de préférer le joug frontal au joug de nuque. C'est encore à M. A. Sanson que nous laisserons ici le soin de répondre : « Les usages locaux ont fait adopter l'un et l'autre pour des raisons qu'il serait bien difficile, sinon impossible, de démêler. Au fond, la différence, s'il y en a une, doit être bien minime. Pour notre compte, nous avouons ne la point apercevoir. L'animal, dans les deux cas, tire toujours par le front. Seulement, dans le premier, il pousse le joug lui-même pour vaincre la résistance ; dans le second, il le tire par l'intermédiaire de son lien. Il ne nous paraît pas y avoir là matière à discussion. Le mieux semble donc être de suivre simplement l'usage des lieux. »

En résumé, et pour conclure, le travail du bœuf comme moteur agricole nous paraît beaucoup plus économique (sauf les restrictions faites précédemment). Le cheval a une destination *unique*, celle de moteur, et sa valeur va toujours en diminuant ; en outre, sa nourriture est coûteuse et son harnachement très onéreux. Le bœuf est, au contraire, un animal de boucherie, et même, en fournissant du travail, il gagne de valeur, car au lieu de terminer son existence au clos d'équarrissage, il va à la boucherie ; pour sa nourriture, il est beaucoup moins difficile, et, dans les pays de culture industrielle, sucrerie et distillerie, il utilise les pulpes et drèches qui ne conviennent pas au cheval. Enfin, étant donné, comme nous l'avons démontré, que le joug est le meilleur mode d'attelage du bœuf, le harnachement de celui-ci est beaucoup plus économique que celui du cheval.

Dans le Centre, dit encore M. Marcel Vacher (1), la meilleure part du bénéfice de nos exploitations agricoles provient justement du travail fourni par le bœuf dès l'âge de dix-huit mois, jusqu'à son engraissement. Et lorsque, par exemple, comme dans le Berri, le travail agricole se fait avec des chevaux et avec des bœufs, si vous comparez les résultats d'une exploitation où ce sont les bœufs qui le fournissent, vous êtes surpris de la différence qui s'inscrit en faveur des exploitations travaillées avec les bœufs. Et le bénéfice est d'autant plus sensible que les bœufs de trait employés sont de jeunes bœufs, donnant tout le travail pendant leur croissance. Mais il est bien entendu que dans ce cas le travail doit être régulier et proportionné à l'âge et aux forces de l'animal.

Il est donc bien démontré que le travail du bœuf de trait est le plus économique et qu'en agriculture nous en devons profiter chaque fois que nous le pouvons.

(1) Communication à la Société nationale d'agriculture.

Est-ce à dire qu'il faut partout remplacer le travail des chevaux par celui des bœufs ? Evidemment non ! Et ici surtout, il serait absurde de généraliser. Mais les avantages que nous venons de reconnaître au bœuf sont reconnus également par Olivier de Serres, Arthur Young, Thaïr, John Sinclair, Mathieu de Dombasle, M. de Gasparin, de Behague, Dampierre et bien d'autres, et, ma fois, si nous nous trompons, il faut avouer que c'est en bonne et éminente compagnie.

ALBERT LARBALÉTRIER.

LE ROLE DE L'ANTENNE DANS LA TÉLÉGRAPHIE SANS FIL

PAR E. GUARINI ET F. PONCELET (1)

Rôle de l'antenne : L'adjonction de l'antenne à l'oscillateur permet d'augmenter la distance de transmission.

1° Pour sa capacité C, elle augmente, à parité de potentiel V, l'énergie de la décharge $1/2\ CV^2$;

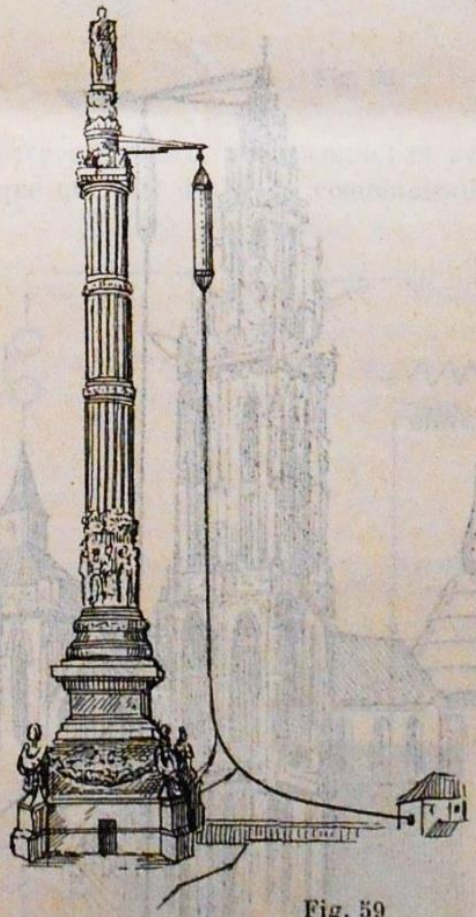


Fig. 59

2° L'oscillateur rayonne l'énergie sphériquement dans l'espace, tandis que l'antenne distribue

