ESSAIS DE CORRESPONDANCE A L'INTÉRIEUR D'UNE VILLE.

Prié par M. le professeur Eric Gerard de diriger la construction d'*appareils de démonstration* de la télégraphie sans conducteurs de ligne, j'ai pu essayer la correspondance entre l'Institut électro-technique Montefiore et le nouveau local de l'Association des Ingénieurs électriciens sortis de cet Institut, à une distance qui n'est pas excessive, mais dans des conditions qui méritent d'être connues.

Le transmetteur ordinaire comprenait cinq accumulateurs Tudor, une clef, une bobine de Rühmkorff actionnée par un interrupteur ordinaire à lame élastique, capable de donner des étincelles de 11 cm de long avec un courant primaire efficace de 3 $^1/_2$ ampères, et un radiateur assez simple.

Dans mes tous premiers essais, tant que je ne sortais pas avec le récepteur de l'Institut, où le transmetteur est toujours resté installé, je pus me servir sans inconvénient d'un radiateur constitué par deux boules pleines en laiton, ayant un diamètre de 12 cm, noyées dans de l'huile de vaseline, écartées variablement l'une de l'autre de 1 à 2 mm, placées directement l'une au-dessus de l'autre et mises en communication, au moyen de deux grosses tiges, avec deux tiges minces verticales en laiton, découvertes, d'un diamètre de 3 mm, dont la supérieure avait une longueur de 2 $^1/_2$ m environ et l'inférieure une longueur de 1 m seulement. Deux plaques de cuivre circulaires, d'un diamètre de 60 cm environ, enfilées par le centre sur ces tiges plus minces, et maintenues horizontales par quatre petites flèches métalliques aboutissant à un anneau portant une vis, pouvaient être déplacées selon la verticale, de façon à varier la capacité électro-statique du système. Dans ce premier cas, la distance de transmission

n'atteignit jamais une valeur suffisante pour permettre de remarquer la moindre variation dans l'efficacité du radiateur, quelle que fût la distance entre les deux plaques, de 60 cm à 3 m.

Dans d'autres essais, quand je transportai le récepteur hors de l'Institut et que je l'installai au siége de l'Association, je remplaçai les deux tiges minces en laiton par deux conducteurs verticaux en cuivre ayant un diamètre de 1 $^1/_2$ mm environ, recouverts d'un isolant. Le conducteur supérieur avait une longueur de 10 à 12 m ; le conducteur inférieur une longueur de 5 à 6 m. Aux deux extrémités opposées, éloignées de 15 à 18 m l'une de l'autre, étaient fixées horizontalement les deux plaques de cuivre décrites ci-dessus.

Mais, dans ce cas, je ressentis les effets nuisibles des bulles de gaz qui se dégageaient dans l'huile de vaseline, et qui rendaient souvent insuffisante l'énergie de la décharge. Je dus alors substituer aux deux boules de 12 cm, deux boules de 3 $^1/_2$ cm de diamètre, que je plaçai dans l'huile l'une à côté de l'autre, tout en conservant aux deux tiges de support la direction verticale. Ces deux petites boules étaient séparées par un intervalle qui varia de 3 à 4 mm.

Indépendamment de ce transmetteur, j'en composai un plus petit avec un seul petit accumulateur, une clef, une petite bobine d'induction capable de donner des étincelles de 1 $^1/_2$ cm et un radiateur dont je variai souvent la forme et les dimensions.

Ce radiateur se composa, maintes fois, de deux bandelettes de cuivre d'une largeur de 2 cm et d'une longueur variable entre 60 et 40 cm. Elles étaient coupées en pointe aux extrémités en regard, que je tenais éloignées d'un mm à peu près.

D'autres fois, ce radiateur se composa de deux bandelettes de cuivre d'une largeur de 4 mm et d'une longueur de 50 cm, également façonnées en pointe aux extrémités en regard. Ces bandelettes portaient encore, aux deux extrémités opposées, des plaques de cuivre placées dans le plan des deux bandelettes et ayant une superficie de 18 cm sur 24 cm environ.

