isolés. Les plaques seront placées dos à dos de part et d'autre de cette cloison à l'intérieur du tube et mises en communication avec le conducteur extérieur par l'intermédiaire de fils isolés .
Le tube peut être rectiligne, ou être constitué de deux parties formant entre elles un angle correctement calculé pour que le circuit fermé par la terre se fasse presque entièrement dans le 3 o où le courant est envoyé.
Il est évident que l'installation est complétée par des émetteurs et des récepteurs télégraphiques ou téléphoniques qui peuvent être quelconques, comme source d'électricité.

Je revendique comme ma nouvelle propriété exclusive ci-dessus décrite la transmission et la réception des courants télégraphiques et téléphoniques sans autre conducteur que la terre ou l'eau, ledit système de séparation des deux paliers à chaque position par un matériau isolant établi pour éviter la production de phénomènes d'induction de condensation et du circuit se fermant sur ou par la profondeur de la terre, et forcer l'air à s'épanouir à droite et à gauche, de sorte qu'ils puissent commencer à se rapprocher et à s'éloigner de la station émettrice, les deux mis à la terre de chaque position peuvent ainsi sans inconvénients, se déplacer vers un une autre jusqu'à ce qu'ils s'adaptent de chaque côté du même mur isolant.

1911 D'Arsonval et Ferrié participent aux premières émissions de TSF et aux premiers essais de téléphone sans fil.

La lampe diode, appelée audion par son inventeur Lee de Forest, permettant de moduler le signal radio, sera perfectionnée par les militaires et les industriels en lampe à trois électrodes.
Au Japon, le premier appareil sans fil permettant aux gens de parler à une autre personne éloignée était le **radiotéléphone TYK**. Il a été créé par Annaka Electric Co., le précurseur d'Anritsu, en 1914.



Radio-téléphone T.Y.K. vers. 1915, Annaka Electrical Works, Tokyo, réalisé par les inventeurs Torikata, Yokoyama et Kitamura -

À cette époque, l'industrialisation était en cours au Japon et le transport maritime devenait ainsi une industrie encore plus cruciale.
Les premières installations radiotéléphoniques TYK ont donc été implantées autour de la baie d'Ise dans la préfecture de Mie, avec des équipements installés dans la ville côtière de Toba et sur deux îles voisines, Kami-shima et Toshi-jima. Les premiers mots prononcés furent : « Le temps est clair aujourd'hui. Le temps d'aujourd'hui est clair. C'est Toba. C'est Toba, Kami-shima, Kami-shima. Le système était principalement utilisé pour les notifications de passage des navires voyageant dans la baie, ce qui garantissait une plus grande sécurité. Notre première technologie de radiotéléphone TYK reste une partie importante de l'histoire des télécommunications : il s'agissait du premier appareil de télécommunication vocale sans fil au monde et du précurseur des appareils mobiles que nous utilisons aujourd'hui.

Puis a triode équipe à partir de 1915 de nombreux appareils de détection et d'amplification et sera à l'origine de nombreux progrès en radiodiffusion.
Dès 1921 aux Etats-Unis, et dès 1922 en France, commencent les premières émissions régulières de radiodiffusion.

Le développement de la **radiotélégraphie** apparut comme un remède permettant à la France de s'affranchir de la tutelle étrangère. la station intercontinentale de **Saint-Assise**, près de Melun dont l'exploitation fut assurée par la société «Radio-France » vit le jour en 1921.

Le château de Sainte-Assise, devenu le centre radioélectrique en 1921.

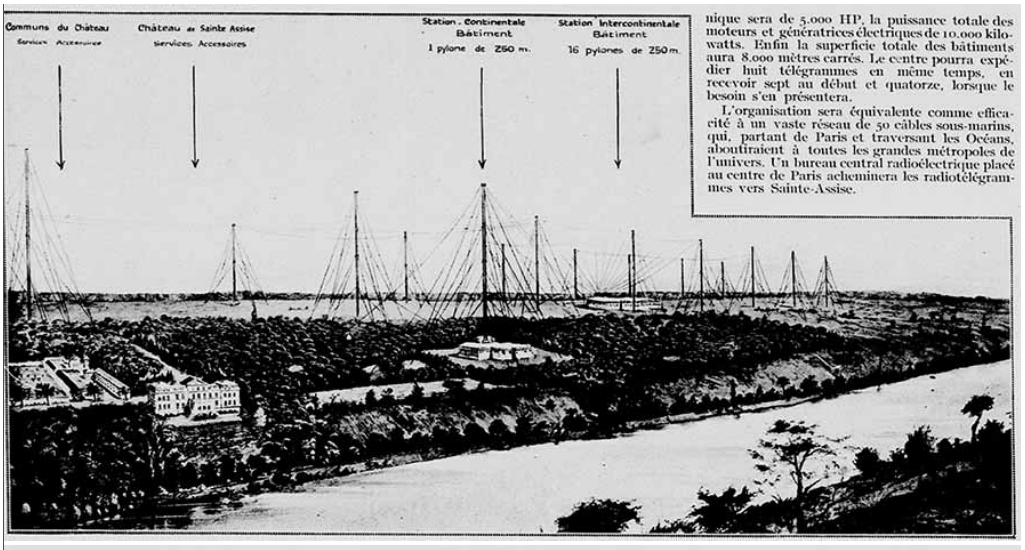
Il comporte trois stations : une pour les communications européennes (station continentale), une pour les communications transocéaniques (station transcontinentale) et une pour les communications avec Londres et Madrid (station à lampes). C'est alors l'émetteur le plus puissant au monde.
C'est d'ailleurs à partir de celui-ci qu'est réalisée la première émission radiophonique de France, le 26 novembre 1921, avec l'interprétation spectaculaire de la Marseillaise par Yvonne Brothier suivie de la diffusion des émissions régulières du poste de la tour Eiffel, l'histoire de la radio s'accélère. Le trafic radiotélégraphique originaire de France avoisinera les 2 millions et demi de télégrammes en 1919. et remonte en 1937 (2,8 millions) pour tomber à 1 million en 1940, par suite de la guerre. Ainsi s'amorça le processus de disparition des câbles télégraphiques sous-marins
Pendant la seconde guerre mondiale, l'émetteur de Sainte-Assise est occupé par la Marine allemande pour communiquer avec ses sous-marins et n'est victime d'aucun bombardement. Après la Libération, le centre radioélectrique est repris par l'administration des Postes, Télégraphes et Téléphones. En 1991, une parcelle du domaine de Sainte-Assise est vendue à la Marine Nationale et devient un territoire militaire. Le reste du domaine, cédé par la société Orange à la région Île-de-France, est une réserve naturelle depuis 2009.

Un peu plus d'histoire

Par une Convention du 29 octobre 1920, la Compagnie Générale de Télégraphie Sans Fil avait obtenu du Secrétaire d'Etat de l'époque, M Deschamps, une concession pour l'exploitation de liaisons internationales "avec les Sociétés privées ou Administrations d'Etat avec lesquelles la Société avait conclu ou viendrait à conclure des accords de trafic".

LE MONDE ILLUSTRÉ

N° 3291. — 65e Année SAMEDI 15 JANVIER 1921 Prix du Numéro : 1 fr. 60.



nique sera de 5.000 HP, la puissance totale des moteurs et génératrices électriques de 10.000 kilowatts. Enfin la superficie totale des bâtiments aura 8.000 mètres carrés. Le centre pourra expédier huit télégrammes en même temps, en recevoir sept au début et quatorze, lorsque le besoin s'en présentera.

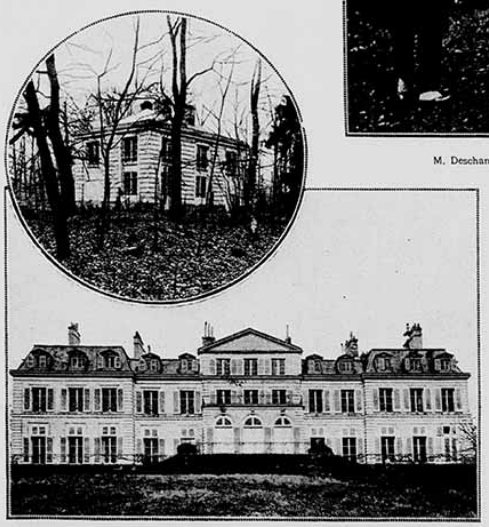
L'organisation sera équivalente comme efficacité à un vaste réseau de 50 câbles sous-marins, qui, partant de Paris et traversant les Océans, aboutiraient à toutes les grandes métropoles de l'univers. Un bureau central radioélectrique placé au centre de Paris acheminera les radiotélégrammes vers Sainte-Assise.

Vue d'ensemble de la future installation radio-électrique de Sainte-Assise.

LE CENTRE RADIOÉLECTRIQUE DE SAINTE-ASSISE

M. Deschamps, sous-secrétaire d'État aux P. T. T., en présence des attachés militaires étrangers, de nombreux parlementaires et de diverses personnalités du monde scientifique, a procédé près de Melun, exactement à Sainte-Assise, à la pose de la première pierre du plus puissant poste radio-électrique du monde. Installé par la Compagnie générale de T. S. F., ce nouveau centre, plus important que celui de Croix-d'Hins récemment inauguré, comprendra une station d'émission européenne et une station transocéanique. La France sera ainsi en communication permanente avec l'Europe entière, la Chine, le Japon, les Indes, l'Afrique du Sud, où se trouvent des postes récepteurs et émetteurs. Les antennes et la prise de terre exigeront la mise en œuvre de 214 kilomètres de fils de bronze de cuivre et d'acier. La puissance méca-

M. Deschamps, accompagné de M. Ouvré, député de Seine-et-Marne, à l'issue de la cérémonie.



Le Château de Sainte-Assise, où seront établis les services accessoires. — *En haut* : Le Pavillon pour essais et laboratoires.

Le Sous-Secrétaire d'État aux P. T. T. vient de cimenter la première pierre du plus puissant poste de T. S. F. du monde.

Les stations d'émission du centre de Sainte-Assise, avec leurs antennes, couvrent une superficie de 450 hectares.

Le contrat auquel était assignée une durée de 30 ans, partant du 1er janvier de l'année qui devait suivre l'achèvement des travaux, prévoyait l'érection, par la Compagnie, dans un délai de deux ans, après la signature de celui-ci, de deux stations distinctes : l'une pour les liaisons avec les pays d'Europe, l'autre pour les liaisons avec les pays hors d'Europe.Il était stipulé qu'en fin de Convention, la totalité des immeubles de la Société aussi bien que les installations réalisées pour l'exécution du contrat reviendraient gratuitement à l'Etat.

Après l'adoption du site de Sainte-Assise, d'une superficie de 450 hectares, la Compagnie Générale de Télégraphie Sans Fil décida d'y réunir les deux stations dénommées par la suite Transcontinentale et Continentale, mais qui, dans le projet initial, avaient été conçues comme entièrement distinctes; les installations d'énergie de secours, par exemple, étaient indépendantes les unes des autres. Elle créa, en outre, pour lui être substituée dans l'exécution du contrat, une filiale spécialisée sous le nom de Radio-France. Remarquablement organisés et de surcroît favorisés en 1921 par un été exceptionnel, les travaux permirent d'aboutir à la mise en service de la Station Continentale en octobre 1921 et à celle de la Station Intercontinentale le 7 août 1922. Entre temps, la Compagnie avait obtenu l'autorisation d'ouvrir un service radiotélégraphique avec Londres et un émetteur à lampes de quelques centaines de watts, installé provisoirement dans les communs de Sainte-Assise, pouvait fonctionner en permanence à partir du printemps de 1921. Vers 1925, Radio-France disposait ainsi de cinq postes de transmission commandés chacun directement par la table de trafic de la liaison correspondante du Bureau Central de la Compagnie à Paris :

- Le poste de transmission Paris-Londres : 3 chevaux, 2.000 à 3.000 mètres de longueur d'onde.
- Un poste double à la Station Continentale permettant deux liaisons simultanées pour l'Europe et l'Asie Mineure: 25 kW par élément et 9.000 à 10.000 mètres de longueur d'onde.
- Un poste double à la Station Transcontinentale permettant deux liaisons simultanées pour l'Amérique du Nord et l'Amérique du Sud, la Chine et le Japon : 2 éléments de 250 kW et 2 éléments de 500 kW, 15.000 mètres et 20.000 mètres de longueur d'onde, l'un servant de secours à l'autre. A l'apparition des ondes courtes et en marge du contrat, la Compagnie fit l'acquisition de 6 émetteurs à ondes courtes; quatre émetteurs étaient du type double à autoexcitation de la Société Française de Radioélectricité, un cinquième provenant de la compagnie anglaise Marconi Wireless était du même modèle que ceux avec lesquels cette compagnie avait équipé le réseau impérial britannique. Le sixième émetteur fabriqué par la Société Française de Radioélectricité et stabilisé par un oscillateur à quartz vint s'y ajouter vers 1929. Les puissances rayonnées étaient de l'ordre d'une dizaine de kilowatts. Les longueurs d'onde allaient de quinze à soixante mètres. Par la suite, d'autres émetteurs appartenant à la Compagnie Générale de T.S.F. et dont Radio-France assurait l'exploitation en régie, avaient été installés dans les locaux des Stations Continentale et Transcontinentale; ils étaient affectés à des liaisons radiotéléphoniques vers l'Amérique du Sud et l'ExtrêmeOrient.

Aux alentours de 1936, les émetteurs à autoexcitation furent remplacés par des émetteurs pilotés par quartz de conception simple et de réalisation robuste construits par

RadioFrance à l'atelier de Sainte-Assise. En 1939, à la déclaration de guerre, le Centre d'émission de Sainte-Assise assurait les communications radiotélégraphiques avec l'Amérique du Sud, la Chine, le Japon, le ProcheOrient et les principales capitales d'Europe. En radiotéléphonie, mais sous le couvert d'accords extracontractuels entre la Compagnie Générale de Télégraphie Sans Fil et l'Administration, les liaisons étaient assurées avec Buenos-Aires, Rio de Janeiro, Saigon, Le Caire et les paquebots du Sud-Atlantique pendant toutes leurs traversées.
Au moment de la Libération, les Allemands détruisirent complètement la grande Station Transcontinentale, bâtiment compris. Ils n'avaient toutefois fait qu'endommag superficiellement le matériel des autres stations, mettant cependant le Centre dans l'incapacité provisoire d'assurer une seule liaison. Cet état de choses ne dura pas lon car, en moins de quinze jours, deux liaisons à ondes courtes pour New York et Londres étaient utilisées par le G.Q.G. allié et la liaison commerciale reprenait avec l'Angleterre grâce à la remise en état de deux postes à lampes de 3 kilowatts à ondes moyennes. Petit à petit, les émetteurs à ondes courtes étaient reconstitués et permettaient une augmentation progressive du nombre des voies exploitées. L'exploitation sur ondes moyennes avait de même été rétablie avec deux émetteurs à lampes et deux alternateurs haute fréquence de 25 kW sur 9.000 à 10.000 mètres de longueur d'onde; un émetteur appartenant à l'Administration et qui avait été installé successivement à la station de Pontoise puis à celle de Croix d'Hins était venu s'y ajouter.
De 1945 à 1954, le nombre des émetteurs à ondes courtes de télégraphie fut porté à 18, auquel s'ajoutaient deux émetteurs de modèle ancien, susceptibles de travailler en téléphonie ainsi qu'un émetteur à bande latérale unique (BLU) du type 1944-47 à cinq longueurs d'ondes préréglées. Au titre des travaux de reconstruction, financés par le Ministère de la Reconstruction et de l'Urbanisme, la Compagnie équipa, de 1950 à 1953, la Station à ondes longues de deux alternateurs 250 kW Bethenod-Latour, pouvant fonctionner jusqu'à 20 kHz (15.000 mètres de longueur d'onde), ainsi qu'un émetteur à ondes moyennes de 45 kW. En même temps, étaient également installés un émetteur de 150 kW et un deuxième de 45 kW appartenant l'un et l'autre à l'Administration. Deux des 17 pylônes de 250 mètres existant avant la guerre avaient été endommagés, douze d'entre eux ont été maintenus à leur hauteur initiale tandis que trois autres étaient déplacés et raccourcis à 180 mètres pour supporter les antennes des nouveaux émetteurs à ondes moyennes.
L'antenne principale est actuellement constituée par quatre pyramides renversées, à base carrée de 400 mètres de côté. Elle couvre, à elle seule, une superficie de 64 hectares.
Dès avant et depuis la cessation des activités de la Compagnie Radio-France, les dispositions prévues par la Direction des Services Radioélectriques ont été orientées vers l'adoption de solutions radicales; celles-ci visaient à accélérer en matière d'exploitation, l'intégration de Sainte-Assise dans le programme général d'entraide, de développement et de modernisation des Stations du Service. Deux ans avant la date prévue pour l'expiration du contrat, l'exploitation des liaisons radiophototélégraphiques pour le compte de la Compagnie Générale de T.S.F. avait été interrompue; celle des liaisons radiotéléphoniques le fut un an plus tard, soit au 1er janvier 1953, tandis que la construction du bâtiment d'émission Nord-Ouest, pour le compte de l'Administration, était amorcée.
Dans le courant de 1954, une partie des liaisons télégraphiques de la Compagnie Radio-France fut transférée sur les émetteurs plus modernes des autres Stations de l'Administration; il fut ainsi possible d'interrompre complètement l'exploitation de l'ancienne Station Continentale au moment même où la livraison des premiers émetteurs BLI type 1954 permettait d'ouvrir au service permanent le bâtiment Nord-Est de Sainte-Assise; l'exploitation radiotéléphonique, entièrement concentrée à Pontoise pendant près de deux ans, fut répartie entre les deux Centres.On devait opérer de même en 1956, en réduisant l'exploitation du groupe des bâtiments Sud-Est à l'entrée en service du bâtiment Nord-Ouest; ce bâtiment était achevé et ouvert à l'exploitation au mois de mars 1956. Le programme de construction d'habitations, d'ateliers et de magasins adéquats était exécuté et le troisième bâtiment d'émission Sud-Ouest fut ouvert au service à partir de 1959. Entre temps, les installations d'alimentation d'énergie avaient été sensiblement améliorées et renforcées.Une ligne haute tension entièrement souterraine avait été mise en service entre Sainte-Assise et le poste de sectionnement de l'Electricité de France dit du "Pont de Mée", près de Melun. La puissance de la centrale thermique a été portée à 2.200 kW. L'ancien câble aéroporté a été abandonné. Le nombre des circuits de liaisons avec Paris a été augmenté et ils ont été répartis entre deux puis trois câbles souterrains entièrement distincts.En juillet 1970, le nombre des émetteurs installés est de 70 répartis comme suit :
Bâtiment Ondes Longues ou Nord-Est :
- 2 émetteurs, ondes myriamétriques de 125 kilowatts.
- 4 émetteurs, ondes kilométriques de 60 à 150 kilowatts.
- 6 émetteurs B.L.I., ondes décamétriques de 35 kilowatts.
Bâtiment Nord-Ouest :
- 6 émetteurs B.L.I. ondes décamétriques de 60 kilowatts.
- 15 émetteurs B.L.I. ondes décamétriques de 35 kilowatts.Bâtiment Sud-Ouest :
- 23 émetteurs B.L.I. ondes décamétriques de 20 kilowatts.Groupe Sud-Est (trois petits bâtiments) :
- 14 émetteurs ondes décamétriques - télégraphie mono-onde de 10 kilowatts. Tout en poursuivant l'extension des installations, on s'attachait à maintenir la plus grande homogénéïté possible dans l'équipement général des bâtiments et, sauf impossibilité, à la respecter rigoureusement à l'intérieur de chaque salle. Pour les émetteurs du Groupe Sud-Est enfin, on a poussé au maximum la recherche de la sécurité de fonctionnement afin d'en rendre possible l'exploitation télécommandée depuis le Bâtiment Sud-Ouest.Enfin, et parallèlement, on entreprenait non seulement le développement des moyens de contrôle afin d'en rendre l'utilisation instantanée et de les mettre à la portée des exploitants, mais encore celui des dispositifs de surveillance avec signalisation automatique des défauts, tout ceci dans le cadre d'un programme d'entraide méthodique et d'amélioration commun aux différents Centres du Service. Parmi les principales innovations apportées sur le plan technique, on citera encore :
- Le développement systématique des grilles bifilaires 600 ohms de répartition des aériens et des losanges doubles concentriques suivant la technique amorcée au Centre de Pontoise.
- L'utilisation d'émetteurs à sortie coaxiale avec passage de 60 ohms dissymétriques à 600 ohms symétriques par des lignes exponentielles avec ligne d'équilibrage et capacités série. Cette technique doit permettre une commutation émetteurs-aériens plus rapide et totalement indépendante du reste du trafic.
Le trafic du Centre de Sainte-Assise, étroitement associé à celui des trois autres centres d'émission, comprend :
Trafic point à point :
émissions radiotéléphoniques; émissions radiotélégraphiques de type F1 F6 (duoplex); multiplex harmoniques, TOR et MUX en direction de l'Afrique du Nord et Centrale, des deux Amériques et de l'Asie.
Trafic de diffusion :
Ce trafic est utilisé par : les Agences de presse; la Météorologie Nationale. bulletin et cartes météorologiques (fac-similé); le Centre National d'Etudes Spatiales et le Centre National d'Etudes des Télécommunications pour des émissions spéciales à caractère scientifique.
Il concerne plus particulièrement les ondes longues dont les caractéristiques de propagation se prêtent particulièrement bien à ce genre d'utilisation.