(1) Suite, voir p. 185.

cette énergie dans des plans normaux à l'antenne : c'est pourquoi l'oscillateur simple ne donne des

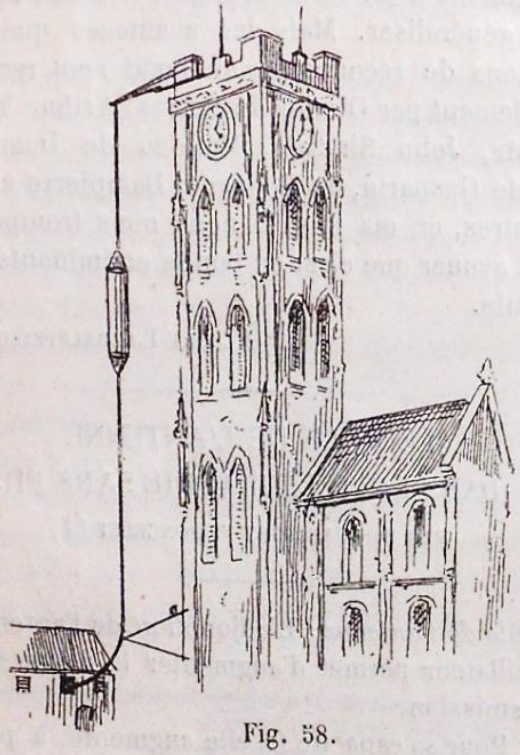


Fig. 58.

effets que jusqu'à une centaine de mètres, tandis que, pourvu d'antennes, il permet d'atteindre

Fig. 59.

une cinquantaine de kilomètres si, bien entendu, le récepteur est aussi muni d'antennes;

3° En augmentant le rapport de la surface de l'antenne, c'est-à-dire en augmentant la longueur ou la largeur de l'antenne, on exagère l'énergie distribuée dans des plans normaux à l'antenne, au détriment de l'énergie rayonnée sphériquement par l'oscillateur.

C'est pour cette raison : 1° que l'un de nous (Guarini) a employé comme antenne réceptrice un cylindre de 50 fils dans ses expériences entre Bruxelles (colonne du Congrès, fig. 57), Malines, our de la cathédrale Saint-Rombaut (fig. 58), et Anvers, tour de la cathédrale Notre-Dame (fig. 59).

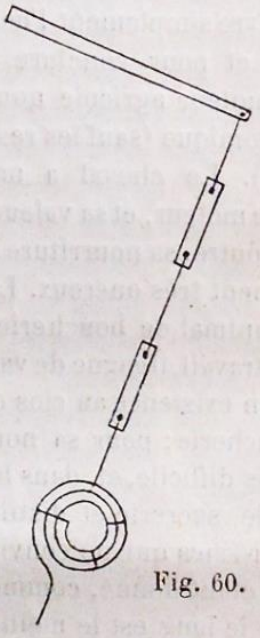


Fig. 60.

2° Que M. Marconi, dans ses expériences de télégraphie sans fil à travers la Manche en septembre 1900, a employé au sommet des antennes une spirale plane (fig. 60). (*Les ondes électriques*

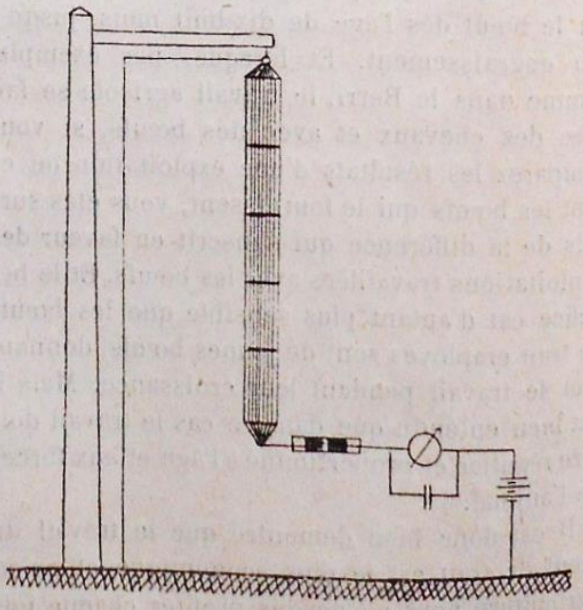


Fig. 61.

et la télégraphie sans fil, par J. Boulangé et

Ferrié, p. 74, Berger-Levrault, éditeurs à Paris.)

Cette disposition a été revendiquée par l'un de nous (brevet belge Guarini, 24 juin 1899, n° 43-444).

3° Que l'Allgemeine Elektricitats Gesellschaft emploie au récepteur (fig. 61), du système Slaby-Areo, un cylindre de plusieurs fils au lieu d'un fil unique.

4° Que, dans les dernières expériences entre la Corse et la France, l'antenne était composée de quatre câbles assemblés en quantité (*Illustration*, 19 mai 1901), comme l'un de nous (Guarini) l'a fait dans les expériences précitées Bruxelles-Malines-Anvers (décembre 1900 à mars 1901).