J'estime que le radiateur du transmetteur ordinaire, composé principalement de deux boules de 12 cm et de deux tiges ayant une longueur totale de 3,50 m, devait engendrer des oscillations ayant une longueur d'onde de 7 à 9 m; que le radiateur, composé principalement de deux boules de 3 $^1/_2$ cm et de deux conducteurs ayant une longueur totale de 15 à 18 m, devait engendrer des oscillations ayant une longueur d'onde de 30 à 50 m.

Quant à la longueur d'onde des radiations produites par les différents excitateurs que j'adaptai au transmetteur de petit modèle, elle dut varier de 1,50 à 3 m.

Ces données, quoique calculées assez grossièrement, ne doivent pas être oubliées pour juger de l'importance de l'accord entre le radiateur et le résonateur, d'après les faits que j'exposerai.

Le récepteur, unique, se composait d'un tube sensible du genre de ceux que j'ai dit plus haut avoir construits; de deux appendices semblables à ceux qui étaient adaptés au transmetteur ordinaire; d'un élément Leclanché humide pour faire fonctionner un relais de construction rudimentaire; de cinq éléments Leclanché pour actionner une machine Morse ordinaire et un interrupteur à trembleur de construction aussi assez grossière, et de trois voltamètres ou résistances liquides, ayant le but indiqué ailleurs.

J'ai dit que les appendices du coherer étaient semblables à ceux qui, avec les boules, composaient le radiateur.

Pendant les essais à l'intérieur de l'Institut, ils étaient donc constitués par deux tiges de laiton minces, verticales et non isolées, le long desquelles on pouvait déplacer deux plaques de cuivre circulaires horizontales.

Dans ces conditions, et pour n'importe quelle distance entre ces deux plaques, le récepteur ne laissa jamais remarquer aucune différence de sensibilité, quelle que fut la distance de correspondance dans les limites permises, tant qu'on l'excita avec le transmetteur ordinaire, appareillé n'importe comment.

Également, en employant le transmetteur de petit modèle, je trouvai dans l'Institut une limite de distance pour laquelle le récepteur cessait d'être sensibilisé ; mais je ne pus déterminer, avec certitude, si cette limite variait vraiment avec la forme et les dimensions du radiateur employé. En somme, je n'eus pas tout au moins le moyen d'apercevoir dans le résonateur un effet tangible des variations de la fréquence des oscillations engendrées par le radiateur.

Un autre fait remarquable, c'est que, ayant placé le transmetteur, petit modèle, sous le toit, dans un local tout entouré de pièces métalliques, les oscillations électro-magnétiques produites sortirent de cette espèce de cage conductrice et traversèrent plusieurs murs, en affectant le récepteur placé au même étage.

Pendant les essais entre l'Institut et les locaux de l'Association, les appendices du coherer étaient constitués, au contraire, par deux longs conducteurs verticaux isolés, aux extrémités opposées desquels on avait fixé horizontalement les deux plaques circulaires de cuivre.

Le relais employé se composait d'un électro-aimant en fer à cheval, placé verticalement avec les pôles en haut. Cet électro-aimant commandait une armature munie

d'une longue tige très-mince en aluminium, pliée en équerre et qui fermait le circuit de secours, en plongeant dans un godet à mercure. L'appareil était un peu grossier, mais on avait soigné la construction du pivot et de la suspension (faite avec un ressort à boudin) de l'armature. L'enroulement était fait avec du fil très long et très mince. Au relais était adapté un premier voltamètre à eau.