Quelques chiffres :
- une superficie de 450 hectares.
- 70 émetteurs de 10 à 250 kilowatts.
- des liaisons avec 45 pays répartis dans le monde entier.
- 132 antennes supportées par 377 pylônes de 25 à 250 mètres, reliées aux bâtiments par 110 kms de feeders bifilaires.
- 11.000 mètres de bâtiments techniques.
- 14 kms de réseau routier dont 7 kms goudronnées.

Plus près de nous...
Le 4 août 1984, le lancement du premier satellite géostationnaire de télécommunication français Télécom 1A fait entrer le centre de Saint Assise dans l'histoire de la transmission par satellite, tandis que les transmissions dites à ondes longues disparaissent peu à peu. Le centre prend en charge l'exploitation et la maintenance de stations terriennes du réseau de transmission de données Télécom 1.
Le 31 décembre 1990, les deux derniers circuits radio-téléphoniques avec les îles Commores sont arrêtés et l'exploitation de la partie transmission ondes longues restante est donnée à la Marine Nationale. L'antenne, supportée par les 10 pylônes de 250 mètres est désormais à l'usage exclusif de la Force Océanique Stratégique.
Le 1er novembre 1992, le Centre de Télécommunications par Satellite de Saint Assise est créé, remplaçant le Centre de Transmission Radio Electrique. La mise en service d'une première station équipée d'une antenne parabolique de 13 mètres de diamètre permet la mise sur orbite du "bouquet" de programmes de télévision sur le satellite Télécom 2A. 11 programmes de télévision, dont 2 dans le format 16/9, sont à destination des réseaux câblés et des antennes de réception directe installées chez les particuliers. L'installation de nouvelles stations va élargir le domaine d'activité du centre.
Aujourd'hui, outre les satellites français de la génération Télécom, des programmes TV sont émis vers les satellites des organisations internationales Eutelsat, Intelsat et la Société Européenne de Satellite (SES). C'est près de 40 programmes de télévision et 15 programmes de radio qui sont émis depuis Saint Assise. Depuis quelques mois, le centre de Saint Assise s'est spécialisé dans les procédés de transmission de TV numérique, ce qui le place dans une position privilégiée dans le développement de ces technologies d'avant-garde. C'est le premier centre à émettre sur satellite des programmes de télévision en numérique à destination du grand public.

Le Centre de Télécommunications par Satellite se spécialise aussi dans la construction et la mise en service de réseaux d'entreprise par satellite tant dans le domaine de l'audiovisuel que dans les transmissions de données. Un laboratoire de développement et de mise au point permet de tester les nouvelles technologies qui arrivent sur le marché international et de réparer les équipements venant du territoire national. Des stations transportables de reportage, aérotransportables ou embarquées sur camions, sont exploitées par une équipe du Centre de Saint Assise. Intervenant dans le monde entier, elles ont permis de suivre en direct les grands événements de notre époque, aussi divers

que : le tremblement de terre en Arménie, la guerre du Golfe, la guerre du Rwanda, les accords de paix du Proche Orient, ou les événements sportifs tels le tour de France, le rallye Paris-Dakar, les grands prix de Formule 1, le tournoi de Roland Garros, la coupe du monde de football, etc...

Ainsi le CTS de Saint Assise est encore en mutation, et se place toujours à la pointe des technologies modernes de communications. Signe de cette mutation et sa place à la pointe des technologies de communications, il y a quelques mois à peine, le Centre de Télécommunications par Satellite est devenu "TéléPort de St Assise".

Le 27 mars 1899, **Marconi** réalisa la première communication transmanche entre Douvres et Wimereux, près de Boulogne-sur-Mer, avec envoi d'un télégramme historique à Branly. Deux ans plus tard, il établit une liaison entre la Corse et le continent.
En décembre 1901, il réussit la première liaison transatlantique sans fil.
En 1902, il observe que la portée des transmissions augmente durant la nuit. Il expérimente un détecteur magnétique de son invention qui rend possible la **réception du son.**
En 1904, **Marconi** découvre la propriété directive des antennes horizontales et commence à utiliser la valve de Fleming. Celle-ci lui permet de créer dix ans plus tard le premier service de radiotéléphonie en Italie.
Les données météorologiques puis des prévisions commencèrent à être transmises par télégraphie sans fil aux navires en mer et les données provenant de ces derniers le furent dès 1905.
En 1916, **Marconi** montre la supériorité des **ondes courtes**, dont il s'attache à développer l'emploi.
En 1918, **Marconi** peut ainsi envoyer le premier message radio de l'Angleterre vers l'Australie.

Alors que commence l'épopée de la radio, Marconi est devenu un riche industriel comblé d'honneurs, membre d'un grand nombre d'académies et d'instituts scientifiques. Lauréat, en 1909, avec l'Allemand Karl Ferdinand Braun, du prix Nobel de physique, pour sa contribution au développement des communications par radio, il est élu sénateur en 1914, anobli en 1929 .

Au milieu des années 1910, les communications radio étaient une réalité.
En 1925 C'est la première communication **radiotéléphonique** intercontinentale sur ondes courtes par G. Marconi (entre Londres et Sydney).
Puis il accède, en 1930, à la présidence de l'Académie royale d'Italie.
Lorsqe Marconi l meurt, le 20 juillet 1937, toutes les stations de radio du monde lui rendent hommage en observant deux minutes de silence.

Les émissions de radio commerciales ont commencé dans les années 1920, mais le développement des communications radio reste une priorité pour les militaires. La communication à l'aide d'appareils appelés talkies-walkies est rapidement devenue partie intégrante des combats quotidiens pendant la Seconde Guerre mondiale.

Des choses se passaient également dans le secteur civil, mais en 1946, AT&T reçut l'autorisation de construire et d'exploiter le premier service de téléphonie mobile au monde à St. Louis, dans le Missouri. Le système consistait en une station de base avec un émetteur à six canaux. Les téléphones étaient installés dans les voitures et utilisaient de grosses batteries cachées dans le coffre. Le système s'est répandu rapidement et, en quelques années, il a été utilisé par environ 1 000 abonnés dans 25 villes au total.

Il y avait cependant de nombreux inconvénients. Le matériel était encombrant, lourd et coûteux. La qualité de la transmission était inégale et souvent très mauvaise. Mais le plus gros problème était qu'il n'y avait pas suffisamment de fréquences radio disponibles pour permettre au système d'être utilisé par un grand nombre d'abonnés. Il a fallu de nombreuses années avant que les autorités chargées de l'attribution des fréquences soient disposées à accorder des fréquences pour la téléphonie mobile.
Le problème était que les fréquences disponibles pour la téléphonie mobile ne pouvaient pas être utilisées de manière suffisamment efficace. Rares sont les utilisateurs qui consomment trop de bande passante. Cependant, en 1947, AT&T a introduit le concept cellulaire selon lequel des zones géographiques plus vastes étaient divisées en cellules, chacune avec sa propre station de base et ses propres canaux. Les fréquences disponibles pourraient être utilisées en parallèle dans différentes cellules sans se perturber mutuellement ni empiéter sur d'autres fréquences.

La téléphonie mobile pouvait désormais en théorie gérer un grand nombre d'abonnés, mais la technologie faisait encore défaut. Il a fallu attendre le développement des transistors et des microprocesseurs pour disposer de la technologie permettant de mettre en œuvre le concept cellulaire.

Il y avait aussi un obstacle politique. Dans la plupart des pays, la téléphonie a longtemps été le domaine des monopoles d'État. Cela garantissait souvent un service téléphonique peu coûteux et fiable, mais l'intérêt pour le développement et le changement était limité.

Même dans les pays où les services téléphoniques étaient exploités par des entreprises privées, il existait souvent une situation de monopole et ce n'est que lorsque cette situation a été modifiée que la téléphonie mobile a pu réaliser une percée.

C'est après le cataclysme de la Grande Guerre que les radiocommunications se transforment en radiodiffusion et que les ondes entrent dans les foyers pour se muer en technologie du quotidien. Quelques pionniers, initiés aux communications militaires, bricolent déjà des postes durant leurs loisirs. Il faut attendre les années 1920 pour voir apparaître les premières stations aux États-Unis et en Europe.
En Pennsylvanie, la Westinghouse Electric Co Manufacturing Company KDK est crée le 2 novembre 1920.
Restée dans les mémoires comme la première station commerciale de l'histoire, elle émet une heure tous les soirs pour soutenir les ventes de postes récepteurs.

En France, c'est également l'enjeu de la sortie de guerre et de la reconversion des moyens militaires qui explique l'apparition d'une offre radiophonique civile. Comme nous l'avons vu, le 24 décembre 1921, le poste de la tour Eiffel émet pour la première fois. L'auditeur apparaît, l'amateur sans-filiste se marginalise; sempiternelle victoire de la massification et du grand public sur les rares passionnés des premiers jours.
Avec la structuration d'une offre plus adaptée au grand public qui ne souhaite pas « bricoler » son poste, mais simplement écouter ce qu'il reçoit, les années 1930 voient se mettre en place une offre de programmes qui s'enrichit et se stabilise. La musique, les retransmissions sportives et les soap operas font leur apparition. Ces derniers, sponsorisés aux États-Unis par des marques en quête de notoriété où les marchands de produits d'entretien se taillent la part du lion, créent une habitude d'écoute qui donne la sensation à l'auditeur d'avoir rendez-vous avec son programme, d'être devenu un fidèle des aventures d'Amos et Andy ou, en France, de la famille Duraton, feuilleton diffusé sur Radio Cité à partir de 1937.
Aux Etats Unis, la radio connait son heure de gloire en 1938 avec le célèbre canular radiodiffusé d' Orson Welles, qui met l'Amérique en émoi. Avec le transistor et la modulation de fréquence (FM), le succès de la radio devient planétaire. Malgré l'arrivée du numérique, la radio reste populaire, particulièrement en France, ou elle est une source d'information privilégiée ...

Dès la fin de la guerre, l'information directe, rapide et sûre, apparut à toutes les nations comme l'un des facteurs essentiels de leur vie économique, de leur rayonnement intellectuel et de leur sécurité.
La nécessité de multiplier et de perfectionner les moyens de communiquer à distance s'imposa dès la reprise des échanges de toutes sortes, qui prit rapidement d'autant plus d'ampleur que le déséquilibre matériel et moral créé par la guerre avait été plus profond.
La télégraphie par les câbles sous-marins assurait avant la guerre la presque totalité des relations rapides à travers les océans. L'Angleterre et les États-Unis possédaient chacune environ 40 p. 100 de ces câbles, alors que la longueur des câbles français atteignait à peine 8 p. 100. La France se trouvait donc en état d'infériorité, on devrait dire de servitude, vis-à-vis de l'étranger, non seulement pour ses communications avec les autres pays, mais aussi pour ses liaisons avec plusieurs de ses propres colonies et notamment l'Indochine.
Par ailleurs, on devait reconnaître très vite que le réseau mondial des câbles était loin de suffire aux besoins. Dès 1920, les câbles, surchargés de trafic, ne parvenaient plus à l'écouler. La situation des réseaux de lignes terrestres n'était pas meilleure. Aussi les délais de transmission des messages étaient-ils excessifs. Chaque jour des milliers de télégrammes restaient en souffrance. La reprise des relations internationales et, notamment de l'activité économique, risquait d'être entravée du fait de l'insuffisance des communications télégraphiques.
Les nations qui possédaient les réseaux de câbles les plus étendus s'organisaient aussitôt pour faire face à cette situation et pour conserver leur quasi-monopole de fait.
L'Angleterre et les États-Unis demandaient à la télégraphie sans fil, dont la guerre avait fait ressortir les prodigieuses possibilités, d'apporter un remède efficace" à une situation dont la gravité s'accroissait de jour en jour. Les industriels radio-électriques de ces deux pays entreprenaient un effort technique considérable, et bientôt l'Angleterre et les États-Unis pouvaient disposer de stations puissantes et ouvrir de nouveaux services radiotélégraphiques internationaux.
Après avoir été assujettie aux câbles étrangers, la France allait-elle être forcée de s'en remettre, encore une fois, à l'industrie étrangère du soin d'assurer ses communications ? Ou bien son industrie nationale allait-elle lui donner le pouvoir de posséder, chez elle, des stations puissantes lui permettant de communiquer directement avec les autres pays et avec ses propres colonies ?
Les techniciens français n'avaient pas manqué d'étudier les problèmes soulevés par la création de radiocommunications rapides et sûres à grande distance.
Ceux qui avaient si bien donné la mesure de leurs capacités d'invention et de réalisations pendant la guerre pouvaient proposer dès 1919 des procédés et du matériel