5° Que M. Marconi a remplacé dernièrement l'antenne unique par un grand cylindre creux (fig. 64) de 7 mètres de haut et de 5 mètres de diamètre. Grâce à ce dispositif, M. Marconi a obtenu des résultats merveilleux, et il a fait communiquer entre le cap Lizard et Sainte-Catherine, soit à une distance de 186 milles.

Ce dispositif est très ressemblant à un autre revendiqué par l'un de nous (brevet anglais Guarini, 24 janvier 1900, n° 1555). M. Marconi a beau dissimuler que le résultat est dû à l'augmentation de la capacité de l'antenne (*Electrician*, 24 mai 1901), sans aucun doute, c'est la grande surface et non la capacité qui entre principalement en jeu, et cela pour les deux raisons suivantes :

1° Dans les expériences Bruxelles et Malines, lorsque le cylindre de 50 fils a été supprimé à l'antenne de Malines et remplacé par un câble unique (d'une capacité plus grande que celle des 50 fils qui constituaient le cylindre), la communication est devenue mauvaise, et il a fallu doubler le courant au poste de Bruxelles pour avoir une communication aussi bonne que précédemment, ce qui prouve qu'une grande surface de l'antenne réceptrice est très avantageuse. (*Électrician*, 15 février 1901).

2° M. Blondel a signalé au Congrès de septembre 1900 (*Éclairage électrique* du 29 septembre 1900) qu'il a obtenu de très médiocres résultats en augmentant la capacité des antennes. L'un de nous (Guarini) revendique la priorité d'avoir signalé qu'une grande surface réceptrice (plusieurs fils réunis en quantité) est avantageuse.

En date de juin 1899 on a écrit :

« Une autre disposition un peu semblable à celle que nous venons de décrire, mais beaucoup plus avantageuse, est celle-ci : On place de nombreux traits de fils isolés l'un à côté de l'autre et toujours parallèlement, de façon à former une surface plane; toutes les extrémités de ces fils sont en communication entre elles (soudées à un

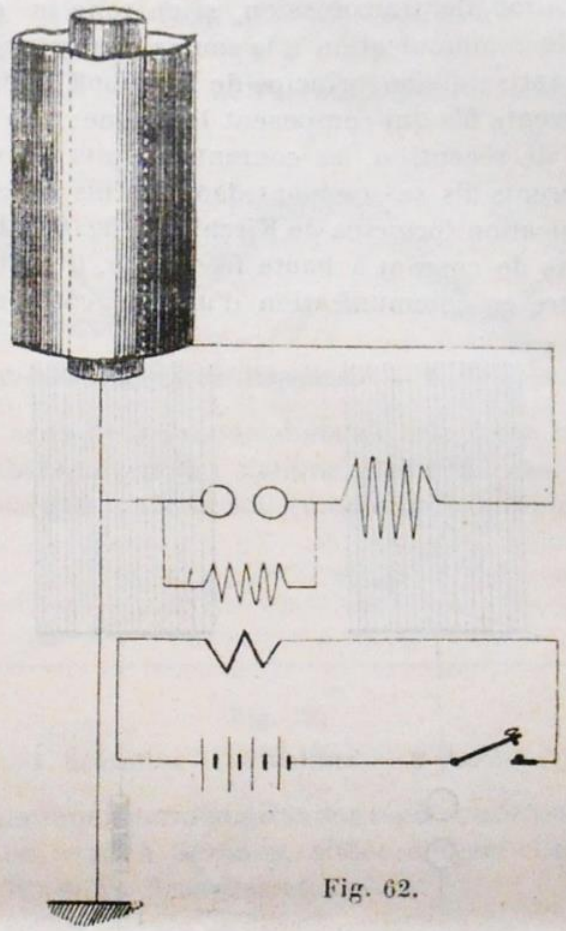


Fig. 62.

fil perpendiculaire, par exemple) et avec un fil unique qui sert de fil de communication. Dans

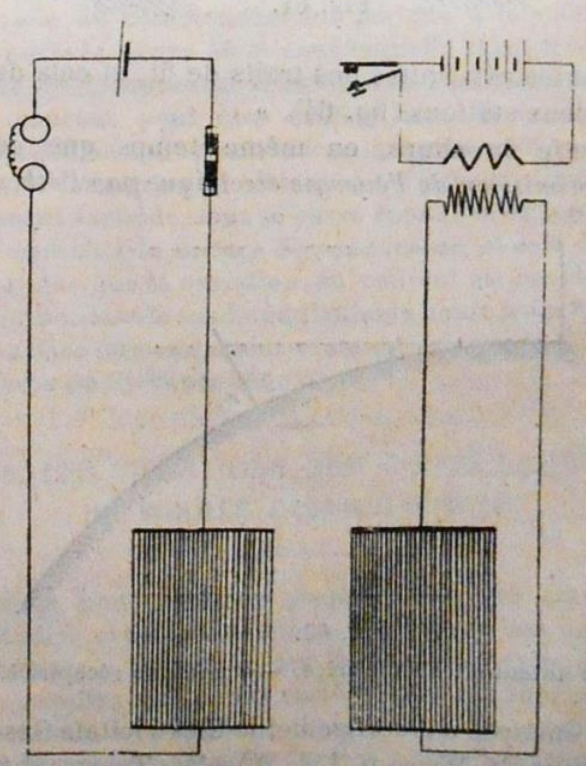


Fig. 63.