L'interrupteur employé se composait aussi d'un électro-aimant en fer à cheval, placé verticalement avec les pôles en haut. Cet électro-aimant agissait sur une armature soutenue par un ressort à lame. L'armature portait une longue tige de cuivre, munie d'une petite boule en laiton qui frappait directement sur le coherer. La tige portait à son tour un petit ressort, auquel était soudée une petite plaque en laiton qui devait composer, avec une vis, le contact intermittent. La rupture de ce contact devait se produire avec un retard sensible, par rapport à la mise en mouvement de l'armature, et cela, pour augmenter la course du système et donner une force vive suffisante au marteau, de manière qu'il ne manquât pas de renouveler la résistance de la limaille contenue dans le tube. L'enroulement était fait avec un fil moins long et moins mince que celui employé dans la construction du relais. L'interrupteur fut moins bon que le relais, à cause de l'inertie plus grande de ses différentes parties qui en ralentissait le fonctionnement.

Dans la machine Morse, j'avais ajouté, à l'ongle qui trace les caractères alphabétiques, une petite pièce courbe en laiton, pour allonger les points tracés sur le papier télégraphique. Je pensais pouvoir donner ainsi aux pointillés l'apparence des traits continus qu'ils devaient représenter.

La disposition en parallèle de la machine et de l'interrupteur m'aurait permis de me servir d'une seule résis-

tance à eau pour étouffer les effets des extra-courants produits par la self-induction des enroulements des deux appareils ; mais je préférai en adopter une à chaque enroulement pour en déduire, s'il était possible, une relation visible entre les éléments des enroulements et les éléments des résistances à eau. Toutefois, les observations faites sur les trois voltamètres du récepteur ne me conduisirent à formuler aucune règle pratique concernant la distance à ménager entre les électrodes des voltamètres et la résistance et self-induction des enroulements des électro-aimants. On sait bien déterminer théoriquement quelle capacité est nécessaire pour compenser une self-induction donnée, mais on ne sait pas évaluer avec certitude la capacité représentée par un voltamètre à eau (condensateur à diélectrique imparfait).

C'est donc avec les appareils que je viens de décrire que j'ai essayé d'obtenir la correspondance télégraphique dans la ville, entre l'Institut électro-technique (rue Saint-Gilles) et le siége de l'Association (rue du Pot-d'Or). La distance entre les deux établissements n'est que de 300 m environ ; mais, entre ces deux établissements, s'élèvent une dizaine de constructions, parmi lesquelles une assez vaste et très haute, contenant un hôtel (Hôtel Métropole).

Le transmetteur et le récepteur étaient installés tous les deux au premier étage ; les conducteurs aériens de tous les deux montaient jusqu'au toit *sans le surpasser* ; les conducteurs inférieurs de tous les deux descendaient jusqu'au sol, *sans faire terre*. Les deux conducteurs isolés de chaque appareil sortaient à travers des trous ménagés dans le châssis des fenêtres et longeaient verticalement la surface extérieure des bâtiments à une distance de 60 cm environ.

Le radiateur et le résonateur pouvaient se dire placés

dans deux larges puits : aucun point de l'un de ces appareils ne pouvait, pour ainsi dire, voir un point de l'autre.