complètement au point et dont les qualités éminentes devaient se confirmer par la suite.
En l'état de la technique en 1919, on ne pouvait envisager, pour les radiocommunications à grande distance, que les ondes longues de l'ordre de plusieurs miliers de mètres. Les ondes inférieures, et notamment les ondes courtes, avaient, à vrai dire, été employées dès les premières expériences de T.S.F. Les petits appareils dont on disposait alors les produisaient naturellement. Mais, dès que l'on voulut, afin d'augmenter les portées, accroître la puissance des émetteurs, il fallut employer des ondes de plus en plus longues auxquelles s'adaptaient beaucoup mieux les dispositifs qu'on possédait. Au surplus, on avait constaté que les ondes courtes se comportaient de façon très irrégulière et étaient le siège de phénomènes très particuliers dont on n'avait pas encore pu dégager les lois et qui compromettaient la sécurité des liaisons à grande distance.
La propagation des ondes longues était beaucoup mieux connue et l'on savait qu'elle pouvait s'effectuer à peu près régulièrement jour et nuit. Pour établir une bonne communication permanente entre deux points, la difficulté consistait surtout à mettre en jeu, avec un rendement acceptable, une puissance élevée.
Ainsi, les ingénieurs recherchaient la solution du problème des radiocommunications à grande distance dans la réalisation de postes émetteurs très puissants et à ondes très longues.
On eut recours d'abord au principe de l'arc de Poulsen. La Société Française Radio-Électrique en avait, pour sa part, établi une bonne réalisation. Mais l'arc offrait un grave inconvénient inhérent à sa nature même, celui de produire des harmoniques très nombreux et très intenses. Le rendement de ce procédé était donc médiocre; la puissance mise en jeu n'était effectivement utilisée que pour une faible part sur l'onde de travail, le reste étant gaspillé dans des radiations secondaires qui, d'ailleurs, causaient des perturbations à d'autres liaisons.
Dès 1912, la Société allemande Telefunken avait construit un ensemble comportant un alternateur et des transformateurs de fréquence (selon le principe de l'ingénieur français Maurice Joly) qui émettait des oscillations de haute fréquence dans une antenne, il est vrai avec un médiocre rendement. Pour dissiper l'énergie calorifique, les transformateurs devaient être refroidis par des circulations d'eau.
En 1913, l'ingénieur allemand Rudolf Goldschmidt avait réalisé, selon un principe dû à notre éminent compatriote le professeur Boucherot, des alternateurs engendrant des courants de haute fréquence. Mais ces machines, fort délicates, avaient donné de graves mécomptes et, dès le commencement de l'année 1913, à la Société Française Radio-Électrique, un projet d'alternateur plus simple avait été conçu.
La réalisation de ce projet soulevait alors des difficultés mécaniques considérables : pour obtenir directement des fréquences élevées, qui devaient atteindre au moins 500 fois celles des alternateurs industriels, on était entraîné à l'adoption de vitesses périphériques inusitées, de pas polaires très faibles et d'entrefers extrêmement réduits.
Or une vitesse trop grande accroît les pertes par frottement et provoque des efforts anormaux dans les parties tournantes, donc des déformations élastiques importantes et des trépidations dangereuses qui risquent de produire le décollement des enroulements. Si l'entrefer est très petit, la précision de la construction doit être extraordinaire pour que le rotor ne vienne pas au contact du stator.
Les efforts persévérants et conjugués de la Société Française Radio-Électrique et de la Société Alsacienne de Constructions Mécaniques de Belfort ont résolu ce difficile problème avec un succès inégalé. Malheureusement, la guerre étant venue interrompre ce genre de travaux, ce n'est qu'en 1915 que la première machine (d'une puissance de 5 kilowatts) fut réalisée et mise en service au poste de Lyon (La Doua).
Fin 1918 , un alternateur de 125 kilowatts était installé à la station de Lyon (Il y tourne encore après dix-sept ans de service. Ce n'est donc pas sans "humour" qu'on se reporte aux rapports d'expertise qui prédisaient une vie courte et pénible, cinq ans tout au plus, à notre alternateur, aujourd'hui vieux serviteur lyonnais qui a contenté tous ses maîtres).
L'alternateur français à haute fréquence et à grande puissance était créé, et ses qualités dépassaient les espérances les plus optimistes (Les ingénieurs qui ont spécialement contribué à ce grand succès sont MM J. Bethenod et Marius Latour, à la Société Française Radio-Électriques, MM. Roth, Belfils et Bilieux, à la Société Alsacienne et Constructions Mécaniques. Le régulateur spécial a été l'œuvre de M. Thury).
Son fonctionnement se révélait impeccable, l'onde émise était très pure, tout à fait dépourvue d'harmoniques et très stable.
Ce type d'alternateur a été construit pour des puissances diverses, depuis 25 kilowatts jusqu'à 500 kilowatts, et pour des longueurs d'ondes de 8 000 à 20 000 mètres. La vitesse de rotation de ces machines, variant de 2 500 tours par minute pour l'alternateur de 500 kilowatts à 6 000 tours par minute pour l'alternateur de 25 kilowatts, était maintenue rigoureusement constance par un régulateur à action très rapide, quelles que fussent les variations de charge auxquelles elles pouvaient être soumises.
Tournant dans une atmosphère raréfiée pour éviter les pertes par ventilation, énergiquement refroidi par une circulation d'huile sous pression d'une réalisation très ingénieuse, l'alternateur à haute fréquence offrait un rendement très élevé : plus de 84 p. 100 pour la machine de 500 kilowatts.
Quand à la manœuvre de ces alternateurs, elle était d'une simplicité extrême.
Dès que fut achevée la réalisation définitive de l'alternateur à haute fréquence, la Société Française Radio-Électrique se préoccupa d'ajouter aux remarquables qualités de la machine elle-même, des procédés susceptibles d'en augmenter la facilité et la souplesse d'exploitation.
A cette fin, fut étudié le système du couplage électrique en parallèle grâce auquel les alternateurs d'une station pouvaient débiter en parallèle sur l'antenne pour augmenter ainsi, selon les nécessités du trafic, la puissance de l'émission.
De même, le problème de la transmission "en multiplex", pour permettre à plusieurs alternateurs à haute fréquence d'une même station de transmettre simultanément, sur le même réseau d'antennes, plusieurs télégrammes différents sur des longueurs d'ondes différentes, en évitant les réactions mutuelles de toutes ces émissions les unes sur les autres, fut l'objet de recherches très poussées qui aboutirent à la réalisation d'un dispositif supprimant, par un procédé de compensation, les influences mutuelles électromagnétiques et électrostatiques et permettant à chaque alternateur de transmettre indépendamment.
Grâce à ces deux dispositions, la même station pouvait donc se comporter, suivant les nécessités de son exploitation, ou bien comme une station unique de puissance égale à la somme des puissances des alternateurs qu'elle possédait, ou bien comme autant de stations différentes qu'elle comprenait d'alternateurs.
Il convient de rappeler encore une belle réalisation des laboratoires de la Société Française Radio-Électrique : le multiplicateur statique de fréquence. Nous avons vu plus haut que les alternateurs à haute fréquence avaient été conçus pour permettre l'utilisation de longueurs d'ondes comprises entre 8 000 et 20 000 mètres, favorables aux communications à grande distance. Cependant, pour des portées réduites, il pouvait être, dans certains cas, plus avantageux d'utiliser des ondes moins longues. Les multiplicateurs de fréquence furent conçus pour cet objet. Cet appareil, fondés sur la génération artificielle des harmoniques par des circuits magnétiques constitués par des tôles d'un alliage spécial au nickel, étaient intercalés entre l'alternateur et l'antenne. L'alternateur débitait son courant de haute fréquence et le multiplicateur doublait ou triplait automatiquement cette fréquence. L'émission s'effectuait ainsi sur une longueur d'onde qui n'était que la moitié ou le tiers de la longueur d'onde de l'alternateur.
La mise au point de ces multiplicateurs de fréquence avait exigé des recherches longues et variées. Il était indispensable en effet que l'action de cet organe intermédiaire n'apportât pas une réduction de la puissance utile. Cette condition obligea les ingénieurs à de nombreux travaux sur les alliages métalliques pour la composition des tôles des circuits du multiplicateur. On parvint ainsi à réaliser des doubleurs et des tripleurs de fréquence dont le rendement atteignait 90 p. 100. Toutefois pour les postes puissants, nous avons accordé la préférence à la solution de l'alternateur débitant directement à la fréquence finale.

***En France* :** Les stations à ondes longues suivantes ont été équipées avec les machines à haute fréquence de la Société Française Radio-Électrique :
la station de Croix-d'Hins (près de Bordeaux) : 1 alternateur de 500 kilowatts.
la station de La Doua (près de Lyon) : 1 alternateur de 125 kilowatts.
le grand centre radio-électrique de Sainte-Assise : 4 alternateurs de 25 kilowatts pour le trafic européen, 2 alternateurs de 500 kilowatts,2 alternateurs de 250 kilowatts pour le trafic transocéanique.
Dans les colonies françaises :
la station de Bamako : 2 alternateurs de 125 kilowatts. la station d'Hanoï :1 alternateurs de 25 kilowatts. la grande station de Saïgon :
2 alternateurs de 500 kilowatts. 1 alternateurs de 200 kilowatts. 1 alternateurs de 25 lkilowatts.
la station de Tananarive : 2 alternateurs de 150 kilowatts.

En Europe *:*
Belgique : la station de Ruysselde : 3 alternateurs de 250 kilowatts.
Italie :
la station de Coltanoe : 1 alternateurs de 500 kilowatts. 1 alternateur de 250 kilowatts. 1 alternateur de 25 kilowatts.
la station de Milan : 2 alternateurs de 25 kilowatts.
Roumanie : la station de Bucarest : 2 alternateurs de 50 kilowatts.
Tchécoslovaquie : la station de Podebrady, près de Prague : 2 alternateurs de 50 kilowatts.
Turquie : la station d'Istamboul : 2 alternateurs de 25 kilowatts.
Yougoslavie : la station de Belgrade : 2 alternateurs de 25 kilowatts.

Hors d'Europe *:*
Brésil : la station de Rio de Janeiro : 1 alternateur de 500 kilowatts.
Chine : la station de Yunnan Fou : 1 alternateur de 25 kilowatts.
Japon : la station de Funoboshi : 3 alternateurs de 250 kilowatts. 2 alternateurs de 50 kilowatts. 2 alternateurs de 25 kilowatts.
Syrie : la station de Beyrouth : 2 alternateurs de 25 kilowatts.
Turquie : la station d'Ankara : 1 alternateurs de 250 kilowatts.

Parallèlement à l'étude des alternateurs, les ingénieurs de la Société Française Radio-Électrique poursuivaient leurs recherches dans la voie qu'avaient ouverte le professeur Fleming et Lee de Forest par leurs travaux sur les valves.
A la suite des perfectionnements apportés pendant la guerre aux lampes à trois électrodes, qui avaient révolutionné la technique des récepteurs, on avait pu constater que ces lampes constituaient d'excellents générateurs d'oscillations entretenues.
Ce fut le point de départ d'une technique nouvelle dont les immenses perspectives se découvrirent peu à peu.
En fait, c'est l'utilisation des lampes à trois électrodes comme générateurs d'ondes entretenues qui allait conduire en quelques années à la radiodiffusion, à l'emploi des courtes, à la télévision, etc.
En 1919, la lampe n'apparaissait encore que comme un organe permettant d'engendrer simplement et facilement des ondes aussi parfaitement entretenues que celles produites par les alternateurs de haute fréquence, mais avec une puissance relativement faible.
Pour des liaisons régulières, de l'ordre d'un millier de kilomètres, on hésitait entre deux solutions : ou bien construire de tout petits alternateurs, ou bien créer des lampes beaucoup plus puissantes que celles dont on disposait.
On sait que la solution préférée fut la seconde.
On savait fabriquer des triodes d'une puissance utile de 500 watts, mais la réalisation d'une puissance supérieure se heurtait à de graves difficultés.
En couplant plusieurs lampes en parallèle, la Société Française Radio-Électrique réussissait, à la fin de l'année 1920, à établir un émetteur d'une puissance utile de 2 kilowatts et demi.
Installé dans les laboratoires de Levallois, ce poste fonctionnant sur l'onde de 2 300 mètres communiquait avec la station anglaise de Chelmsford, près de Londres, au début de janvier 1921, et procurait des résultats tout à fait remarquables : on parvenait à réaliser une vitesse de manipulation de 160 mots à la minute. Aussi, le 8 janvier 1921, l'Administration Française des P.T.T. qui ne pouvait suffire au moyen des lignes et câbles à écouler tout le trafic Paris-Londres avait recours à cet émetteur pour assurer un service public radiotélégraphique avec la Grande-Bretagne.
Un modèle identique était installé au centre de Sainte-Assise, au mois de mars de la même année. Les résultats obtenus avec ce nouvel appareil confirmaient absolument les qualités du prototype.
Perfectionnés chaque année, au fur et à mesure que la technique des lampes réalisait des progrès, les émetteurs à ondes entretenues de la Société Française Radio-Électriques devaient affirmer leur succès, non seulement pour les radiocommunications entre points fixes, mais aussi, comme nous le verrons plus loin, pour les liaisons radio-électriques de la Marine et de l'Aéronautique.
Parmi les stations de grand trafic équipées avec les émetteurs à lampes, à ondes moyennes, de la Société Française Radio-Électrique, on peut citer :
le centre de Sainte-Assise, de la Compagnie Radio-France, qui utilise ces appareils pour les liaisons avec Londres et Madrid,
la station italienne de Milan,
la station lithuanienne de Kaunas,
les stations turques d'Ankara et d'Istamboul,
la station chilienne de la Quinta Normal (Santiago de Chili)
etc..

L'utilisation de très grandes longueurs d'onde et la mise en œuvre de grosses puissances devaient conduire à développer considérablement les antennes. En particulier, il était nécessaire d'augmenter leur capacité pour éviter que les tensions ne puissent dépasser la limite de 150 000 volts efficaces, au-dessus de laquelle l'isolement devenait difficile et les pertes par effluves trop importantes.
En second lieu, il y avait intérêt à dégager ces antennes de tous les obstacles naturels (mouvements de terrain, végétation, etc.) susceptibles de former écran et d'absorber une partie de l'énergie rayonnée.
Pour ces principales raisons, on était conduit à réaliser de véritables nappes de fils couvrant une grande superficie de terrain et aussi élevées que possible.
Le problème qui se posait ainsi aux techniciens présentait deux aspects.
L'un, d'ordre mécanique, comportait l'étude des procédés et des dispositifs susceptibles de donner à un tel ensemble un équilibre et une résistance à l'épreuve des efforts dûs aux vents;
L'autre, d'ordre électrique, consistait dans la recherche des moyens propres à assurer un excellent rendement à l'antenne en réduisant au minimum les pertes de toute nature auxquelles un pareil réseau aérien parcouru par des courants intenses était exposé.

La nécessité de soutenir à des hauteurs de plus de deux cents mètres des antennes formées de nappes horizontales de fils et mesurant jusqu'à 3 kilomètres de long sur plusieurs centaines de mètres de large, allait déterminer la création d'une technique spéciale à cette sorte de construction métalliques.
Dans ce domaine, on connaissait déjà le cas très simples des lignes de transport d'énergie électrique. Celles-ci sont soutenues par des pylônes de faible hauteur (généralement 30 mètres, quelquefois 50 mètres, rarement davantage).
Pour les grandes stations radio-électriques on avait besoin de supports de 250 mètres de hauteur, capables de résister normalement à des efforts de traction de l'ordre de 10 000 kilogrammes (traction horizontale appliquée au sommet).
Les Américains avaient adopté un système de tour métallique établi sur le même principe que la Tour Eiffel. On construisait une poutre à treillis de forme pyramidale, supportée généralement par trois ou quatre jambes, également à treillis. L'ouvrage reposait sur des massifs en béton dans lesquels étaient scellées les membrures inférieures. La résistance mécanique d'un tel ensemble ne pouvait être obtenue qu'au prix d'un tonnage de fer très élevé. Au reste, le montage était long et difficile. Pour des tours de grande hauteur, par exemple celles qui furent construites à la station de Croix-d'Hins par la Marine américaine, il fallait commencer par édifier un pylône de montage. En outre, les travaux d'érection étaient fort dangereux. Le montage des tours de Croix-d'Hins fut marqué par plusieurs accidents mortels.
Aussi, la Société Française Radio-Électrique avait-elle éliminé la solution du genre Tour Eiffel en donnant, dès avant la guerre, sa préférence aux pylônes haubanés.
Un tel pylône se compose d'une poutre à treillis, généralement de section constante du sommet à la base. Cette section est très faible eu égard à la hauteur. Par exemple, les pylônes qui supportent l'antenne de Sainte-Assise ont une section carrée de 2 mètres de côté pour une hauteur de 250 mètres.
Des haubans en câble d'acier sont fixés d'une part aux membrunes, à différentes hauteurs, et d'autre part, par l'intermédiaire de tendeurs réglables, à des massifs de béton qui les ancrent au sol.
Ces haubans, constitués par des aciers à haute résistance mécanique, dont la charge de rupture atteint 200 kilogrammes par millimètre carré, ont un diamètre très faible, ce qui contribue à réduire leur poids et leur prise au vent.
La base du pylône repose sur un massif en béton auquel elle est fixée pour éviter le glissement.
On conçoit facilement que ce type de pylône, grâce à sa section très réduite, à la finesse de ses membrures et à ses haubans, ait déjà, sur les tours encastrées dont nous avons parlé plus haut, le gros avantage d'économiser un poids de fer considérable. Pour en donner une idée, une tour de 250 mètres de Croix-d'Hins pèse 560 tonnes, tandis qu'un pylône haubané de 250 mètres n'atteint pas 120 tonnes, charpente métallique et haubans compris.
Par ailleurs, les pièces du pylône haubané peuvent être usinées en série, tandis que celles de la tour encastrée sont plus diverses, avec des assemblages plus compliqués, donc d'une fabrication plus coûteuse.
On ne s'étonnera donc pas que le prix d'établissement d'un pylône haubané, de 250 mètres, soit cinq fois moins fort que celui d'une tour de Croix-d'Hins.
Quant au montage du pylône haubané, il présente la même simplicité que celui des pièces d'un "meccano".
Sans entrer dans des considérations qui sortiraient du cadre de cet ouvrage, on peut remarquer qu'un support d'antenne de T.S.F, est soumis à deux sortes d'efforts : un effort au sommet exercé par la nappe de fils d'antenne et un effort sur les éléments du support exercé par le vent. Pour les supports de grande hauteur, les efforts du vent sont considérablement plus grands que l'effort dû à l'antenne qui, dans bien des cas, peut être considéré comme négligeable devant le premier. Cette remarque permet d'apprécier la supériorité mécanique du pylône haubané sur une tour sans haubans. D'abord la prise au vent du premier est très inférieure à celle de la seconde. En outre, la tour, n'ayant comme appui que son scellement de base, sera l'objet d'efforts dont le bras de levier ira en augmentant jusqu'à atteindre la hauteur totale, tandis que la charge d'un pylône haubané maintenu par ses cours de haubans en plusieurs points, de la base au sommet, restera toujours très limité.
A ce jour, la Société Française Radio-Électrique a installé plus de 250 pylônes représentant une hauteur totale de 35 000 mètres. Certains d'entre eux, en service depuis près de vingt ans, ont eu à supporter en France, aux colonies et à l'étranger, tous les efforts statiques et dynamiques auxquels de tels ouvrages peuvent être soumis (orages, tornades, surcharges de neige ou de glace, etc.). Cette épreuve du temps vaut encore mieux que les démonstrations techniques. Nous n'avions d'ailleurs pas manqué d'administrer celles-ci en proposants ces travaux assez hardis, dont les projets ne furent pas toujours approuvés d'emblée par les organismes de contrôle. En général, ceux-ci estiment, d'ailleurs à juste titre, que leur responsabilité est moins exposée quand on a recours à des dispositifs consacrées par l'usage.
Avant de quitter la question des pylônes, il convient d'ajouter que, l'avènement des ondes courtes dans le domaine des radiocommunications, dont nous parlerons plus loin, ayant entraîné la constitution d'antennes différentes de celles qui nous occupent ici, il a fallu, dans la suite, créer des pylônes de types adéquats aux nouveaux réseaux aériens.
La Société Française Radio-Électrique a construit pour cet objet un pylône spécial dont la hauteur peut atteindre jusqu'à 100 mètres et qui s'apparente au pylône haubané, dont il a gardé tous les avantages .

Le fait de disposer, dans l'antenne, d'une grande puissance à haute fréquence ne suffit pas à assurer à l'émission toute l'efficacité désirable. Il faut encore que cette énergie soit

effectivement rayonnée.
Les causes de déperditions d'énergie dans une antenne sont diverses. En premier lieu, il y a l'effet Joule : dissipation d'énergie sous forme de chaleur dans les fils d'antenne. On réduit ces pertes en donnant aux conducteurs une section suffisante et en multipliant le nombre de fils.
Les isolateurs peuvent être aussi, si l'on n'y prend garde, le siège de pertes importantes par hystérésis diélectrique et par effluves. Ces pertes ont pu être limitées, d'une part, à la suite d'études sur les isolateurs et, d'autres part, en utilisant des répartiteurs de potentiel. En outre l'on s'est astreint à ne pas dépasser, dans l'antenne, des tensions de l'o 150 000 volts.
Enfin, les pylônes et leurs haubans contribuent aussi à absorber de l'énergie par suite notamment des effets électrostatiques. Ici, le problème était plus difficile, les isolateurs ayant à supporter des efforts mécaniques considérables.
Les ingénieurs sont parvenus, néanmoins, à réaliser des dispositifs isolants pouvant être intercalés dans les haubans et dont la charge de rupture dépasse 250 tonnes.
La Société Française Radio-Électrique a réussi également à isoler ses pylônes haubanés en appuyant l'élément de base, par l'intermédiaire d'une rotule, sur une pile de galettes isolantes reposant elles-mêmes sur le massif de fondation. On peut voir les derniers modèles de pylônes ainsi isolés à la station de radiodiffusion du Poste Parisien (pylônes de 120 mètres) et à la station radiotélégraphique de la Crau (pylônes de 250 mètres).