le disque, à la station de transmission, le fil, selon

le cas, est à section carrée ou à section ronde ; à la station de réception il est à section ronde. A la station de transmission, si on relie les deux fils de communication à la source génératrice, le courant se divise (principe de Kirchhoff) dans les différents fils qui composent le disque ; à la station de réception, les courants induits dans les différents fils se somment dans les fils de communication (principe de Kirchhoff) (fig. 63). Dans le cas de courant à haute fréquence, il suffit de mettre en communication d'un seul côté seule-

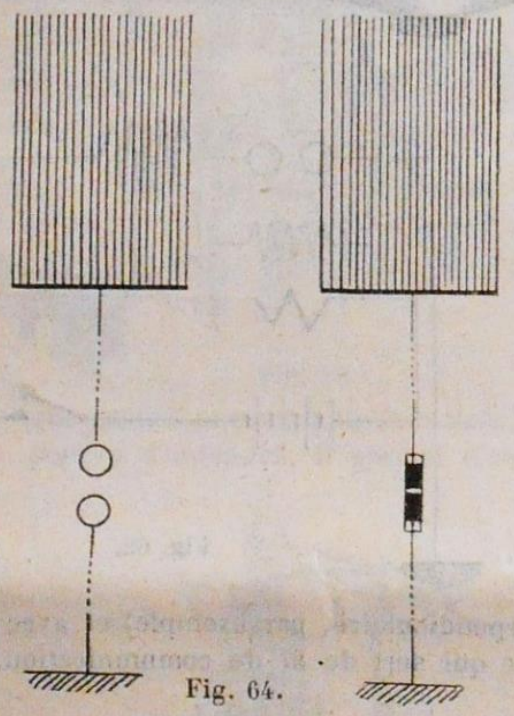


Fig. 64.

ment les extrémités des traits de fil, et cela dans les deux stations (fig. 64). »

Cette brochure, en même temps que celle *Transmission de l'énergie électrique par l'éther*, a

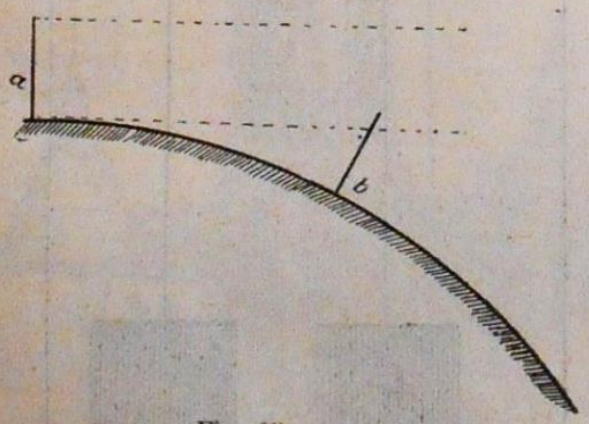


Fig. 65.

a antenne transmettrice. — *b* antenne réceptrice.

été envoyée à l' « Allgemeine Elektricitats Gesellshaft et à M. Marconi. La « Wireless Telegraph C° » en a accusé réception par lettre en date du 4 juillet 1899.

L'antenne d'émission est le siège d'une perturbation électromagnétique qui se propage dans un espace limité par deux plans perpendiculaires à l'antenne et passant par ses extrémités, les rayons de propagation étant normaux aux faces de l'antenne. L'antenne réceptrice est influencée, plus ou moins, selon qu'elle se trouve en totalité ou en partie dans cet espace ; l'effet est nul si elle

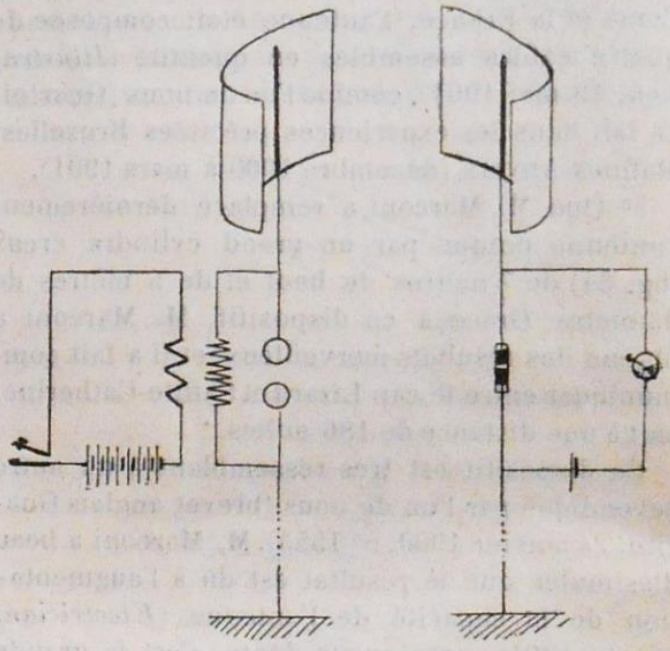


Fig. 66.