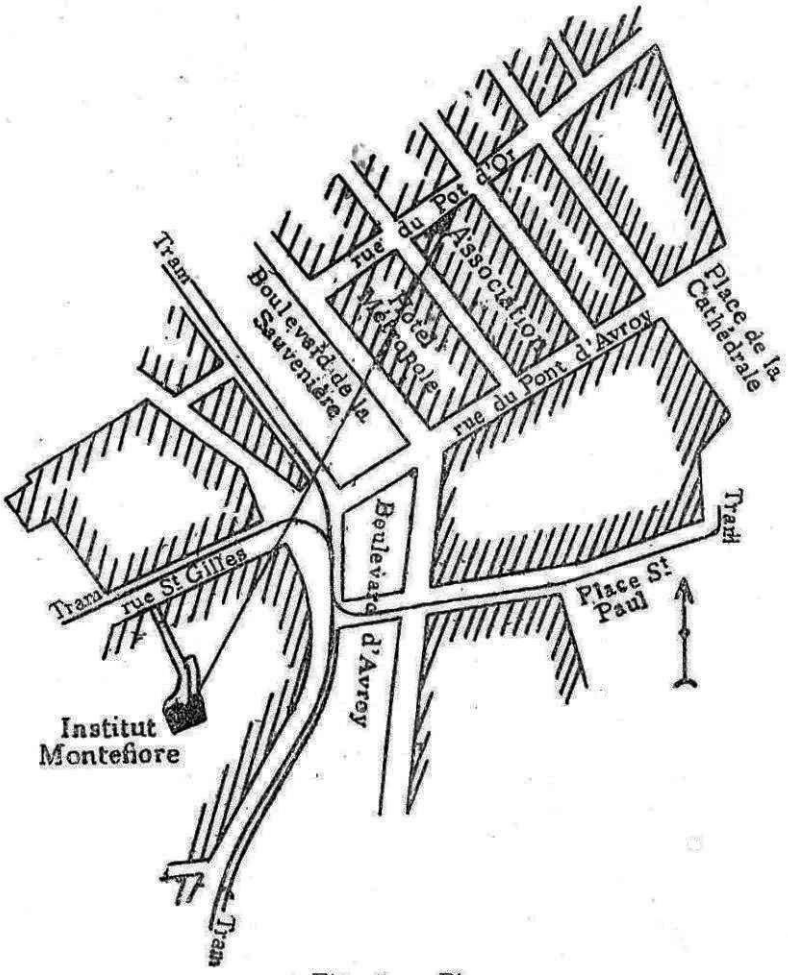

Fig. 28. — Plan.

L'épaisseur totale des murs interposés entre les deux appareils pourrait grossièrement se chiffrer à une quinzaine de mètres. Mais ce n'est pas de la part de ces murs

que la correspondance avait à craindre l'obstacle le plus important, mais plutôt de la part des nombreuses canalisations métalliques qui s'y trouvaient, comme les tuyaux en zinc, en fonte, en plomb, pour la décharge de l'eau pluviale et pour la distribution de l'eau alimentaire et du gaz, comme les conducteurs en cuivre pour le service de l'éclairage électrique.

Dans ce sens, j'aurais cru très embarrassante l'existence de l'hôtel mentionné, exactement sur la direction joignant les deux locaux. Puis j'aurais cru également nuisible la présence d'un toit métallique sur la même ligne.

J'avais craint aussi l'existence d'une station de trams électriques dans le voisinage (pont d'Avroy), à cause des fortes variations de courants que l'on a, pendant les arrêts et les démarrages des voitures, le long des mâts de trolley et d'autres conducteurs qui ont une composante verticale.

Au contraire, l'existence des conducteurs fixes d'alimentation des trams ne me préoccupait guère; à cause de leur direction généralement horizontale, ils ne pouvaient certainement pas produire des effets d'induction sur le résonateur étendu verticalement.

Malgré ces conditions défavorables, la correspondance fut établie heureusement, signe que le réseau des conducteurs interposés entre le transmetteur et le récepteur n'avait pas les mailles assez serrées pour empêcher la propagation de l'énergie électro-magnétique ou, au moins, pour en dissiper une partie trop forte.

Pendant quelques jours de pluie, les couches d'eau étendues sur les façades des maisons interposées ne furent pas plus nuisibles que les canalisations métalliques.

Il me faut noter que, pour montrer le récepteur et son fonctionnement à un grand nombre de personnes, je dus l'éloigner de la fenêtre près de laquelle il se trouvait

installé, et le porter même au centre d'une autre pièce. Je dus, partant, ajouter, entre le coherer et les conducteurs verticaux extérieurs, deux conducteurs horizontaux ayant chacun une longueur de 9 m environ. Cette disposition doublait la longueur du résonateur. La partie ajoutée, horizontale, n'était pas seulement inefficace (ne pouvant pas ressentir des effets d'induction de la part d'un radiateur ayant une direction générale verticale), mais était encore nuisible à cause de la résistance ohmique, de la capacité et de la self-induction qu'elle introduisait, de manière à allonger la période propre du résonateur et à rendre plus rapide l'amortissement des oscillations induites.