Enfin, il y a une autre cause de pertes qui réside dans la prise de terre si l'on ne prend pas de précautions. Le sol qui s'étend sous l'antenne et les végétations qui le recouvrent sont de mauvais conducteurs ou, si l'on veut, de mauvais isolants. Il peut donc y avoir dans ce milieu une forte dissipation d'énergie à la fois par effet Joule, courants de Foucault et hystérésis diélectrique.
Pour y remédier, on s'était contenté tout d'abord d'enfouir dans le sol des plaques de cuivre ou de zinc. Mais la surface de ces plaques, qui de pouvait dépasser quelques centaines de mètres carrés en raison du prix de revient, était généralement très inférieure à la superficie couverte par l'antenne. Un grand nombre de lignes de force issues de l'antenne ne rencontraient pas cette armature métallique. Les pertes restaient considérables.
On avait préconisé ensuite l'emploi d'un réseau métallique placé entre l'antenne et le sol et appelé contrepoids. Les premiers résultats avaient été médiocres, la technique n'ayant pas eu, tout d'abord, sur le rôle exact de ces organes une opinion bien assise. Après des études systématiques on est parvenu à de bons résultats en donnant à ces écrans une grande surface et une forte densité de fils. Mais ces contrepoids ont l'inconvénient de coûter très cher, notamment en raison de la nécessité de les isoler d'une façon parfaite. Leur emploi doit donc se limiter aux cas où leur surface n'est pas très grande. Mais, pour des antennes très développées, couvrant une superficie de 50 à 100 hectares, un tel procédé n'est pas recommandable.
On eut aussi l'idée d'améliorer la prise de terre en enterrant sous l'antenne un réseau de fils de cuivre. Dans les premières installations de ce genre, les fils étaient peu nombreux et leur action n'était pas très efficace. On fut donc amené à en augmenter la densité pour réaliser une véritable armature métallique sous l'antenne. Mais cela coûte cher tout en ne supprimant pas les pertes par courants de Foucault.
En raison des inconvénients de tous ces procédés, la Société Française Radio-Électriques entreprit de longs travaux sur la question et adopta un système de "terres multiples" consistant dans un réseau de fils métalliques tel que celui dont nous venons de parler, mais dont on amène directement au poste les courants de terre qui y circulent par des conducteurs aériens, qui relient ainsi différents points de la prise de terre à la station. Ces canalisations aériennes offrent aux courants de haute fréquence des chemins de moindre résistance que la terre, et les pertes en sont considérablement réduites. Cette disposition, dont le principe peut paraître simple, avait cependant nécessité des essais de mise au point assez délicats pour déterminer la meilleure disposition des terres multiples, la constitution des lignes, les conditions de leur équilibrage par self-inductance et capacités. Ce procédé, mis en service, pour la première fois à la station de Sainte-Assise, permettait d'abaisser la résistance de l'antenne à 0,5 ohm , alors qu'en déconnectant les lignes de terre cette résistance atteignait près de 2 ohms, soit quatre fois plus.

En 1922 la revue "La science et la vie" de février-mars, raconte :

LES DERNIERS PERFECTIONNEMENTS DE LA TÉLÉPHONIE SANS FIL Par Jean MARCHAND INGÉNIEUR I. E. G.

Presque tous les grands quotidiens ont relaté les résultats remarquables obtenus par la téléphonie sans fil, non plus au cours d'expériences longuement préparées, mais dans le domaine des applications pratiques.
C'est ainsi qu'on a pu signaler les services rendus par ce nouveau mode de communication appliqué aux avions commerciaux. Les avions « Goliath », de la Compagnie des Grands Express Aériens, partis de l'aérodrome du Bourget et se dirigeant sur Lausanne, ont pu se tenir constamment en liaison téléphonique avec l'un ou l'autre de ces deux terrains d'atterrissage.

L'an dernier, exactement le 12 novembre 1921, le paquebot *Paris*, de la Compagnie Générale Transatlantique, ayant à son bord des délégués du gouvernement français se rendant à la conférence de Washington, et muni au dernier moment d'un petit poste radiotélégraphique d'avion de la Société Française radioélectrique, a pu communiquer, par téléphonie sans fil, soit avec la devant le microphone de la station de sainte-assise côte française, soit avec la côte américaine, à lires de 1.000 kilomètres.
Tous les journaux ont reproduit un long message destiné à M. Paul Laffont, sous-secrétaire d'Etat des Postes et Télégraphes, qu'un passager du Paris a téléphoné le 13 novembre alors que le paquebot était à 163 kilomètres de la côte française.
Le *Paris*, continuant sa route, conservait sans interruption la communication avec la France et on l'entendait encore parler, alors qu'il en était éloigné de 953 kilomètres (515 milles).
Le poste français correspondant était identique au poste du *Paris* et avait été installé au dernier moment à Ouessant.
Toute la presse a rendu également compte d'une démonstration particulièrement. intéressante qui a eu lieu le 20 novembre 1921 à Paris. Les convives d'un banquet donné à l'hôtel Lutetia par la Société amicale des Ingénieurs de l'Ecole supérieure d'électricité, ont pu entendre, par téléphonie sans fil, un concert vocal qui avait lieu à la station de T. S. F. de Sainte-Assise (Scine-cl-Marne).
Les auditeurs, enthousiasmés, ont applaudi la Marseillaise, la valse de Mireille et un air du Barbier de Séville, chantés par Mlle Brothier, de l'Opéra-Comique, à 40 kilomètres de la salle du banc.
La voix était entendue de tom avec une grande il lensité et une netteté parfaite. Ce concert, fut entendu par de nombreuses stations radioélectriques françaises et étrangères, dans un rayon de plus de 1.000 kilomètres.

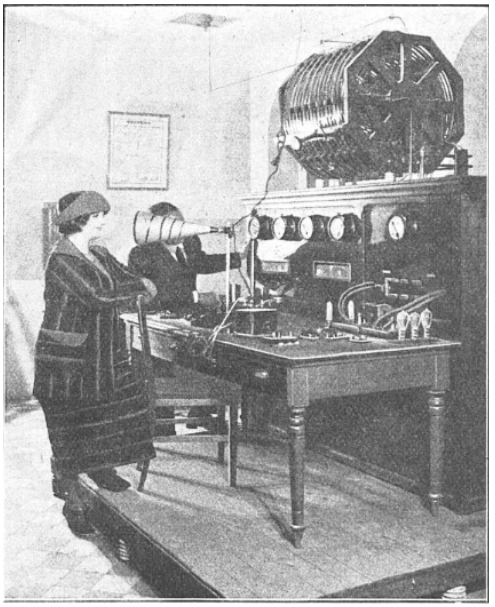
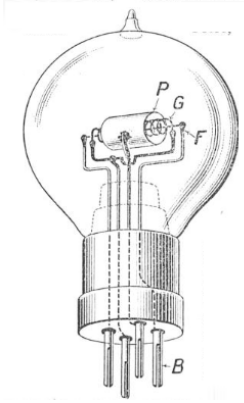


fig. 1. — Mlle brothier, de l'opéra-comique, chante. Sa voix fut entendue dans un rayon de 1.600 kilomètre.

Enfin, le 9 décembre 1921, les souverains belges purent entendre nettement, à Bruxelles, plusieurs artistes français chantant, devant un tout petit microphone du poste d'émission de la tour Eiffel.

On sait que le fonctionnement, du téléphone ordinaire est basé sur les modulations d'un courant continu par la voix agissant sur un microphone, modulations qui sont transmises intégralement par la ligne à l'écouteur téléphonique.
La radiotéléphonie utilise les mêmes phénomènes, à l'exception du transport par ligne. Celle-ci est remplacée par les ondes électromagnétiques qui, en se propageantà travers l'éther, transportent avec elles les vibrations caractéristiques de la voix.
Ces ondes prennent, naissance chaque fois qu'une antenne est parcourue par un courant à haute fréquence, et elles se propagent dans l'espace à la vitesse de la lumière, soit 300.000 kilomètres à la seconde.
Pour émettre des signaux de télégraphie sans fil, il suffit d'interrompre et de rétablir, avec; un manipulateur, le courant électrique dc haute fréquence circulant dans l'antenne en suivant la cadence des points et des traits constituant des lettres de l'alphabet Morse.
Pour déceler le passage dans l'antenne réceptrice des courants de haute fréquence qui y prennent naissance, le procédé le plus employé consiste à faire agir ces courants sur un récepteur téléphonique du modèle utilisé pour la téléphonie avec fil, en intercalant dans le circuit qui contient ce récepteur l'appareil dont le rôle est bien connu actuellement et nommé « détecteur ».
Cette condition étant remplie, on entendra une série de bruits cadencés, brefs ou longs, représentant les lettres ou les chiffres du Morse; la télégraphie sans fil est dès lors

complètement réalisée.
Pour faire de la radiotéléphonie, il faut laisser le manipulateur fermé et émettre d'une façon ininterrompue des ondes électromagnétiques allant vers l'antenne du poste récepteur. Cette émission d'ondes remplace la ligne métallique qui relie les deux correspondants dans le cas ordinaire de la téléphonie avec fil. Tandis que, dans cette dernière, on « module » un courant continu par l'action du microphone, en radiotéléphonie ce sont les ondes électromagnétiques, seul lien entre les deux correspondants, qui seront « modulées » par la voix.
Pour obtenir ce résultat, il suffit de faire agir le courant modulé du circuit microphonique sur la, source de courants de haute fréquence qui alimente l'antenne émettric‹
Les ondes rayonnées par l'antenne du poste émetteur, modulées par l'action du microphone, portent donc l'empreinte des vibrations sonores et la conservent pendant tout leur parcours à travers l'éther. Lorsqu'elles frappent l'antenne réceptrice, elles font naître des courants de haute fréquence qui parviennent au récepteur téléphonique après avoir été « redressés » par le détecteur, mais ces courants de haute fréquence ne sont plus de grandeur constante, comme dans le cas des signaux de télégraphie sans fil.
Les ondes modulées sont, en effet, comparables à une série de vagues de hauteurs inégales les unes sont hautes, les autres sont plus basses; en venant frapper l'antenne réceptrice, elles produisent des leur hauteur.
On s'explique dès lors pourquoi les antennes, pourquoi les courants engendrés dans l'antenne, portent eux aussi, l'empreinte des vibrations sonores. Ces courants, comme dai le cas de la téléphonie avec fil, produiront, en passant dans les petites bobines de l'aimant de l'écouteur téléphonique, des attractions plus ou moins fortes de la membrane vibrante qui reproduira, finalement le mot prononcé dans" le microphone du poste émetteur. Dans le cas de la radiotéléphonie, il n'y a plus à craindre les effets de «distorsion » des courants téléphoniques qui se manifestent souvent en cours de la transmission par fil. L éther transmet fidèlement, sans les altérer, toutes les modulations de la voix; ceci explique la grande netteté d'une réception radiotéléphonique obtenue avec des appareils bien étudiés ; on peut presque toujours discerner le timbre de la voix, qui est très souvent déformé par la téléphonie avec fil.
La production d'ondes amorties ou d'ondes entretenues a été expliquée en détail dans les numéros 41, 50, 52, 54, 58 de La Science et l vie . Mais la radiotéléphonie exige que les ondes qui servent de véhicule aux vibrations sonores soient parfaitement régulières et parfaitement pures. On conçoit, en effet, que toute irrégularité préexistant dans les ondes, indépendamment de la modulation microphonique, produise sur l'antenne réceptrice un effet parasitaire qui « brouille » la réception des vibrations sonores et dénature les sons émis.
Cette condition exclut, par conséquent, les ondes amorties rayonnées par les postes à étincelles et exige l'emploi des ondes entretenues engendrées par un arc électrique, un alternateur à haute fréquence ou une lampe à trois électrodes appelée ordinairement « audion ».



TYPE COURANT D'AUDION
La lampe à trois électrodes a fait accomplir à la téléphonie sans fil d'énormes progrès. Placée sur l'appareil au moyen des broches B, elle réalise un détecteur très sensible, un amplificateur puissant ou un générateur d'ondes entretenues très pures, grâce aux courants qui circulent entre le filament F et la plaque P modifiés suivant l'étalt électrique de la grille G influencée par les vibrations.

Malgré la portée de 1.200 kilomètres obtenue en 1912 par le professeur Vanni, au cours d'essais entre Rome et Tripoli, on doit considérer que l'arc n'a pas réalisé les espoirs qu'on avait fondés sur lui comme générateur d'ondes pour la radiotéléphonie. Dans un avenir prochain, les alternateurs à haute fréquence, que l'on construit maintenant industriellement et développant jusqu'à 500 kilowatts de puissance, permettront de réaliser, de façon pratique, la radiotéléphonie à très grande distance. Ainsi que l'antenne émettrice en accouplant par induction cette dernière à la lampe au moyen d'un transformateur statique.

La mise en pratique, peu de mois avant la guerre, des nombreux modèles de lampes à trois électrodes, devait faire accomplir en quelques années des progrès considérables à la radiotéléphonie. Le fonctionnement de ce générateur d'ondes pures, a été décrit dans La Science et la Vie, n° 52, page 248.

Pour utiliser les oscillations qui prennent naissance dans une lampe génératrice il suffit de les faire passer dans l'antenne émettrice en accouplant par induction cette dernière à la lampe (au moyen d'un transformateur statique).

Les premiers postes émetteurs à lampes datent de 1913.
Pendant la guerre, il en fut fait un large emploi par la radiotélégraphie aux armées. De faible puissance au début, on a réussi à réaliser ces postes pour des puissances considérables, nous l'exposerons plus loin, on a, en effet, trouvé le moyen de « moduler » par l'action d'un petit microphone ordinaire les puissances, considérables en utilisant plusieurs lampes à trois électrodes de grand modèle, fonctionnant à haut voltage (jusqu'à 25.000 volts) et donnant chacune dans l'antenne des puissances supérieures à un kilowatt.
La mise au point de ce matériel nouveau devait faire accomplir, pendant les trois dernières années, des progrès rapides à la radiotéléphonie et l'amener à un degré de perfectionnement qu'elle n'avait jamais pu atteindre jusqu'alors. En effet, non seulement l'emploi des lampes à trois électrodes a résolu le problème de la production d'ondes entretenues très pures, mais il a fourni aussi une solution très élégante de l'importante question de l'emploi du microphone.
Jusqu'alors, on avait rencontré de très grosses difficultés pour « moduler » par la parole les courants de haute fréquence engendrés dans l'antenne, dès que la puissance mise en jeu devenait un peu importante. Le microphone à grenaille de charbon est, en effet, un appareil très sensible mais incapable de supporter des courants dépassant quelques dixièmes d'ampère. Si l'on essaie de le faire agir sur des courants trop intenses, il chauffe exagérément, les grains de charbon se soudent entre eux et l'appareil devient très rapidement inutilisable. Malgré l'invention de microphones spéciaux, tels que les microphones à liquide, très ingénieux, mais trop facilement déréglables, on n'était pas parvenu à moduler, d'une façon satisfaisante, la puissance oscillante d'un émetteur capable de réaliser des portées supérieures à 1.000 kilomètres.
La lampe à trois électrodes a permis d'utiliser le microphone avec des courants intenses, non plus directement, mais par l'intermédiaire de relais amplificateurs successifs.
Pour les communications aux moyennes distances, c'est le système d'émission d'ondes entretenues par lampe à trois
électrodes qui prévaut actuellement.
Dès que l'énergie dépasse une dizaine de kilowatts, l'alternateur à haute fréquence, plus industriel, plus mécanique, reprend et conserve un grand avantage.
Si l'on emploie un poste émetteur d'une puissance déterminée, la portée qu'il permettra d'atteindre en téléphonie sera, en général, inférieure de moitié à celle qui pourra être réalisée en envoyant des signaux Morse. Ceci tient à ce que le manipulateur agit par « tout ou rien » sur l'émission des ondes, les laissant passer avec leur pleine intensité, ou les supprimant totalement dans l'intervalle des signaux Morse, tandis qu'en radiotéléphonie, les vibrations sonores affectent les ondes d'une façon très inégale par l'intermédiaire du microphone. Certaines de ces vibrations sont de très faible intensité et ne laissent qu'une empreinte très peu profonde sur l'onde émise. Lorsque celle-ci s'affaiblit en voyageant à travers l'éther, cette faible empreinte s'atténue elle-même beaucoup plus vite que l'onde qui la porte et elle peut devenir incapable d'agir sur le récepteur téléphonique à l'arrivée. Or,pour que la voix soit reçue d'une façon compréhensible, il faut que toutes ses modulations arrivent à l'antenne réceptrice. On s'explique donc que la portée d'un poste de téléphonie sans fil soit déterminée, non pas seulement comme en télégraphie, par la puissance des ondes, mais bien par la fraction de cette puissance qui correspond à la vibration sonore la plus faible dans le mot prononcé.
Les courants microphoniques agissent sur la grille de la lampe génératrice par l'intermédiaire des bobines de couplage S1 S2. Le circuit de plaque de cette lampe, où se produisent les oscillations, est couplé par le transformateur S2 S4 avec les grilles des cinq lampes amplificatrices dont une seule est figurée, les autres étant montées en parallèle avec la première. Les vibrations amplifiées passent dans l'antenne var le transformateur S5 S6.

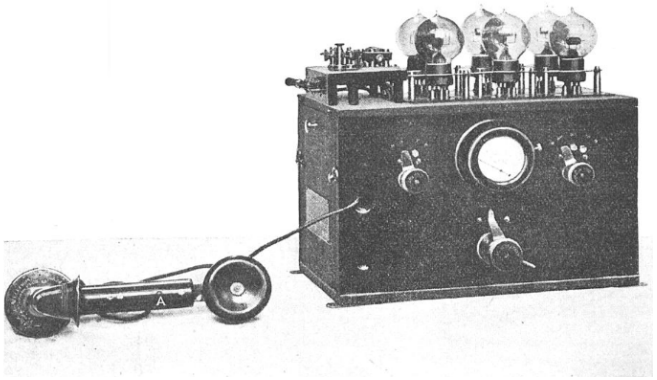


Fig 6

FIG. 6. — POSTE EMETTEUR DE RADIOTELEPHONIE DE PETITE PUISSANCE EMPLOYE SURLES NAVIRES ET SUR LES AVIONS

FIG. 8. -- SCHÉMA DE L'APPAREIL REPRÉSENTÉ FIGURE 6

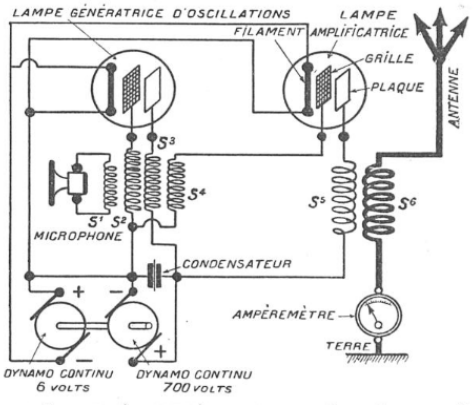


Fig 8

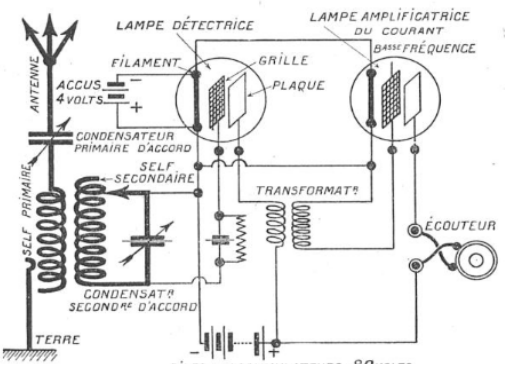


Fig 9

FIG. 9. - SCHÉMA DU POSTE RÉCEPTEUR DE RADIOTÉLÉPHONIE CORRESPONDANT A l'APPAREIL FIGURE 6

Les vibrations reçues par l'antenne sont d'abord a détectées » par la première lampe à trois électrodes, puis amplifiées par une ou plusieurs lampes amplificatrices montées en parallèle.