est tout entière en dehors (fig. 38). C'est pourquoi, dans le cas d'antennes verticales, la partie de l'antenne réceptrice comprise entre la surface du sol et le plan normal inférieur, tangent à la terre, au pied de l'antenne (fig. 65) d'émission, ne reçoit aucun effet d'induction. Si les antennes horizontales n'ont pas donné de bons résultats, c'est qu'on ne

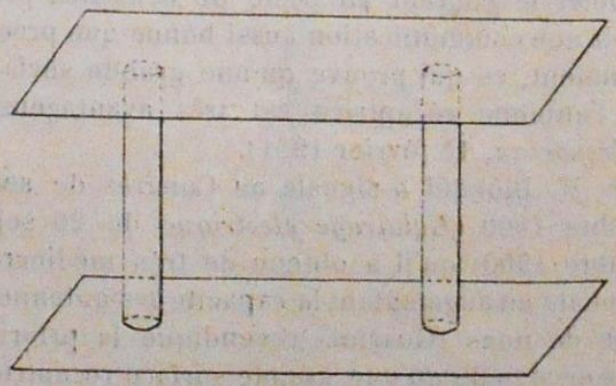


Fig. 67.

les a pas rendues parallèles en même temps que comprises tout entières entre les plans normaux passant par les extrémités de l'une d'elles, conditions qu'on remplissait, au moins partiellement, par les antennes verticales.

Dernièrement M. Marconi a annoncé (*Electrician*, 24 et 31 mai) qu'il a obtenu de bons résul-

tats avec des cylindres horizontaux, mais naturellement, il s'est gardé de dire comment ces cylindres doivent être disposés.

Conclusions. — Au lieu de longues antennes verticales, employées jusqu'ici, il suffit de disposer de petites antennes, voire d'un mètre de longueur, munies (fig. 66) ou non de réflecteurs hertziens ayant une grande surface, disposées parallèlement dans les deux stations, de façon qu'elles soient comprises entre les deux plans normaux passant par les extrémités (fig. 67) (Brevet anglais Guarini, 24 janvier 1900, n° 1555). Elles peuvent être horizontales, verticales ou obliques (fig. 68) : l'important est que les condi-

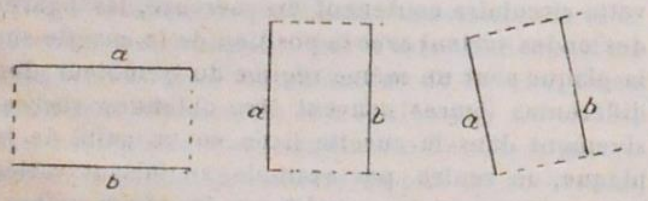


Fig. 68.

tions précitées soient remplies. Si, entre les deux stations, des obstacles, tels que la courbure de la terre, les substances métalliques, etc., arrêtent les radiations, la distance de transmission est diminuée ou les communications sont même complètement arrêtées.

Il y alors trois voies à suivre.

1° Elever, autant qu'il est pratiquement pos-

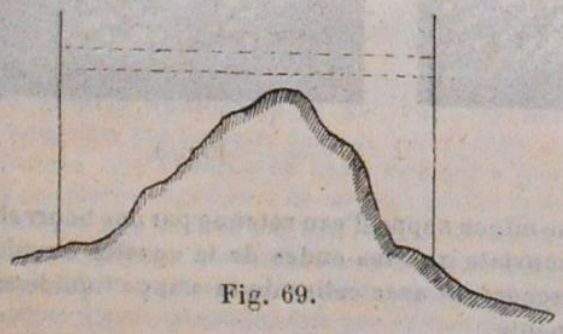


Fig. 69.

sible, les antennes, de façon à ce qu'elles soient en vue l'une de l'autre (fig. 69).

2° Faire usage de réflecteurs ou déviateurs qui

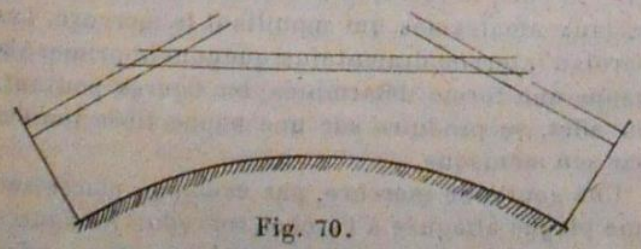


Fig. 70.

permettent de faire suivre à un faisceau de radiations électriques la courbure de la terre (fig. 70).

Ce moyen serait très difficile à réaliser en pratique.