Malgré tout, le récepteur se laissa très-bien exciter à distance par le transmetteur ordinaire et de près par le transmetteur de petit modèle, qui me servait à rendre plus complète la démonstration du système télégraphique sans sortir des locaux de l'Association.

CONSIDÉRATIONS FINALES.

Les choses en étant au point actuel, il résulte de tout ce que je viens de dire que le système télégraphique Marconi n'est pas sans inconvénients.

J'ai essayé de persuader que l'accord parfait de la période propre du circuit de réception avec celle du circuit d'émission est bien loin d'être indispensable. Cet accord peut conférer une plus grande sensibilité au récepteur et augmenter quelque peu la distance de transmission, mais un désaccord même considérable ne peut pas empêcher un résonateur de ressentir l'action d'un excitateur, même à une grande distance de celui-ci. Rien n'empêche donc, à moins que l'on n'adopte des dispositions appropriées, qu'un résonateur ne perçoive les signaux émis en même temps par plusieurs radiateurs se

trouvant dans un certain rayon. Une telle circonstance rendrait certainement impossible toute correspondance. Cet inconvénient est même bien plus à craindre que celui qui se présente dans les usages militaires de la télégraphie sans fil : un mal intentionné, l'ennemi, peut surprendre les communications et avoir connaissance des dépêches électro-magnétiques. Mais, à ce dernier inconvénient, on pourrait facilement parer en employant, dans la télégraphie sans fil comme dans la télégraphie optique des sémaphores, deux codes différents, un code international pour les communications d'ordre général, un code secret pour les usages de guerre.

Reste donc l'inconvénient plus grave de l'entrelacement des signaux.

Les efforts des expérimentateurs devraient donc être dirigés vers le but de trouver au moins un moyen de *borner* les radiations électro-magnétiques destinées à la correspondance dans des régions de l'espace assez exiguës pouvant être convenablement dirigées, au besoin, sans s'occuper de les *concentrer* dans ces régions, comme on le fait dans la télégraphie optique ordinaire et comme on pourrait le faire facilement dans la télégraphie sans fil, s'il n'était pas indispensable d'employer des radiateurs très-étendus. D'ailleurs les fortes dimensions à donner aux projecteurs capables de s'adapter aux longs radiateurs dont on doit se servir, ne paraîtront peut être pas toujours un obstacle à leur usage, au moins dans les stations fixes. En tous cas, il serait facile, pour le but plus restreint indiqué tantôt, de construire des *intercepteurs* assez légers et peu encombrants en utilisant les propriétés des treillis cylindriques que j'ai indiquées ailleurs. Évidemment, la construction de ces treillis exigerait certaines précautions particulières, pour éviter qu'ils puissent affaiblir les radiations principales dans le secteur utile en leur super-

posant des radiations secondaires nuisibles. Les fils du treillis, parallèles au conducteur aérien, c'est-à-dire verticaux, devraient être interrompus par des coupures ou par de petites bobines à forte self-induction, afin de diminuer l'intensité et de changer totalement la période des oscillations électriques induites sur leur longueur.

On a écrit dans plusieurs journaux que le système de M. Marconi pour provoquer des actions électriques à distance sans communication matérielle pouvait s'appliquer à l'explosion des magasins à poudre des navires de guerre de l'ennemi. Ceci est tout-à-fait impossible parce qu'il faudrait préparer plusieurs choses dans ce but. On peut certes provoquer des étincelles par induction ; mais une étincelle sensible demande une quantité d'énergie qui ne saurait pénétrer à une distance considérable dans un réduit blindé ; et une étincelle microscopique, si encore il pouvait s'en former, ne saurait pas élever suffisamment la température du moindre grain d'explosif situé sur son passage.