Les six lampes utilisées sont fixées sur la boîte de l'appareil. Sur la face avant on distingue, à gauche, te commutateur d'allumage des lampes ; au centre, l'ampèremètre d'antenne ; à droite, le commutateur de changement d'onde : en bas, la commande de l'accouplement variable avec l'antenne. Le combiné micro-téléphonique placé à côté permet de se rendre compte des dimensions restreintes de ce poste. Le bouton-poussoir a établit les connexions nécessaires pour passer automatiquement de la parole à l'écoute.
La figure 6 représente la boîte qui renferme les principaux organes de l'émetteur. Cet ensemble, peu encombrant (il mesure 33 centimètres dans sa plus grande dimension), permet de le placer facilement dans la carlingue d'un avion. Les lampes à trois électrodes qu'on aperçoit à la partie supérieure sont au nombre de six dont une génératrice.
Sur la face avant de la boîte, se trouvent un commutateur qui permet d'allumer ou d'éteindre les six lampes, le cadran d'un ampèremètre thermique indiquant l'intensité des courants de haute fréquence dans l'antenne, un deuxième commutateur à trois plots servant à donner à l'émission la longueur d'onde choisie qui peut avoir 600, 800 ou 900 mètres, et, enfin, une manette qui agit sur le couplage par induction de l'antenne avec le circuit d'oscillations.

Les postes montés sur les avions Goliath et sur le paquebot Paris, ont permis d'obtenir les résultats pratiques intéressants mentionnés au début de cet article. Leur portée est très variable, suivant la hauteur des mâts du navire qui détermine celle de l'antenne; elle varie aussi suivant les avions ; elle est, en moyenne, de 150 kilomètres dans les conditions normales.
Le « combiné » microtéléphonique, analogue au modèle de certains appareils téléphoniques avec fil, est relié par un cordon souple à l'appareil. Il comprend essentiellement un microphone à grenaille de charbon très sensible avec son cornet, et le récepteur téléphonique à membrane.
La source d'énergie nécessaire pour alimenter le poste est constituée par une petite machine électrique d'une puissance totale de 300 watts (moins de 1/2 HP). C'est une dynamo à courant continu comportant deux induits et, par conséquent, deux collecteurs. L'un d'eux fournit le courant à basse tension (7 volts) pour le chauffage des filaments des lampes, l'autre donne du courant à 700 volts pour l'alimentation des circuits de plaque. Un régulateur-conjoncteur, analogue à celui d'une dynamo d'éclairage d'automobile, maintient la tension constante malgré les variations de vitesse. Une petite batterie d'accumulateurs de trois éléments est placée « en tampon » sur le collecteur à 7 volts ; elle a pour but de régulariser le débit du courant de chauffage et aussi d'alimenter (sous 4 volts) les filaments des lampes de l'appareil de réception.

FIG. 7. — GÉNÉRATRICE A HÉLICE ALIMENTANT UN POSTE D'AVIONS

La vitesse de déplacement de l'aéroplane fait tourner l'hélice qui entraîne la dynamo. Celle-ci possède deux induits et fournit du courant continu à 7 volts et à 700 volts pour le chauffage des filaments et l'alimentation des circuits de plaque des lampes génératrices du poste émetteur.

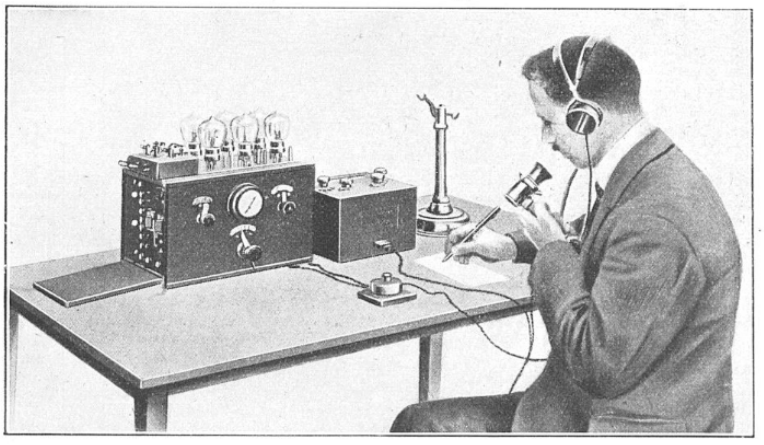


Fig 10

FiG. 10. - POSTE ÉMETTHU H ET RÉCEPTEUR UTILISÉ SUR LES AVIONS

Le combiné microtéléphonique est remplacé par un casque à deux récepteurs pour l'écoute et un microphone maintenu par un collier à hauteur de la bouche du pilote de l'aéroplane.

Lorsque le poste est monté à bord d'un avion, la génératrice (fig. 7), revêtue d'un capot fuselé, pour diminuer la résistance au vent, est fixée sur le bord antérieur d'une des ailes de l'avion. L'extrémité de son arbre porte une hélice qui se met à tourner, sous l'action du déplacement d'air produit par le mouvement de l'avion en vol, à une vitesse de 4.500 tours par minute environ.

Le principe du fonctionnement de cet appareil est représenté par le schéma 8. Une première lampe, dite génératrice, produit des oscillations dans son circuit de plaque couplé par l'intermédiaire d'un transformateur S3-S4 avec les grilles d'un groupe de cinq autres lampes qui amplifient les oscillations et les font passer dans l'antenne grâce au transformateur S5-S6. Nous n'avons figuré sur notre schéma qu'une seule lampe amplificatrice, les quatre autres sont, en effet, montées « en parallèle » avec la première, c'est-à-dire que les cinq grilles sont reliées ensemble et les cinq plaques également. Cette disposition a pour effet de multiplier par 5 la puissance d'une lampe et ne change rien au principe du fonctionnement. Trois condensateurs fixes (non figurés) et montés en dérivation sur la bobine S3, permettent d'obtenir l'une ou l'autre des trois longueurs différentes précitées. Le microphone agit sur la grille de la lampe génératrice par l'intermédiaire des bobines de couplage S1 et S2.
Les courants de haute fréquence engendrés par la première lampe, sont donc « modulés » par la parole avant d'être ampli liés par les cinq autres lampes.
Le récepteur, séparé de l'appareil, que nous venons de décrire, est contenu dans une boîte plus petite. Il comporte trois petits audions. La première lampe amplifie les oscillations de haute fréquence reçues dans l'antenne, la seconde les détecte et la troisième amplifie les oscillations détectées qui sont envoyées finalement, au moyen de deux fils, dans les bobines agissant sur la membrane du récepteur téléphonique du « combiné » que nous avons décrit plus haut.
Le courant de chauffage des filaments est donné par deux éléments de la batterie d'accumulateurs de 6 volts mentionnée plus haut.
La tension nécessaire pour alimenter les plaques est fournie par une batterie d'accumulateurs ou de piles de 80 volts. Ce récepteur permet de recevoir dans de bonnes conditi les émissions faites sur les longueurs d'ondes comprises entre .300 et 1.000 mètres.

FIG. 11. -- LA CABINE DE TÉLÉPHONIE SANS FIL A BORD ü'UN AVION «GOLIATH»
Sur la tablette se trouve L'émetteur radiotéléphonique comportant six lampes à trois électrodes protégées par un capot. A gauche, en haut, le variomètre servant à ajuster la longueur d'onde démission. Au-dessous, le tableau de contrôle de la génératrice de courant continu. En bas le manipulateur pour la T. S. F.

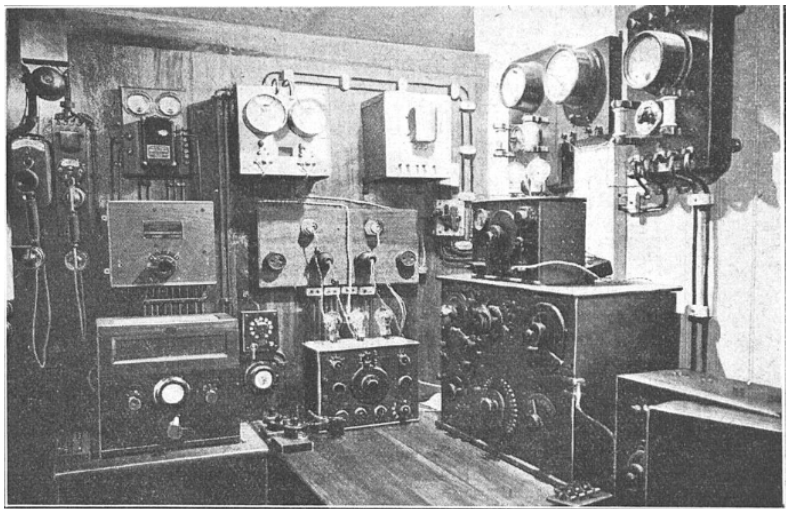
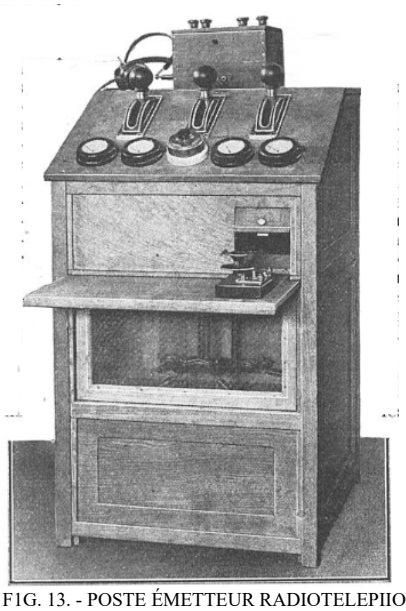


FIG. 12. -- VUE PARTIELLE DE LA CABINE DE T. S. F. DU « PARIS »
Au premier plan et à gauche, se trouve l'émetteur de téléphonie sans fil; au-dessus, un variomètre d'accord; au fond, par terre, on voit le récepteur. Les autres appareils de la cabine sont destinés à la télégraphie sans fil. Ce poste a déjà réalisé, au cours d'une traversée récente, une portée de plus de 900 kilomètres.

La figure 12 montre, parmi d'autres appareils appartenant au poste principal, les appareils provisoires de radiotéléphonie du paquebot Paris. On reconnaît, à gauche de la photographie, sur une tablette, l'émetteur dont nous avons parlé; ses lampes sont recouvertes d'un capot protecteur. Un peu pins à droite, sur la table, se trouve l'appareil récepteur d'un modèle un peu différent de celui que nous avons décrit. Ici, la dynamo à deux collecteurs donnant les courants à 6 volts et 700 volts pour l'alimentation de l'émetteur, est entraînée par un moteur électrique qui fonctionne sur le courant à 110 volts de la distribution du bord. L'antenne utilisée sur le Paris est constituée par deux fils parallèles, longs de 130 mètres, soutenus par les mâts du paquebot à 23 mètres au-dessus de la cabine de télégraphie sans fil.
Pour les postes destinés à réaliser de plus longues portées et nécessitant des puissances plus grandes afin d'engendrer les courants de haute fréquence dans l'antenne, on est conduit à employer des lampes à trois électrodes de plus grandes dimensions que celles que nous avons décrites jusqu'ici.



F1G. 13. - POSTE ÉMETTEUR RADIOTELEPIIONIQUE ULTRA-MODERNE
D'une portée de 350 kilomètres, ce poste est enfermé dans un meuble élégant. Il utilise trois lampes ayant chacune une puissance de 200 watts, placées à la partie inférieure et à l'intérieur du meuble. Le manipulateur, placé sur la tablette, permet de transmettre des signaux de télégraphie sans fil.

Le poste ultra-moderne représenté par la figure 13 utilise trois lampes de 200 watts placées à la partie inférieure et à l'intérieur du meuble.
On n'aperçoit que les organes de commande et de contrôle placés à l'extérieur. Cet appareil, qui permet également la télégraphie (le manipulateur est situé sur la tablette), peut être utilisé soit à bord d'un navire, soit sur un gros avion pour réaliser des portées exceptionnellement grandes, soit sur un dirigeable, soit enfin dans une station fixe. La portée, extrêmement variable, suivant ces différents emplois, est, en moyenne, voisine de 360 kilomètres pour la radiotéléphonie.

Fig 14

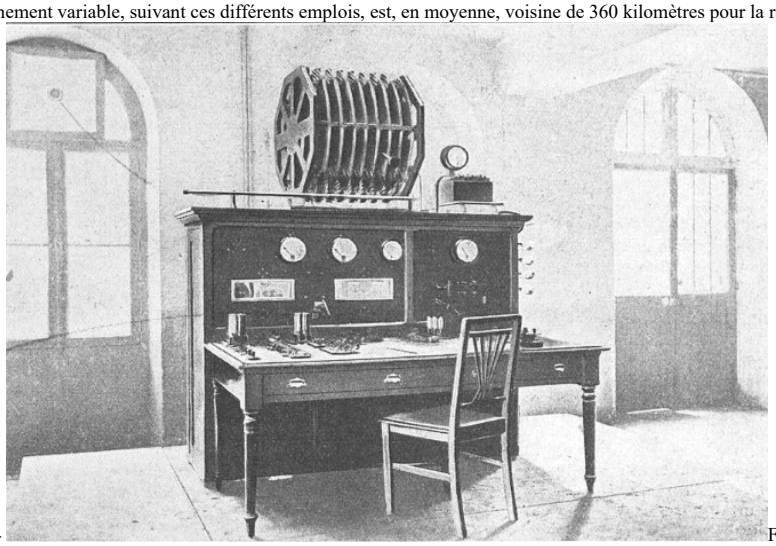


Fig 15

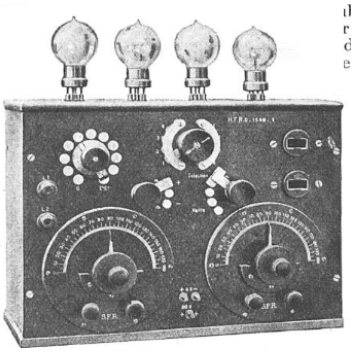


FIG. 14. -- POSTE RADIOTÉLEFIIONIQUE ÉMETTEUR DE LA STATION DE SAINTE-ASSISE
Ce poste permet de réaliser des portées de 1.600 kilomètres. Il utilise, pour la production des ondes entretenues, huit lampes de 500 watts. Le courant d'alimentation des circuits de plaque de ces lampes est fourni par un alternateur de 5 kilowatts, produisant des courants à 600 périodes par seconde.
FIG.15 TYPE D AMPLIFICATEUR DETECTEUR A RÉSONANCE
Cet appareil a été utilisé le 26 novembre 1921 à l'occasion d'un banquet organisé par la Société Amicale des Ingénieurs de l'Ecole supérieure d'Electricité pendant lequel les convives ont entendu Mne Brothier, de l'Opéra-Comique, qui chantait devant un microphone à la station de Saint-Assise à 40 kilomètres de Paris.

L'appareil, installé actuellement dans les dépendances de la station de Sainte-Assise (fig. 14), utilise, pour la production des ondes, huit lampes d'une puissance unitaire de 500 watts. Les quatre premières sont des « valves » qui redressent le courant d'alimentation fourni par un alternateur de 5 kilowatts, à 600 périodes par seconde. Le courant redressé, sensiblement continu, alimente les plaques des uatre dernières lampes qui jouent le rôle de lampes génératrices.
Le circuit du microphone, alimenté par une batterie d'accumulateurs de 6 volts, agit, par l'intermédiaire d'un transformateur, sur la grille d'une petite lampe à 3 électrodes. Les courants microphoniques, accrus par cette petite lampe, sont amplifiés à nouveau par une nouvelle lampe d'une puissance plus grande. Ils agissent finalement sur les grilles d'un groupe de quatre lampes en parallèle de 500 watts qui modifient la tension d'alimentation des lampes génératrices.
Ce poste permet des portées de 1.000 à 1.600 kilomètres. Il peut être monté sur un paquebot ou être employé pour réaliser une station fixe. Il a servi en dernier lieu pour les démonstrations de radiotéléphonie et de transmission de chants et de musique à distance, organisées le 26 novembre 1921 au cours d'un banquet et, le 15 décembre, à l'occasion du « Gala de la T. S. F. », donné par le Radio-Club au théâtre des Champs-Elysées. L'émission était reçue à Paris sur une petite antenne en T de 30 mètres de longueur, placée sur la terrasse du bâtiment ; la prise de terre était faite sur une conduite d'eau. Le dispositif de réception comprenait un résonateur destiné à « syntoniser » la réception avec la longueur d'onde de 2.800 mètres utilisée (fig. 15). Comme il s'agissait de faire entendre les émissions radiotéléphoniques à tous les auditeurs d'une vaste salle, un dispositif amplificateur très puissant avait été prévu. Il comprenait un premier amplificateur à résonance à quatre lampes donnant trois degrés successifs d'amplification et détectant les courants de réception. Un deuxième amplificateur à six lampes, installé à la suite du premier, donnait encore six degrés d'amplification.
Enfin, un récepteur téléphonique haut-parleur, muni d'un pavillon analogue à celui d'un phonographe, était place à la sortie du deuxième amplificateur.
Ce dispositif amplifiait environ dix millions de fois la puissance des oscillations recueillies par l'antenne réceptrice, de sorte que la parole et les chants étaient reproduits avec une fidélité remarquable et étaient perçus très distinctement par tous les auditeurs.
Outre ces applications artistiques, la radiotéléphonie apporte la solution d'un problème qui intéresse au plus haut point l'exploitation des transports de force par lignes électriques à haute tension.
La question des liaisons téléphoniques sur les réseaux de distribution de courant électrique est primordiale.
L'établissement d'une ligne téléphonique sur les poteaux qui servent au transport de force se heurte à de très grandes difficultés. En effet, l'induction due à la proximité des conducteurs à haute tension rend toute conversation pratiquement impossible et, bien que des études sérieuses aient été faites pour éliminer les troubles dus à l'induction, le problème n'est pas encoire complètement résolu.
Même s'il l'était complètement, il n'en resterait pas moins un danger assez sérieux pour le personnel. On a cité, notamment, le cas d'un accident mortel survenu à un homme qui s'était enroulé dans un fil tombé à terre d'une ligne téléphonique placée sous un transport de force à 45.000 volts. De plus, en cas de coupure de la ligne, la communication

devient impossible au moment où elle serait le plus utile.
Certaines sociétés ont été amenées à construire des lignes téléphoniques spéciales utilisant des supports différents de ceux du transport d'énergie, mais le coût d'établissement de telles intallations sont très élevé pour les longues distances et les grands frais engagés sont loin de donner une sécurité complète.
On a trouvé récemment une solution très élégante dans l'emploi de petits postes de radiotéléphonie de très faible puissance. Equipés avec des antennes d'une hauteur moyenne de 15 mètres, leur puissance est suffisante pour assurer une communication sûre dans un rayon atteignant une trentaine de kilomètres.
Mais cette portée peut être accrue considérablement si l'on utilise l'effet directeur des ondes par les fils de transport d'énergie. En plaçant l'antenne d'émission au vois
la ligne, les ondes, modulées au préalable par le microphone, sont rayonnées par l'antenne et collectées par la ligne qui les conduit sous forme de courants à haute fréquence jusqu'au poste correspondant. A l'arrivée, une antenne réceptrice, placée également au voisinage de la ligne, est induite par les courants de haute fréquence qui agissent enfin sur le récepteur. Dans un tel dispositif, les courants de haute fréquence se superposent aux courants du transport de force sans qu'il en résulte aucune gêne à la réception, l'effet de ces derniers pouvant être facilement éliminé.
La transmission de la parole reste assurée, bien entendu, même si les lignes du réseau sont rompues accidentellement et tombées à terre ; les ondes quittent la ligne coupée, franchissent l'espace et rejoignent l'autre tronçon. On peut, par ce procédé, réaliser des portées de l'ordre d'une centaine de kilomètres.
Le matériel nécessaire pour réaliser ce système de communication est d'un fonctionnement extrêmement simple; la figure 17 représente tous les appareils d'émission, de réception et d'appel à l'exclusion des accumulateurs et d'un petit convertisseur pour l'alimentation des lampes.