3° Surmonter les obstacles par des répétiteurs à deux antennes (brevet de perfectionnement belge de M. Guarini, 15 septembre 1900, n° 152 090, fig. 71).

Enfin, et ce sera notre conclusion, la télégra-

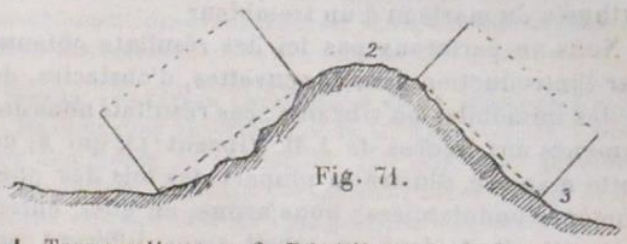


Fig. 71.

1. Transmetteur. — 2. Répétiteur. — 3. Récepteur.

phie sans fil à grande distance sur terre n'est possible que par des stations intermédiaires.

Pour que la chose soit complète, il faut placer

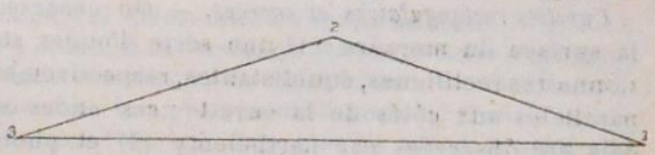


Fig. 72.

1. Bruxelles. — 2. Malines. — 3. Anvers.

aux stations intermédiaires des répétiteurs comme il y en avait à Malines, située à demi-chemin (fig. 72) entre Bruxelles et Anvers.

Erratum. — A la page 181 où il y a la continuation de l'article : **Le rôle de l'antenne dans la télégraphie sans fil**, on a oublié par erreur une période au commencement, période à laquelle se rapporte la figure 40 et sans laquelle il est très difficile de comprendre le restant de l'article. Avant : Le courant peut être utilisé, etc., il manque : *Propagation des perturbations électromagnétiques de l'éther*. Lorsqu'un fil (antenne) est parcouru par un courant variable, tout se passe comme si le courant se massait à la surface du conducteur, et cela d'autant plus que la variation du courant est rapide. A la limite, dans le cas d'ondulations à haute fréquence, la surface du conducteur seule est intéressée (Expériences de Bjerknes) fig. 40.

SUR LES VIBRATIONS DES NAPPES LIQUIDES DE FORMES DÉTERMINÉES (1)

Nous nous sommes proposé, dans ce travail, d'étudier expérimentalement les figures des ondes produites à la surface des liquides contenus dans des cuvettes de formes variées, sous l'influence de vibrations. Ces figures ont pu être photographiées sur le mercure, dont la surface réfléchissante renvoyait dans un appareil photographique vertical le

(1) *Comptes rendus.*

Le ballon obéit très bien, il est excessivement gracieux; on dirait un oiseau qui fait ses évolutions dans l'espace. La tour Eiffel ferait des recettes prodigieuses si, tous les jours de beau temps, un ballon allongé venait parader autour de ses différentes plates-formes.

Bien des saisons se passeront avant que l'on se rassasie d'un tel spectacle, qui fait pâlir celui des ascensions ordinaires.

Pour inaugurer cette série d'expériences capitales, il fallait l'argent et surtout l'adresse ainsi que l'intrépidité de M. Santos-Dumont.

Les défauts de son ballon sont nombreux, et *pourtant il se meut.*

Petit à petit il les corrigera ou d'autres le feront pour lui. Il a ouvert une voie périlleuse encore, mais féconde.

Sa machine est imparfaite, la réfrigération par l'air paraît insuffisante, on y pourvoira avec de l'eau ou en augmentant la dimension des ventilateurs.

Sa machine est susceptible de s'arrêter, on trouvera un moyen de la mettre en action, fallût-il reprendre la selle vélocipédique des premières expériences.

Son ballon ne va que dans un sens, on trouvera moyen de faire aller son ballon soit en avant soit en arrière pour éviter les virements de bord.

Qu'il opère avec prudence et n'oublie jamais qu'il est un enfant perdu de l'aérostation essayant des organes imparfaits. En ce moment, il essuie les plâtres de l'atmosphère, c'est pour cela que sa popularité est immense et qu'il mérite la réputation dont il jouit. La seule couronne qu'il n'obtiendra pas est celle du martyre.

Les concurrents de M. Santos sont, paraît-il, nombreux.

Nous examinerons le ballon de MM. Deutsch-Tatin, dont il paraît que les proportions sont immenses. Quant à celui de M. Roze, on voit qu'il ne quitte pas facilement le sol natal. Nous ne l'apprécierons que lorsque nous l'aurons vu en l'air. Nous en dirons autant des appareils d'aviation. A eux de s'envoler, alors à nous de les suivre.

W. DE FONVIELLE.

Le succès des ouvrages vraiment bons et sans mélange de mal, vient lentement et à force de temps. Pour les productions physiques, comme pour les productions morales la durée est proportionnée à la lenteur de l'accroissement.

DE BONALD.