Aussi, si l'on voulait appliquer le système à l'explosion de mines expressément préparées, ce qui peut se faire sans grandes difficultés, il faudrait prédisposer un résonateur contenant un coherer et relier aux deux bouts de celui-ci un circuit local contenant une pile et une amorce. Le coherer, ne devant fonctionner qu'une seule fois, ce seul circuit suffirait. Une perturbation électro-magnétique recueillie par le résonateur fermerait le circuit d'inflammation. Ce moyen servirait aussi bien pour les mines dans la terre que pour les torpilles dans l'eau. Ce serait un moyen d'une extrême simplicité qui dispenserait de la construction de toute ligne et qui assurerait la simultanéité d'explosion de toutes les mines. Mais, pour cela même, il ne conviendrait pas là où il y aurait des mines à faire éclater successivement, à moins que l'on ne parvienne

à résoudre le problème des projecteurs ou des intercepteurs.

Le nouveau système de provocation d'actions électriques à distance sans liaison matérielle pourrait encore servir dans un grand nombre d'applications : il pourrait desservir toute espèce d'avertisseurs, pourvu toujours qu'on réussisse à éviter la possibilité qu'un résonateur soit influencé par un excitateur différent de celui par lequel seulement on veut qu'il soit actionné.

Peut-être pour y parvenir, faudrait-il recourir à des fréquences plus élevées, ce qui serait permis eu égard à la distance à franchir, qui, dans ces applications, serait certainement moindre qu'en télégraphie. Avec les fréquences plus élevées, l'accord du récepteur avec le transmetteur viendrait à reconquérir son importance et dispenserait peut être de l'emploi de projecteurs, qui, toutefois, seraient toujours un élément de garantie.

C'est de cette façon qu'on pourrait mettre en marche les horloges d'une ville, qu'on pourrait allumer les becs de gaz, qu'on pourrait desservir les avertisseurs d'incendie, etc.

Quant à la vraie correspondance télégraphique sans fil, elle pourrait être utilisée de plusieurs manières : dans les communications des côtes avec les navires, ou bien le long des côtes, ou entre les navires ; dans les communications des gares avec les trains en mouvement, ou bien entre ces trains mêmes. Elle pourrait se substituer à la télégraphie ordinaire là où l'établissement et la conservation des lignes télégraphiques présentent de sérieuses difficultés : ainsi, au travers des canaux très agités, sur des terrains très accidentés et ravagés par les bourrasques. Mais elle ne remplacera jamais complètement la télégraphie ordinaire, car, à part toute question de distance, elle

sera toujours plus lente et moins sûre que la télégraphie ordinaire, qui sait déjà si bien utiliser le moindre fil de communication et qui, jalouse, ne s'arrêtera pas sur le chemin du progrès.

Toutefois, sans qu'elle ait besoin d'aspirer à un but aussi élevé, la nouvelle télégraphie qui est à peine à son enfance et qui ne tardera pas à grandir, a devant elle un horizon très étendu. Sans parler de ses applications aux usages militaires, qui sont les moins utiles à l'humanité, cette télégraphie optique qui ne craint pas le brouillard, a pour elle le domaine de la mer, où elle pourra développer largement une œuvre bienfaisante, en communion avec les phares des côtes et les projecteurs de navires, une œuvre utile, en communion avec les sémaphores et les télégraphes sous-marins. *(Applaudissements.)*

Au cours de sa conférence, M. Della Riccia montre à l'assemblée le récepteur Marconi établi dans la salle et reçoit des signaux émanant d'un transmetteur établi à l'Institut Montefiore. La distance entre les deux postes n'est que de 300 mètres environ, mais on y rencontre des pièces métalliques nombreuses, ce qui, toutefois, ne fait pas obstacle à la transmission, ainsi que tous les assistants ont pu s'en convaincre.

M. Montefiore, *président d'honneur*, avant de lever la séance, félicite le conférencier de la clarté avec laquelle il a exposé son travail, et le remercie au nom de l'assemblée d'avoir inauguré la salle de réunion par une étude aussi remarquable que la sienne. *(Applaudissements.)*