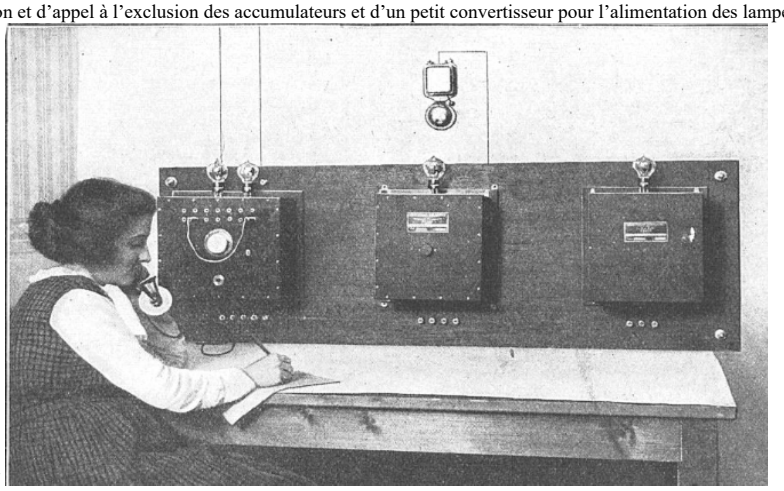


FIG. 17 - POSTE ÉMETTEUR ET RÉCEPTEUR DE RADIOTÉLÉPHONIE AVEC APPEL ASSURANT LES • COMMUNICATIONS ENTRE LES CENTRALES ET LES SOUS-STATIONS D'UN RÉSEAU DE DISTRIBUTION D'ÉLECTRICITÉ OU DE TRANSPORT DE FORCE L'émetteur placé à gauche, utilise à volonté une ou deux lampes à trois électrodes, suivant la portée à réaliser. Au centre, se trouve F appareil récepteur et, à droite, est placé F annonciateur qui avertit le poste appelé par une sonnerie ou une lampe.

La figure schématique 18 montre la disposition des circuits émetteurs et récepteurs ainsi que l'agencement des antennes par rapport à la ligne.

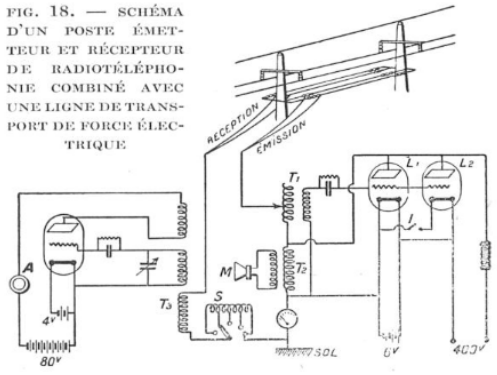


FIG. 18. — SCHÉMA D'UN POSTE ÉMETTEUR ET RÉCEPTEUR DE RADIOTÉLÉPHONIE COMBINÉ AVEC UNE LIGNE DE TRANSPORT DE FORCE ÉLECTRIQUE

Les variations de courant produites par les paroles prononcées devant le microphone M modulent, par l'intermédiaire du transformateur T2, les courants de haute fréquence engendrés et amplifiés par les lampes I1 L2. L'antenne est accouplée à l'appareil au moyen du transformateur Tj. L'interrupteur I permet de mettre à volonté une ou deux, lampes en circuit. Le schéma de réception, situé à gauche, est constitué par un transformateur T3, une lampe détectrice et un écouteur téléphonique A. La bobine de self induction S permet d'obtenir l'accord voulu.

Le poste comprend deux antennes, l'une pour l'émission, l'autre pour la réception. Toutes deux sont constituées par deux fils tendus parallèlement à la ligne de transport d'énergie sur une longueur de 80 à 120 mètres, à un écartement de 1 à 2 mètres, de façon qu'elles ne puissent, en aucun cas, même accidentellement, venir en contact avec les fils du réseau à très haute tension.
L'émetteur utilise à volonté une ou deux petites lanqies à trois électrodes, suivant la portée à réaliser. Le circuit microphonique agit ici simplement par absorption sur l'antenne.
L'émetteur permet l'emploi de sept ondes différentes qui correspondent aux trous disposés sur la face avant. L'énergie nécessaire pour faire fonctionner le poste est fournie par un petit groupe convertisseur alimenté soit directement par le réseau, soit par des accumulateurs, afin que l'installation puisse fonctionner, même en cas de panne du secteur de distribution.
Le récepteur ne comporte qu'une seule lampe servant à la fois de détecteur et d'amplificateur. Il est complété par un annonciateur avec sonnerie, qui avertit lorsque le poste est appelé. La sonnerie est déclenchée par une simple émission sur l'onde pour laquelle le récepteur est accordé, mais, pour celle-ci seulement. Dans le cas où le poste peut être appelé par plusieurs correspondants différents, il est nécessaire que l'appel soit accompagné d'une indication désignant le poste appelant. Un appareil ingénieux nommé « indicateur d'appel », a été créé à cet effet ; il provoque l'allumage d'une petite lampe indicatrice du poste radiotéléphonique qui a fait l'appel.
Le croquis 16 représente schématiquement un réseau comprenant, en A, B et C, trois postes fixes pouvant communiquer deux à deux. Sur la ligne est placé un poste mobile qui peut être installé dans le camion de l'équipe de réparation et qui, mis en station en un point quelconque de la ligne, permet aux surveillants de communiquer avec l'un quelconque des postes du réseau.

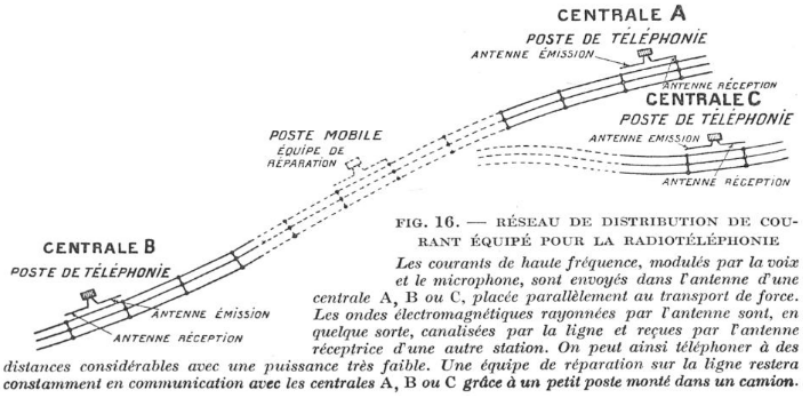


FIG. 16. — RÉSEAU DE DISTRIBUTION DE COURANT ÉQUIPÉ POUR LA RADIOTÉLÉPHONIE

Les courants de haute fréquence, modulés par la voix et le microphone, sont envoyés dans l'antenne d'une centrale A, B *ou* C, *placée parallèlement au transport de force. Les ondes électromagnétiques rayonnées par l'antenne sont, en quelque sorte, canalisées par la ligne et reçues par l'antenne réceptrice d'une autre station. On peut ainsi téléphoner à des distances considérables avec une puissance très faible. Une équipe de réparation sur la ligne restera constamment en communication avec les centrales* A, B *ou* C *grâce à un petit poste monté dans un camion.*

Les premiers essais du système que nous venons de décrire ont eu lieu l'été dernier sur le réseau de la Compagnie Electrique du Nord ; des postes étaient installés à Hirson et à Beautor. Les résultats ont été pleinement satisfaisants et plusieurs autres secteurs électriques sont maintenant munis de ces appareils qui sont appelés à supplanter à bref délai les liaisons à fil , pour l'exploitation des réseaux de distribution de courant.
Une application intéressante de ces dispositifs est à envisager également pour l'exploitation des chemins de fer. Ils permettront de réaliser d'une façon sûre les liaisons entre stations, entre trains et gares, et entre trains en marche. On dispose, en effet, le plus souvent le long d'une voie ferrée, de nappes de fils métalliques parallèles à la voie qui peuvent être utilises pour canaliser les ondes magnétiques émises par les petits postes cjue nous venons de décrire.
Malgré les résultats merveilleux et vraiment pratiques de la radiotéléphonie, il ne semble pas qu'elle puisse supplanter la téléphonie avec fil dans les communications entre abonnés d'une même ville ou d'un même pays. La gamme de longueurs d'ondes utilisables pour la radiotéléphonie n'est pas infinie, et si l'on considère qu'il faut laisser une marge suffisante pour qu'elles ne risquent pas de se brouiller mutuellement à la réception, on s'aperçoit que le nombre de communications possibles serait loin d'être suffisant pour faire face à tous les besoins d'une exploitation intensive dans la même région. Il ne faut pas oublier, d'autre part, que l'éther est déjà traversé par les ondes de nombreux postes de télégraphie sans fil qui ne parviennent à éviter le brouillage que grâce à une réglementation judicieuse ; or, les longueurs d'ondes utilisées par ces postes ne sont, évidemment, plus disponibles pour la radiotéléphonie.
Mais il existe nombre d'applications pour lesquelles la radiotéléphonie permettra de réaliser des liaisons jusqu'alors à peu près impossibles ou malaisées par d'autres procédés. Des postes fixes permettront de relier entre elles, dans les régions dépourvues de communications, des fermes ou des châteaux éloignés, des usines ou des chantiers appartenant à la même entreprise; des stations de montagne souvent isolées par les neiges.
Des stations plus puissantes installées dans les capitales ou les villes importantes pourront téléphoner à heures fixes des messages d'information, cours de bourses, résultats sportifs, etc... que recevront un très grand nombre de postes récepteurs placés chez les abonnés de toute une région.

Le nombre des abonnés pourra être multiplié d'autant mieux que le matériel d'un poste récepteur est relativement peu coûteux. On disposera ainsi d'un moyen ultra-rapide pour diffuser dans tout un pays les nouvelles et les idées.
Ces mêmes stations pourront être employées à donner à leurs abonnés des auditions de musique, de chants, ou à leur faire entendre une pièce de théâtre.
Des postes plus puissants encore, équipés avec les alternateurs à haute fréquence dont nous avons parlé, permettront de communiquer entre continents partout où les câbles sous-marins sont incapables de transporter la voix. On sait, en effet, que les câbles d'une certaine longueur ne peuvent transmettre les courants téléphoniques qui sont très rapidement affaiblis par la grande « capacité » que possèdent les deux armatures du câble, nécessaires pour sa solidité.
Les particuliers pourront utiliser eux-mêmes ces liaisons radiotéléphoniques transcontinentales avec la plus grande facilité. On a, en effet, réussi à actionner à distance une station radiotéléphonique au moyen d'une ligne téléphonique à fil ordinaire. Un abonné quelconque du réseau d'État pourra, en demandant la communication avec la station radiotéléphonique, parler de chez lui avec un correspondant habitant l'Algérie, par exemple. Il entendra sa réponse dans son propre récepteur, exactement comme s'il téléphonait à un autre abonné de la même ville. Ce nouveau mode de liaison paraît convenir tout spécialement à nos possessions du nord de l'Afrique et à la Corse avec lesquelles on ne peut téléphoner actuellement. Il suffirait d'installer deux stations radiotéléphoniques, de puissance appropriée à la distance, l'une sur la côte française et l'autre sur la côte algérienne. La station française serait reliée par fil au réseau téléphonique de la métropole et la station algérienne serait reliée au réseau local. Un abonné parisien pourrait être mis en communication avec la station française côtière, les courants modulés par son microphone, transportés par le lil, agiraient sur l'émission de* cette dernière et traverseraient la Méditerranée ,sous forme d'oncles modulées. La station algérienne recueillerait ces ondes, les transformerait en courants téléphoniques qui parviendraient par fil au récepteur d'un abonné quelconque du réseau algérien.
Enfin, sur mer, la radiotéléphonie permettra aux passagers de se tenir constamment en communication avec la côte.
D'ailleurs, si l'on envisage encore l'emploi de stations côtières servant de relais avec le réseau téléphonique de l'Etat, ainsi qu'il vient d'être expliqué, les particuliers pourront téléphoner très facilement d'une ville quelconque et de chez eux avec un navire en pleine mer.
Enfin, par temps de brouillard, les bateaux pourront être guidés au moyen des indications qui leur seront téléphonées de la côte où des postes radio-goniométriques auront permis au préalablé de déterminer leur position. On pourra ainsi conduire de la côte un navire et ramener au port en toute sécurité.
Rappelons l'utilisation que font les avions des postes radiotéléphoniques pour parler avec le sol, signaler leur approche aux terrains d'atterrissage et en recevoir les avis intéressant la navigation aérienne tels que vitesse et direction du vent, arrivée d'une bourrasque, brume, etc...
On voit que, malgré la restriction que nous avons faite au début, un champ extrêmement vaste s'ouvre pour les applications pratiques de la radiotéléphonie. Les agriculteurs pourront facilement recevoir des prévisions régionales du temps de l'Office national météoroloique, au moment même où elles sont élaborées. En effet, une installation de téléphonie sans fil de la Tour Eiffel permettra de téléphoner directement, de l'Office national météorologique, des prévisions régionales qui pourront être entendues dans toute la France. Il suffira, pour écouter ces transmissions, de posséder chez soi à peu de frais et utilisé sans aucune instruction préalable de lecture au son, ce qui écarte la difficulté principale de la vulgarisation de la T. S. F

Jean Marchand

La Réception

En dépit de la puissance qu'on pouvait mettre en jeu dans les grandes stations radio-électriques, l'intensité de leurs signaux devenait très faible à une distance de plusieurs milliers de kilomètres. Si l'on veut bien remarquer que l'antenne d'émission d'un poste à ondes longues rayonne dans toutes les directions, on comprend aisément que le correspondant ne recueille qu'une très faible part de l'énergie dispersée.
On dispose, il est vrai, de la possibilité de correspondre avec des stations réceptrices dans tous les azimuts.
A ce premier inconvénient, venait s'en ajouter un second, celui des parasites atmosphériques. L'antenne d'un poste de réception est exposée non seulement à recueillir les ondes de la station d'émission, mais aussi à collecter toutes les oscillations électriques qui lui parviennent de toutes les directions. En outre, les oscillations engendrées par des phénomènes locaux d'électricité atmosphérique peuvent se manifester, suivant la latitude et suivant la saison, avec une intensité excessivement variable. On sait que, dans les pays tropicaux, les parasites sont extrêment violents. On conçoit que, dans ces conditions, le signal déjà faible d'une station d'émission éloignée puisse être couvert par un parasite dont l'intensité est supérieure à la sienne et que l'appareil récepteur amplifie dans les mêmes proportions.
Augmenter encore la puissance de l'émission, afin d'avoir, aux très grandes distances, des signaux nettement plus forts que les parasites locaux, il n'y fallait guère songer. Les énergies mises en jeu étaient devenues relativement considérables. Les accroître encore eût obligé à augmenter exagérément les dimensions des antennes et eût conduit à dépasser la tension de 150 000 volts, dont nous avons dit plus haut qu'elle était la limite pratique pour un bon isolement. D'autre part, tout cela eût entraîné à des frais inadmissibles.
Il fallait donc résoudre la difficulté du côté de la réception en recherchant comment éteindre le parasite, ou, au moins, en diminuer fortement l'intensité par rapport à celle du signal.
Un premier procédé consistait à établir l'antenne de réception de façon qu'elle pût être influencée seulement par les oscillations électriques provenant de la direction du correspondant. La question des antennes directives avait fait l'objet en France et à l'étranger de nombreuses recherches, et l'on avait trouvé des systèmes d'aériens répondant dans une certaine mesure à cette condition (antennes Beverage, cadres rectangulaires, etc.). Ce procédé, étant sans effet sur les parasites provenant soit de la direction de l'émetteur, soit du zénith, ne pouvait constituer qu'un palliatif. Il était donc nécessaire de s'attaquer à l'élimination des oscillations atmosphériques dans le récepteur lui-même.
Avec la collaboration de M. Regnault de Bellescize, la Société Française Radio-Électrique a réalisé un ensemble de "réception sélective et antiparasite" comportant un aérien unique formé par la combinaison de cadres et d'une antenne et pouvant actionner simultanément plusieurs récepteurs. Cet ensemble, permettant la réception automatique à

grande vitesse jusqu'à 150 mots à la minute, mis en service pour la première fois à la station de Villecresnes (de la Compagnie Radio-France), a équipé, par la suite, un grand nombre de stations étrangères.

Les Ondes Courtes.

Le problème de l'émission.

Nous avons vu que l'utilisation des ondes longues nécessite, pour les radiocommunications à grande distance, la mise en jeu de grosses puissances, dont une fraction se se propage vers le correspondant.

Par ailleurs, le développement des radiocommunications dans le monde entraînant la multiplication des stations d'émission, il apparut bien vite que la gamme des ondes longues était beaucoup trop étroite.

Sous l'empire de cette nécessité, les techniciens étaient amenés à envisager l'emploi des ondes courtes et à reprendre les études sur ces ondes, qui avaient été à peu près abandonnées, avant la guerre, à cause des difficultés que soulevait leur utilisation et que la technique était alors impuissante à résoudre.