LE ROLE DE LA TERRE DANS LA TÉLÉGRAPHIE SANS FIL

ET LA PRÉTENDUE DÉCOUVERTE DE M. PILSONDSKI

PAR ÉMILE GUARINI ET FERNAND PONCELET

I

La foule émerveillée et enthousiaste n'avait pas encore oublié les extravagances de la prétendue communication avec la planète Mars, que déjà Nicolas Tesla annonçait — il n'y a pas longtemps de cela — que bientôt il allait communiquer entre Londres et New-York à l'aide de son système de télégraphie sans fil.

Ce n'était pas la première fois que Tesla parlait de cela. Tout le monde se rappelle la baisse qu'un article de la *Revue des revues* produisit en 1899 sur les actions des Compagnies des câbles sous-marins, lorsqu'on vint à savoir que — dans l'imagination fantaisiste de Nicolas Tesla, du moins, — deux tours terminus formidables étaient déjà construites à Londres et à New-York et que des ballons, élevés à 5 000 pieds, allaient bientôt soutenir les colossales antennes avec disques relatifs (brevet anglais n° 24 421-1897) qui, tels des éclairs, devaient lancer, à travers l'Atlantique, au monde émerveillé, des communications télégraphiques sans fil, avec une vitesse de transmission qui devait atteindre le chiffre fabuleux de 2 500 mots à la minute.

La nouvelle n'aurait sans doute pas eu autant de retentissement, si elle n'avait été accompagnée de quelque chose qui avait l'air d'une grande nouveauté.

En 1899, la transmission devait avoir lieu par les couches raréfiées de l'air, c'est-à-dire à 1 500 mètres de hauteur; en 1901, Tesla descend plus bas et se contente de vouloir la transmission ni plus ni moins que par la terre.

On ne peut sans doute pas exclure *a priori* qu'on arrivera à communiquer avec Mars, ou, du moins, à envoyer des signaux électro-magnétiques à cette planète, mais le tout est de voir si les habitants — s'il y en a — les comprendront.

Quant à la communication entre Londres et New-York, si on va de la même allure que les progrès enregistrés chaque jour rendent possible, il est bien aisé de dire que — peut-être avec quelques stations de relais — ce sera un fait accompli dans quelques années. D'après M. Guarini (*Cosmos*, n° 850, 11 mai 1901, p. 600; n° 862, 3 août 1901, p. 151), la courbure de la terre n'in-

tervient en mer que du moment que la droite joignant les deux stations vient en contact avec le fond de la mer. Dès lors, il ne s'agirait plus que de concentrer les radiations sous forme d'un faisceau de section constante (brevet anglais Guarini, n° 1555, 24 janvier 1900; brevet français 295 566, 23 décembre 1899; priorité brevet belge, n° 143 444, 24 juin 1899), d'obvier, par une quantité d'énergie suffisante, à l'absorption par l'eau de mer et de rechercher où la profondeur de l'Océan est suffisamment grande. Mais de là à établir la communication en se servant de la terre comme conducteur, il y a une jolie différence.

A être vraie et réelle, l'idée de Nicolas Tesla n'eut même pas le mérite de la nouveauté, puisque cette possibilité a été discutée, peut-être trop discutée même, au dernier Congrès de Paris sur la proposition de M. Villot (*Cosmos*, n° 839, p. 240-241, 23 février 1901).

II

Au cours d'une des séances du Congrès de télégraphie pendant l'Exposition de 1900 à Paris, M. Villot, inspecteur général des télégraphes en France, a fait une communication à la fois solennelle et captivante par les promesses dont elle était pleine.

M. Villot envisage la télégraphie sans fil à un point de vue tout spécial. D'après lui, la terre jouerait un rôle capital dans la télégraphie sans fil, et il propose d'utiliser les différentes couches géologiques du sol pour mettre en communication deux points du globe terrestre au moyen de ces couches. Quant aux appareils qui conviendraient le mieux pour ce genre de télégraphie sans fil, M. Villot ne se prononce pas; il laisse à l'expérience le soin d'en fixer le choix (*L'Éclairage électrique*, n° 39, 29 septembre 1900, p. 490).

Cette manière d'envisager la transmission des signaux dans la télégraphie sans fil a été vivement combattue audit Congrès par M. Tissot, et avec raison, croyons-nous; M. Tissot est, du reste, sans contredit, un des plus vaillants expérimentateurs de la nouvelle télégraphie en France. Puis, l'on a beaucoup parlé de la « possibilité Villot. » C'est un fait qui se vérifie chaque fois qu'une idée pleine de promesses et d'espérances est émise. Tout le monde fait des projets, tout le monde en parle, jusqu'à ce que la démonstration pratique soit faite dans un délai plus ou moins court et confirme ou exclut l'idée.