Mais, depuis cette époque, la radio-électricité avait enrichi ses moyens d'un organe merveilleux qui devait permettre aux ingénieurs de reprendre leurs travaux sur les ondes courtes avec plus de chances de succès.

Cet organe, la lampe à trois électrodes, dont l'emploi venait d'être rendu possible peu avant la guerre, devait connaître pendant et après la guerre des perfectionnements incessants.

Parmi les qualités étonnantes qu'elle révélait, tant pour la génération des oscillations électriques que pour leur réception, elle manifestait celle de pouvoir produite, avec assez de facilité, les ondes très courtes.

C'est la raison pour laquelle de nombreux amateurs purent s'exercer à réaliser des communications sur ondes courtes.

Grâce aux nouveaux dispositifs à lampes, des résultats remarquables furent obtenus. Des portées considérables furent atteintes avec des appareils rudimentaires et des puissances excessivement faibles (quelques watts seulement).

Certains furent alors tentés de croire que les radiocommunications sur ondes courtes étaient réalisées et qu'on allait pouvoir tout de suite utiliser ces ondes commercialement, avec des appareils très simples et peu coûteux.

En fait, les premières expériences n'apportaient que des espoirs nouveaux, mais elles ne permettaient encore de formuler aucune technique précise. Elle faisaient ressortir, au contraire, les anomalies, les irrégularités de propagation de ces ondes telles qu'on les avait déjà observées au début de la T.S.F. et dont il fallait absolument s'affranchir dans des services publics.

Il était apparu que la propagation des ondes courtes suivait des lois extrêmement complexes et qu'elle dépendait de nombreuses variables, telles que la fréquence de l'onde, la forme de l'antenne, la distance du récepteur à l'émetteur, la situation géographique de l'émetteur, celle du récepteur, les conditions d'éclairage solaire du trajet présumé de la transmission, les circonstances atmosphériques, la saison, etc...

Ainsi, telle émission sur une onde déterminée qui était reçue très fortement à des milliers de kilomètres devenait inaudible brusquement, sans que rien n'eût varié à l'émetteur ni au récepteur. La disparition des signaux pouvait aussi se produire d'un jour à l'autre, à des heures différentes ou identiques.

Telle émission reçue à très grande distance ne pouvait être entendue par des correspondants rapprochés.

Et, circonstance aggravante, à ce phénomène de "disparition" des ondes suivant l'heure de la journée ou de la nuit, on devait ajouter le phénomène de l'évanouissement dit "fading", consistant dans de très grandes et rapides variations de l'intensité des signaux, qui se produisait d'une façon continue, mais avec une périodicité très variable.

En outre, de grosses difficultés se rencontraient pour la réalisation des émetteurs à ondes courtes notamment dans la construction des lampes et dans celle des circuits.

La capacité interne des triodes devenait supérieure à celle des organes d'oscillation, de telle sorte que des courants de haute fréquence très intenses traversaient les organes des lampes en produisant des échauffements considérables.

Il y avait aussi les pertes diélectriques dans les isolants, qui étaient énormes.

Enfin, de faibles écarts dans les caractéristiques de l'antenne, par exemple sous l'effet du vent, des variations de température dans les circuits, ou de tension dans les sources d'alimentation, des phénomènes internes dans les lampes, entraînaient une grande instabilité de la fréquence des ondes émises.

En face d'un problème d'une telle complexité, il était apparu à la Société Française Radio-Électrique que seule une expérimentation méthodique, entreprise sur une très vaste échelle, avec des moyens techniques puissants, permettrait d'effectuer des observations nombreuses et coordonnées, indispensables pour déterminer et les possibilités d'utilisation pratique des ondes courtes et les meilleures solutions pour leur emploi.

Aussi, après avoir effectué les premières études au laboratoire, les services techniques de la Société Française Radio-Électrique installaient en 1924 deux stations expérimentales, l'une à Clichy, l'autre à Sainte-Assise, spécialement conçues pour l'étude comparative de divers types d'antennes, de diverses formes de rayonnement et de leur efficacité à toutes distances et aux différentes heures du jour et de la nuit.

L'organisation de ces deux stations avait nécessité la mise en œuvre d'un matériel fort important et la construction de bâtiments spéciaux. Les aériens soumis à l'expérimentation couvraient une surface de 20 hectares et comprenaient des antennes de tous modèles : fils verticaux de 15 mètres à 130 mètres de long, alignements d'antennes, nappes verticales en éventails, etc., qu'on modifiait sans cesse selon les résultats obtenus.

Les émissions expérimentales étaient effectuées nuit et jour. Elles comportaient des séries d'essais exécutés selon des programmes méthodiques et des horaires précis, arrêtés à l'avance, avec des postes de réception installés en France et en Europe pour l'étude des phénomènes à petite et moyenne distance, aux États-Unis, en Argentine, en Indochine, en Syrie etc., pour l'étude des phénomènes à très grande distance. Tous ces correspondants faisaient connaître télégraphiquement les résultats de leurs observations.

Commencées avec des ondes de l'ordre de 200 mètres, les expériences se poursuivaient sur des ondes de plus en plus courtes jusqu'à 10 mètres.

On reconnaissait bientôt que, tandis que l'emploi d'ondes de 10 à 25 mètres favorisait la propagation diurne, les communications nocturnes étaient plus satisfaisantes avec des ondes de 30 à 60 mètres.

On constatait aussi qu'avec deux ou trois ondes convenablement choisies, on pouvait franchir des distances considérables, dépassant 10 000 kilomètres, à peu près à toutes heures de jour et de nuit.

Contrairement à l'opinion trop qui s'était répandue à la suite des résultats sensationnels obtenus avec des énergies infimes et dans des circonstances très favorables, par les premiers expérimentateurs, l'influence de la puissance fut nettement mise en évidence par ces essais et l'on dut reconnaître qu'il était indispensable, pour les radiocommunications à ondes courtes, de mettre en jeu une puissance suffisante afin de remédier aux variations d'amplitude provoquées par les phénomènes de propagation.

Il apparut également qu'une condition essentielle d'une bonne communication à ondes courtes était la rigoureuse stabilité de l'onde émise, faute de quoi toute réception rapide devenait impossible.

Enfin les expériences devaient permettre de dégager le rôle important des divers types d'antennes à rayonnement, dirigé ou non, et de mettre en évidence la grande efficacité des antennes multiples, à effet directif, fonctionnant comme réflecteur.

De tous ces résultats d'expérience, la Société Française Radio-Électriques allait tirer la juste formule de l'exploitation commerciale des ondes courtes : émetteurs suffisamment puissants, d'une très grande stabilité, alimentant des antennes dirigées

Il fallut passer à la réalisation. Celle-ci devait soulever des difficultés multiples. En premier lieu, l'établissement de puissants générateurs à ondes courtes posait le problème de la construction de lampes et de circuits. Lorsqu'on met en jeu une énergie de plusieurs kilowatts, la capacité des triodes atteint le même ordre que celle des organes d'exploitation proprement dits et elle est souvent même supérieure. Les triodes constituent des circuits oscillants secondaires qui peuvent être traversés par des courants très intenses, produisant des échauffements considérables dans leurs différents éléments. En outre, les pertes diélectriques, qui augmentent avec la fréquence, contribuent encore à l'échauffement de certains organes, ce qui rend très difficile de souder l'ampoule de verre aux armatures métalliques.

Il faut ajouter à cela l'influence, sur le degré du vide de la lampe, du phénomène oscillatoire extrêmement rapide des ondes courtes. On conçoit donc que la réalisation de fortes lampes pour la génération des ondes courtes n'ait pu être obtenue qu'après de longues et délicates recherches.

La question de la stabilité offrait aussi de grosses difficultés. Les laboratoires de la Société Française Radio-Électriques, en vue d'aboutir à une réalisation technique aussi simple que possible, s'étaient d'abord proposé de constituer les émetteurs à ondes courtes par une lampe puissante, montée en auto-excitation. Cette solution permettait de changer la longueur d'onde aisément et de choisir facilement, dans chaque cas, l'onde la mieux appropriée à la liaison à desservir.

Afin d'assurer la stabilité de fréquence d'un tel générateur, on avait réalisé un régulateur de fréquence d'une conception tout à fait originale. Cet appareil, fondé sur les phénomènes de saturation d'un circuit magnétique, constitué avec des tôles spéciales, permettait de commander l'émetteur à ondes courtes par un émetteur auxiliaire de faible puissance et d'une stabilité rigoureuse, en maintenant fixe la différence entre la fréquence de l'émetteur principal et celle de l'émetteur auxiliaire. Cette régulation de fréquence, qui ne mettait en jeu que des phénomènes électromagnétiques s'opérait sans aucune inertie autre que celle des circuits. Ce régulateur permettait en outre d'effectuer très simplement la manipulation à grande vitesse.

Dès 1925, un type d'émetteur propre à l'exploitation commerciale avait été réalisé par la Société Française Radio-Électrique. Installé à la station de Sainte-Assise, de la Compagnie Radio-France, il permettait d'obtenir immédiatement, avec une puissance antenne de 6 à 8 kilowatts, sur des ondes de 25 à 40 mètres, des résultats extraordinaires pour l'époque.

Un trafic commercial régulier pouvait être établi le 1er octobre 1925 avec Buenos-Aires (11 000 kilomètres) à une vitesse dépassant 60 mots à la minute.

De même, une communication pouvait être réalisée avec New-York à la vitesse de 120 et même 150 mots à la minute.

Les signaux de ce poste étaient reçus au Japon (11 000 kilomètres), à Nouméa (16 700 kilomètres).

On ne saurait mieux préciser l'importance du résultat technique auquel avaient atteint les laboratoires de la Société Française Radio-Électrique qu'en citant la lettre adressée le

20 octobre 1925 par le chef du trafic d'une des plus grandes compagnies étrangères :
La force des signaux de Sainte-Assise ondes courtes est beaucoup plus grande que celle de n'importe quel autre transmetteur européen à ondes courtes écouté par nous jusqu'ici.
En fait, c'est à présent la seule émission que montre des promesses d'utilisation commerciale.
De même, le chef du centre d'écoute de Buenos-Aires écrivait le 1er novembre 1925 :
J'ai fait avec Sainte-Assise ondes courtes de l'enregistrement automatique à 60 mots à la minute. C'est la première fois que je peux arriver à cette vitesse en ondes court
suis bien content. Jusqu'ici des variations combinées de fréquence et d'intensité empêchaient l'inscription. Avec Sainte-Assise ondes courtes, la réception est parfaite pe
des heures sans qu'aucune retouche ou presque soit nécessaire.
Grâce à sa simplicité de construction, à sa grande souplesse d'utilisation et à son efficacité en trafic, ce type d'émetteur fut adopté pour l'équipement de nombreuses stations à ondes courtes notamment à Sainte-Assise, Beyrouth, Santiogo-du-Chili, Téhéran, Saïgon, Tomioka, Shanghaï, etc.
Toutefois, en dépit de toutes ses qualités, cet émetteur qui avait été étudié seulement en vue de la radiotélégraphie allait se révéler insuffisant quand on voulut étendre le champ d'exploitation des ondes courtes à la radiotéléphonie.
La modulation téléphonique sur un émetteur à autogénération produit, en effet, des réactions qui se traduisent à grande distance par une distorsion susceptible de rendre la parole inintelligible.
Cet inconvénients ont conduit à l'étude d'un nouveau type d'émetteur à ondes courtes tout à fait différent et dont la fréquence est engendrée et commandée par un oscillateur de très faible puissance stabilisé par un cristal de quartz piézo-électrique.
L'utilisation de ce procédé a, bien entendu, entraîné des difficultés nouvelles et compliqué un peu la réalisation technique de l'émetteur.
D'abord il est nécessaire que le cristal de quartz soit maintenu à une température rigoureusement constante à quelques dixièmes de degrés près, ce qui a été réalisé en enfermant le quartz à l'intérieur d'une boite métallique en acier, maintenue à température constance par un thermostat. Ensuite, il a fallu prévoir des étages spécieux pour multiplier la fréquence propre du quartz. On sait, en effet, que la longueur l'onde d'un quartz est d'environ 120 mètres par millimètre d'épaisseur. Il faut donc, pour obtenir des ondes de l'ordre de 10 à 50 mètres, avec des quartz d'épaisseur pratiquement admissible, multiplier leur fréquence propre.
Enfin, en raison de la puissance très faible de ce générateur d'oscillations, il est indispensable d'amplifier les courants de haute fréquence en prenant toutes les précautions nécessaires pour ne pas introduire de causes d'instabilité.
Le nouvel émetteur réalisé par la Société Française Radio-Électrique, qui a pris place dans les stations radio-électriques modernes à grand trafic commercial, a été établi pour des puissances antenne de 10 kilowatts à 25 kilowatts. Il permet, à la fois, de réaliser des liaisons radio-télégraphiques à des vitesses de manipulation qui dépassent 200 mots à la minute et des communications radio-téléphoniques à plus de 10 000 kilomètres.
La Société Française Radio-Électriques a fourni de tels émetteurs pour l'équipement des stations de Sainte-Assise, Buenos-Aires, Pontoise (centre radio-électrique de l'Administration française des P.T.T.), Saïgon, Tananarive, Prangins (centre radio-électrique de la Société des Nations); etc.

Les Aériens Projecteurs.
Parallèlement au générateur d'ondes courtes, les ingénieurs de la Société Française Radio-Électrique mettaient au point un système aérien directif dont les remarquables qualités techniques devaient s'affirmer dès sa mise en service.
Nous avons vu plus haut qu'on était arrivé à concentrer les ondes courtes en des faisceaux étroits susceptibles d'être dirigés vers le poste correspondant. On augmente encore cet effet de concentration en disposant au poste de réception un système projecteur analogue.
Le principe suivant lequel sont construits les aériens projecteurs consiste à disposer leurs différents éléments de telle manière que les courants qui les traversent ajoutent leurs effets dans une direction déterminée et les annulent dans les autres directions. On obtient ainsi une concentration d'énergie dans une direction perpendiculaire au plan de l'aérien.
Il y avait une grosse difficulté dans la réalisation d'un pareil dispositif, celle de l'alimentation des différents éléments. Dans certains systèmes, mis au point dans d'autres pays, l'antenne est constituée par un grand nombre de fils verticaux alimenté deux à deux par les dérivations successives d'un feeder relié au poste émetteur. Cette antenne est accompagnée d'un déflecteur, qui est disposé parallèlement, derrière elle et qui comprend un nombre double de fils verticaux. L'alimentation des fils d'antenne nécessite une symétrie absolue, de façon que la longueur du feeder entre chaque brin d'antenne et l'émetteur soit constance. De plus, des dispositions mécaniques très rigoureuses doivent être prises pour assurer la tension des fils verticaux et maintenir leur parallélisme. Ces complications mécaniques et électriques conduisent à des réglages délicats assez longs.
Il faut ajouter aussi qu'un tel aérien ne peut projeter d'énergie que dans un seul sens, en avant de l'antenne; si l'on veut transmettre dans l'autre sens, il est nécessaire d'adjoindre un second rideau d'antenne symétrique du premier par rapport au rideau réflecteur.
Le système d'aérien mis au point par la Société Française Radio-Électrique est d'une extrême simplicité (M Chireix, ingénieur en chef des études et recherches, en est l'inventeur. M le professeur Mesny avait lui-même émis les idées qui ont facilité les études de M Chireix. Aussi avons-nous appelé ce système d'aérien le "Chireix/Mesny" ou "C.M", afin d'honorer ces deux savants.). Constitué par des éléments en "dents de scie", l'alimentation est faite en un seul point, au centre du rideau.
L'élément réflecteur est identique à l'élément émetteur, ce qui fait qu'un tel aérien peut projeter l'énergie à volonté dans un sens ou dans l'autre, chaque rideau pouvant jouer successivement le rôle d'antenne et de réflecteur.
En outre, la simplicité mécanique de cet aérien est très grande. Sa mise en place peut être effectuée en quelques heures. Enfin, l'effet directif est considérable : par exemple, en comparant l'effet d'un tel aérien composé de deux baies de 75 mètres de longueur à celui d'une antenne simple alimentée à la même puissance, on a trouvé que le projecteur Chireix/Mesny multiplie l'énergie à la réception par 70 environ par une seule baie et par plus de 100 avec les deux baies.

La Réception des Ondes Courtes.
Pour la réception des ondes courtes, on a d'abord utilisé, comme on le faisait à l'émission, des montages très simples : une lampe détectrice à réaction suivie d'étages d'amplification à basse fréquence. Mais ce dispositif, dont un défaut essentiel était le manque de stabilité, s'est vite révélé insuffisant. On a eu recours ensuite au procédé du changement de fréquence qui apportait une amélioration sensible pour la réception des émissions radiotélégraphiques, mais qui se prêtait mal à la radiotéléphonie.
Le défaut de tous ces récepteurs résidait surtout dans l'insuffisance de l'amplification à haute fréquence dont la réalisation soulevait en effet de grosses difficultés techniques pour les ondes courtes.
Les ingénieurs de la Société Française Radio-Électrique, profitant des enseignements que leur avaient apportés leurs travaux sur les amplificateurs à très haute fréquence destinés aux émissions radiotéléphoniques, ont repris l'étude de la réception à ondes courtes et ont réussi à réaliser des récepteurs d'une remarquable efficacité tant pour le trafic télégraphique que pour le trafic téléphonique.
Ces récepteurs comportent, à l'entrée, une amplification considérable des ondes reçues, suivie d'un seul changement de fréquence qui fonctionne ainsi sur un signal de grande amplitude, ce qui réduit le bruit de fond à une valeur pratiquement négligeable. Un système antifading commande automatiquement l'amplification à haute fréquence suivant l'amplitude du signal reçu et permet ainsi d'obtenir une réception d'intensité constante en dépit de variations, même très importantes, dans l'amplitude des signaux. Autrement dit, si l'amplitude de ces signaux, du fait des phénomènes de propagation, tend à diminuer, l'amplification du récepteur s'accroît dans la même proportion et inversement. Grâce à ce dispositif, les communications radio-téléphoniques s'échangent sans qu'il soit pratiquement possible de distinguer de variations dans l'intensité de la voix des usagers.

Le Multiplex.
Les nécessités de l'exploitation ont entraîné les ingénieurs de la Société Française Radio-Électrique à apporter à leur matériel de nouveaux perfectionnements pour en augmenter le rendement et les facilités d'utilisation.
Au nombre de ces perfectionnements, il convient de citer le système de transmission multiplex qui a pour objet de réaliser avec un seul émetteur et un seul récepteur deux communications radiotéléphoniques et une communication radiotélégraphique sur la même longueur d'onde.
Il semble a priori que les trois émissions doivent interférer les unes avec les autres et se brouiller mutuellement. Mais il n'en est rien grâce à un procédé ingénieux, dont voici le principe.
On module l'onde porteuse de l'émetteur par la combinaison de trois bandes de fréquence correspondant chacune à l'une des communications. Les appareils de réception opèrent la sélection de ces bandes de fréquence en restituant à chacune d'elle la forme qu'elle avait au départ. Pour les communications radiotéléphoniques, les fréquences acoustiques de chacun des deux courants microphoniques sont, au moyen de modulateurs de fréquence spécialement conçus, l'une transposée, l'autre transposée et inversée dans deux bandes de fréquences distinctes et plus élevées. Quant à la communication radiotélégraphique, elle est effectuée sur deux fréquences plus élevées que celles des bandes radiotéléphoniques. A la réception, on fait subir aux communications les opérations inverses et on retrouve à la sortie des appareils les courants microphoniques convenablement séparés et reconstitués et la transmission télégraphique.
Ce procédé, dont on aperçoit l'importance pour augmenter le rendement d'une liaison à ondes courtes, présente en même temps un gros intérêt pour la radiotéléphonie.
Il permet en effet de réaliser le secret de la communication par téléphonie sans fil, puisque les fréquences acoustiques des conversations téléphoniques ayant été transposées à l'émission, un récepteur qui n'est pas établi pour opérer la reconstitution des fréquences d'origine, ne laissera entendre que des sons inintelligibles dont le déchiffrement sera impossible.

La Téléphonie Sans Fil.
La radiotéléphonie à grande distance, rendue pratique grâce aux ondes courtes, constitue un progrès d'une telle importance, au point de vue technique comme au point de vue économique, qu'il convient de souligner spécialement ici la grande part qu'a prise l'industrie française dans sa réalisation.

Il est utile, tout d'abord, de dissiper une équivoque.
Certains s'étonnent parfois qu'il ait été nécessaire d'attendre l'avènement des ondes courtes pour donner au problème de la radiotéléphonie une solution satisfaisante. La radiodiffusion, dit-on, avait été réalisée depuis longtemps sur les ondes longues et les ondes moyennes, donc la radiotéléphonie l'était du même coup, celle-ci n'étant qu'un cas particulier de celle-là.
C'est inexact. La technique de la téléphonie sans fil est distincte de celle de la radiodiffusion.

L'objet de la radiodiffusion consiste, en effet, à faire entendre au même instant à un nombre illimité d'auditeurs, distribués au hasard dans le rayon d'action de la station, les mêmes informations, les mêmes concerts. La communication entre l'auditorium de radiodiffusion et les auditeurs est "unilatérale". D'autre part, cette communication s'établit à des heures fixées à l'avance. Enfin, si, pour une raison quelconque, un auditeur éprouvait des difficultés de réception, le préjudice ne serait pas bien grave.
Au contraire, la radiotéléphonie, tout comme la téléphonie sans fil, doit permettre, à tout instant, d'établir rapidement entre deux personnes, dont l'une habite, par exemple, Paris et l'autre Buenos-Aires et qui désirent entrer en communication, une liaison bilatérale qui leur permette de tenir conversation.
Et il est désirable que cette conversation radiotéléphonique ne puisse pas être surprise par tout auditeur de T.S.F.
Pour ne pas limiter l'usage de la radiotéléphonie à quelques privilégiés, il est indispensable aussi que les usagers puissent employer, pour l'émission et la réception, leurs appareils ordinaires d'abonnés au réseau téléphonique avec fil. Ainsi une conversation entre deux correspondants doit pouvoir s'échanger aux distances les plus grandes avec autant de commodité que s'il s'agissait d'une communication entre deux abonnés d'un même réseau.
Enfin, quels que soient les deux correspondants et l'instant de leur communication, il est indispensable que l'audition ne soit troublée ni par des parasites atmosphériques ni par des variations dans l'intensité de la voix.
On aperçoit maintenant quelques-uns des problèmes délicats que la radiodiffusion n'avait pas connus et que la radiotéléphonie allait poser.
Certes, on avait bien cherché, avant que la technique des ondes courtes ne fût au point, à résoudre le problème de la radiotéléphonie en utilisant les ondes longues.
Mais celles-ci, comme nous l'avons déjà dit dans le chapitre qui leur est réserve, offrent de gros inconvénients dont peut s'accommoder dans une certaine mesure le trafic télégraphique, mais qui sont absolument intolérables pour un trafic téléphonique commercial. En premier lieu, elles sont sujettes aux parasites atmosphériques qui sont particulièrement intenses dans certains pays. Ensuite, étant donné qu'une antenne d'un poste à ondes longues rayonne son énergie dans toutes les directions et que seulement une faible partie de cette énergie se propage vers le correspondant, il faut, pour assurer un service satisfaisant avec les ondes longues, mettre en jeu des puissances considérables. Le rendement économique est donc excessivement faible et les correspondants sont obligés d'acquitter des taxes extrêmement élevées.
C'est pourquoi les services techniques de la Société Française Radio-Électrique ont travaillé pendant plusieurs années au problème de la radiotéléphonie commerciale par ondes courtes.

La mise au point de l'aérien projecteur S.F.R Chireix/Mesny, que nous avons décrit plus haut, et qui permet de concentrer en un faisceau étroit, dirigé vers le poste correspondant, la totalité de l'énergie émise par le poste émetteur et, par conséquent, d'obtenir aux grandes distances une énergie considérable avec une puissance d'émission relativement faible, allait rendre possible la mise au point définitive de la radiotéléphonie.
Dès le mois de mars 1928, la Société Française Radio-Électrique effectuait une démonstration officielle de son système, au cours de laquelle, le ministre du Commerce et des P.T.T (M. Bokanowski) et plusieurs hauts fonctionnaires pouvaient communiquer de leur bureau ou de leur appartement, avec le gouverneur de l'Algérie et plusieurs personnalités d'Alger qui les écoutaient au moyen de leur téléphone d'abonnés.
Les résultats remarquables de cette expérience avaient été obtenus en utilisant un poste expérimental établi par les services techniques de la Société Française Radio-Électrique à Sainte-Assise, et qui pouvait être commandé par l'un quelconque des appareils téléphoniques du réseau français, avec une puissance de l'émission d'environ 10 kilowatts. La longueur d'onde de la transmission avait été choisie de 30 mètres.
La station de réception était installée dans les environs immédiats d'Alger et reliée au réseau téléphonique Nord-Africain.
Les ingénieurs de la Société Française Radio-Électrique, poursuivant leurs essais, entreprenaient au mois de juin 1928 de démontrer la possibilité d'une liaison radiotéléphonique commerciale avec Saïgon et le Japon d'une part, la République Argentine d'autre part.
Le 21 juin, la communication téléphonique était établie entre Paris et le gouverneur du Cambodge à Pnom-Penh, qui était relié à la station de réception de Saïgon par un circuit téléphonique de 250 kilomètres.
Au cours de ces démonstrations expérimentales, il n'avait pas été possible de réaliser des liaisons bilatérales faute d'installations d'émission dans les pays correspondants. La communication se faisait donc dans un seul sens.
Pour démontrer complètement la valeur de son procédé et de ses appareils la Société Française Radio-Électrique organisait, à partir du mois de juillet 1928, une nouvelle série d'essais de communications radiotéléphoniques, bilatérales cette fois, avec Buenos-Aires où l'on disposait des installations nécessaires. A cette fin, deux antennes projecteurs S.F.R Chireix/Mesny étaient installées à Sainte-Assise et orientées vers Buenos-Aires; en outre, une antenne directive pour la réception était établie à Villecresnes. La liaison était réalisée, en Argentine, par l'intermédiaire du centre de Monte Grande pour l'émission, et de Villa Elisa pour la réception. Les longueurs d'onde utilisées étaient respectivement de 15m,55 du côté français et de 15m,03 du côté argentin. Cette différence de longueur d'onde, cependant faible, permit de réaliser une liaison bilatérale dans des conditions excellentes.
Au cours de cette expérience, les ingénieurs de la Société Française Radio-Électrique pouvaient achever la mise au point d'un dispositif spécial dit "antiécho", dont le rôle est de supprimer un phénomène d'écho téléphonique fort gênant, suivant lequel les correspondants s'entendaient parler avec un certain retard.
Les résultats des essais étaient à ce point remarquables que, dès le 13 août, le directeur de la Transradio Internacional, compagnie qui exploite les liaisons radio-électriques en Argentine, écrivait à la Société Française Radio-Électrique "qu'à son avis l'inauguration commerciale du service radiotéléphonique entre la France et l'Argentine devait être envisagée dans des délais aussi courts que possible".
Toutefois, la Société Française Radio-Électrique, soucieuse de ne rien laisser au hasard et de n'ouvrir cette liaison que dans des conditions de sécurité complète, entreprenait de nouveaux perfectionnement à ses appareils.
Les essais furent repris en décembre 1928 et janvier 1929 et donnèrent des résultats définitifs. La communication radiotéléphonique bilatérale Paris-Buenos-Aires était assurée avec une très grande sécurité, les conversations s'échangeaient avec facilité et sans répétition.
Au cours de ces conversations, aucun affaiblissement ni aucun éclat n'étaient constatés dans la voix des correspondants.
Cette expérience avait un tel retentissement que de nombreuses personnalités françaises et étrangères utilisaient la communication à titre de démonstration pendant le mois de décembre et le mois de janvier.
Le 17 décembre, notamment M. Philippe Berthelot, secrétaire général du Ministère des Affaires Étrangères à Paris, s'entretenait avec M. Clinchant, ambassadeur de France à Buenos-Aires.
Au mois de janvier, un abonné du réseau de Berne était mis en communication avec la Légation Suisse à Buenos-Aires.
Ces diverses expériences permettaient de conclure à la mise au point définitive du procédé technique de la Société Française Radio-Électrique pour la radiotéléphonie transocéanique et à la possibilité d'ouvrir immédiatement la communication radiotéléphonique bilatérale non seulement entre la France et Buenos-Aires, mais encore entre l'Europe et l'Argentine.
Le 31 janvier 1929, ce service radiotéléphonique était officiellement inauguré par M Briand, ministre des Affaires Étrangères, et par M. Germain-Martin, ministre des P.T.T. qui entraient en conversation avec leurs collègues argentins.
Au cours de l'entretien, M. Briand fit à son correspondant la réflexion suivante :
"Je vous entends parfaitement, aussi bien que si vous étiez dans mon cabinet; il n'est pas possible que 11 000 kilomètres nous séparent, la carte doit mentir."
Dès le 1er février, le service radiotéléphonique France-Argentine était ouvert au public et l'on inaugurait en même temps le service radiotéléphonique entre Berne et Buenos-Aires par l'intermédiaire de Paris.
En 1930, la Société Française Radio-Électrique équipait la station de Saïgon et, le 11 avril de la même année, la liaison radiotéléphonique entre la France et sa grande colonie d'Extrême-Orient était ouverte au public.
En même temps, on se préoccupait de relier par la téléphonie sans fil la France avec ses possessions nord-africaines. L'Office des P.T.T. de l'Empire Chérifien faisait installer, par la Société Française Radio-Électrique, à Rabat, une station émettrice-réceptrice à ondes courtes pour la télégraphie et la téléphonie sans fil, et les services avec la France pouvaient être ouverts en 1931. Ils étaient effectués d'abord avec la station de Sainte-Assise de la Compagnie Radio-France, en attendant que l'Administration française des P.T.T. possédât elle-même un centre radiotéléphonique à ondes courtes.
Cette Administration chargeait, de son côté, la Société Française Radio-Électrique, d'étudier et de réaliser l'installation d'un grand centre radiotélégraphique et radiotéléphonie à ondes courtes à Pontoise destiné, en particulier, à assurer le service téléphonique sans fil avec l'Afrique du Nord, ainsi que d'un poste analogue destiné à Alger.
Toutes ces installations ont été mises en service en 1934.

Les grandes stations équipées par la Société Française Radio-Électrique.

La description des stations radio-électriques équipées par la Société Française Radio-Électrique serait d'une lecture fastidieuse. Nous nous limiterons à fournir quelques renseignements essentiels sur quelques centre radio-électriques importants.

Stations Françaises.
Centre radio-électrique de Sainte-Assise (Compagnie Radio-France)
Le 9 janvier 1921, était posée la première pierre du grand centre radio-électrique de la Compagnie Radio-France, situé à Sainte-Assise (près de Melun). Il comprenait, dès l'origine, deux grandes stations d'émission, indépendantes l'une de l'autre.

La station transcontinentale, destinée au service radiotélégraphique à très grande distance avec :
L'Amérique du Nord;
L'Amérique Centrale;
L'Amérique du Sud;
L'Asie, etc...
La station continentale pour les liaisons radiotélégraphique dans un rayon d'environ 3 000 kilomètres.

- La station transcontinentale comporte deux machines à haute fréquence de 500 kilowatts-antenne et deux machines de 250 kilowatts-antenne, pouvant fonctionner séparément ou couplées électriquement deux à deux.
La manipulation, commandée à partir du Bureau Central de Radio-France (BCR) à Paris, 166, rue Montmartre, peut être effectuée à une vitesse de plus de 100 mots par minute.
L'antenne, soutenue par 16 pylônes de 250 mètres de hauteur, forme une nappe double de 3 kilomètres de longueur qui couvre une superficie de 1 200 000 mètres carrés.
Cette antenne a exigé la mise en œuvre de 70 000 mètre de fil d'antenne proprement dit et de 16 000 mètres de câble d'acier.
La prise de terre, du système dit "à terres multiples", comprend 80 000 mètres de lignes enterrées. Elle couvre une surface de 1 800 000 mètres carrés.
L'alimentation en énergie électrique de la station est assurée soit par le Sud-Lumière, soit par deux groupes Diesel de 1 400 - 1 800 HP.

- La station continentale comprend 2 machines à haute fréquence de 25 kilowatts antennes, 2 émetteurs à lampes et une usine thermique d'alimentation de 320 HP.
L'antenne du type en parapluie est supportée par un pylône de 250 mètres de hauteur.
La prise de terre, qui est complétée par un contrepoids, a exigé 50 000 mètres de fil de cuivre.
Ces installation qui constituent le centre d'émission à ondes longues de Sainte-Assise furent inaugurées officiellement le 7 août 1922, par un message adressé par M. Millerand, président de la République, à M. Harding, président des États-Unis.
Cette inauguration eut un retentissement considérable et le centre de Sainte-Assise apparut comme la plus audacieuse entreprise du domaine de la radio-électricité. La construction du matériel et des bâtiments et tous les montages et mises au point avaient duré un an et demi, délai remarquable, surtout à une époque où les moyens de production étaient assez limités pour certaines fournitures. Tous les travaux avaient été dirigés selon la méthode graphique : le délai prévu fut observé exactement et le dépassement sur le devis initial annexé au projet n'atteignit pas 2 p. 100.
Les premières émissions de la nouvelle station se révélaient d'une qualité technique exceptionnelle.
Au premier appel lancé par la station de Sainte-Assise, le 4 juillet 1922, le poste de Marion aux États-Unis répondait aussitôt dans les termes suivants :
"Vos signaux sont très forts, votre manipulation est très bonne, régularité aussi. Prière transmettre à 80 mots par minute".
De son côté, M. Marconi qui se trouvait à bord de son yacht "Elettra", en rade de New-York, adressait galamment à la station de Sainte-Assise le résultat de ses observations.
"Vos premiers signaux observés sur yacht "Elettra" sont nettement beaucoup plus forts que Carnarvon, régulation et manipulation excellentes, bande à 80 mots par minute très satisfaisante".
Le lendemain, M. Marconi complétait ses observations de la veille par ses plus chaleureuses félicitations, "Nous avons reçu les signaux de votre nouvelle station française sur les appareils de mon yacht "Elettra" maintenant à New-York, je vous envoie de plus grand cœur congratulations pour la puissance, la qualité et la netteté des signaux indiquant un succès marqué dans l'étude de l'établissement de la station".
Au cours de ces essais, la station de réception de l'Agence Havas établie à Buenos-Aires adressait ses observations par le télégramme suivant :
"Avons entendu hier soir et ce matin Sainte-Assise, à tout moment, avec force supérieure à toutes autres stations du monde et incomparablement plus fort que Bordeaux, fonctionner à grande vitesse avec l'Amérique-Nord".
Ces quelques attestations permettent d'apprécier quel degré de perfection avait atteint, déjà en 1922, la technique de la Société Française Radio-Électrique.

Les stations à ondes courtes - Les progrès dans l'emploi des ondes courtes pour la radiotélégraphie et la radiotéléphonie ont déterminé, en 1926-1927, la Compagnie Radio-France à doter son centre d'émission de Sainte-Assise de postes à ondes courtes :
Deux émetteur doubles radiotélégraphiques permettant d'effectuer 4 émissions simultanées,
Un émetteur à maître oscillateur à quartz prévu pour deux longueurs d'onde utilisables successivement et pouvant fonctionner indifféremment en télégraphie ou en téléphonie.
La puissance totale absorbée par ce centre à ondes courtes est de 200 kilowatts environ.
Les émetteurs ci-dessus actionnent 16 aériens réflecteurs qui sont orientés respectivement vers l'Amérique du Sud, l'Extrême-Orient, les États-Unis, la Syrie, l'Indochine, la Chine, le Japon et l'Europe Orientale.
Le développement de l'exploitation a conduit à installer, en outre, dans le bâtiment de la station transcontinentale un émetteur à ondes courtes à maître oscillateur à quartz, pouvant fonctionner soit en radiotélégraphie, soit en radiotéléphonie.
Cet émetteur alimente deux antennes réflecteurs orientées respectivement vers l'Amérique et vers l'Indochine.
Enfin, l'ouverture du service radiotéléphonique avec l'Amérique du Sud a nécessité la création d'une station spéciale équipée avec un émetteur à quartz alimentant un réflecteur orienté vers Buenos-Aires.

Les Faiseaux herzien :
Dès la Libération en Mai 1945, la France entreprend la réalisation d'une nouvelle manière de transmettre les conversations téléphoniques à distance. L'étude ayant débuté discrètement sous l'occupation en 1941, par des expériences de propagation des ondes centimétriques dans les environs de Toulon. Pour ce faire, elle s'inspire de la technologie du radar améliorée par nos amis britanniques dès le début de la seconde guerre mondiale (nos amis ayant en cela bénéficié des résultats prometteurs menés par la France et brevetés à partir de 1934, que nous avions transférés en Grande-Bretagne in-extremis avant notre invasion - ce qui permit à la Grande-Bretagne de ne pas s'effondrer sous le poids de la Luftwaffe.

Le 19 avril 1946, ont lieu pour la première fois en France les premiers essais de téléphonie transmise par Faisceau Hertzien en ondes ultra-courtes entre Paris et Montmorency, en présence de M. le Ministre des PTT - Jean Letourneau qui inaugure le dispositif installé dans la forêt de Montmorency.
Les travaux réalisés en 1946 s'avérant concluants, l'Administration des PTT s'engage dans la construction de la première liaison hertzienne d'exploitation courante en France en 1949 sous l'impulsion de M. le Directeur Général des Télécommunications - Charles Lange.

La suite à la page faisceaux herzien