Il paraît même qu'une Commission a été nommée par le département des Postes et Télégraphes pour l'étude des fameuses couches géologiques. Voici brièvement le point de départ et les idées de M. Villot :

Si, dans un puits d'une certaine profondeur (*Cosmos*, n° 839, 23 février 1901, p. 240, fig. 1), on établit un conducteur métallique entre deux de ces couches, humus et argile, par exemple, et que l'on branche un galvanomètre sur ce câble, l'aiguille de l'instrument, par sa déviation, accuse le passage d'un courant. Ce phénomène, d'après M. Villot, indique qu'il existe en permanence dans chaque couche géologique une quantité d'électricité dont le potentiel diffère suivant la

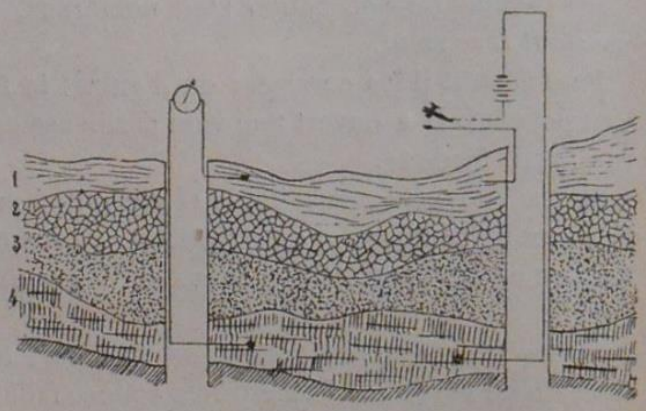


Fig. 1.

1. Humus. — 2. calcaire. — 3. sable. — 4. argile.

nature du terrain. Reliés électriquement, ces deux potentiels donnent naissance à un courant dans le sens du plus élevé au plus faible.

On établit un circuit télégraphique comme d'ordinaire, en se servant des couches géologiques comme conducteurs (fig. 1). Il suffit de relier à deux couches géologiques différentes, d'une part, le circuit du transmetteur (piles, manipulateur), de l'autre, celui du récepteur (galvanomètre, Morse, etc).

Le récepteur peut être aussi un récepteur à cohéreur, mais, dans ce cas, la source d'énergie du transmetteur devra être variable, par exemple

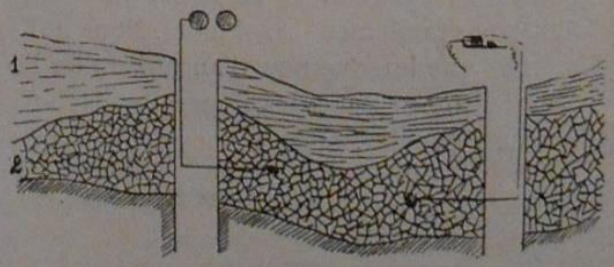


Fig. 2.

1. Humus. — 2. calcaire.

une machine à courants alternatifs ou bien une batterie de piles ou d'accumulateurs avec interrupteur.

Dans le cas d'oscillations hertziennes, le pro-

blème serait de beaucoup simplifié, puisqu'il suffirait (fig. 2) de relier d'une part une des boules de l'oscillateur, et de l'autre une des boules du cohéreur à la même couche géologique, naturellement celle présentant le plus de continuité sur la croûte terrestre.

Dans le cas où une interruption serait signalée (on ne dit pas comment cette interruption serait

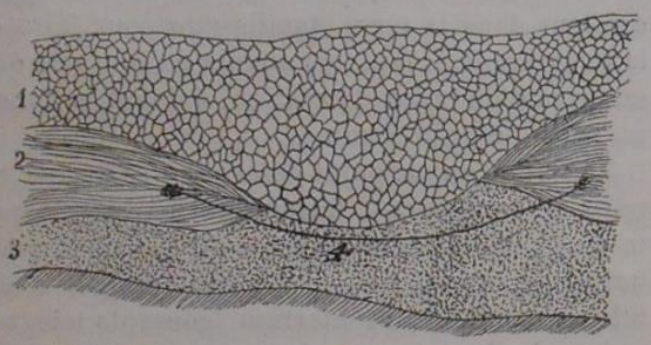


Fig. 3.

1. Calcaire. — 2. marne. — 3. sable. — 4. conducteur.

signalée, et pour cause), les deux tronçons seraient reliés (fig. 3) par un conducteur métallique.

III

La communication de M. Villot a déjà trouvé des expérimentateurs en Russie et aux États-Unis. Les résultats ne semblent pas encore très probants, surtout ceux annoncés en Amérique où on prétend être parvenu à communiquer par téléphone d'après ce système à la distance d'un mille.

Jusque-là, rien de nouveau, puisqu'avec le système Preece, en Angleterre, on a pu échanger une *conversation téléphonique* sans fil continu entre l'île Rathlin et la côte Nord d'Irlande, soit à la distance de 6^{km}, 5, utilisant pour cela l'induction entre deux longs fils (plusieurs kilomètres de longueur) tendus parallèlement sur les deux côtes.

Le tout est de voir, dans ces essais, jusqu'à quel point la terre intervient, et si la propagation ne se fait pas par l'air mieux que par le sol, c'est-à-dire mieux par radiation que par conduction.

Dernièrement, les journaux quotidiens et même scientifiques ont annoncé le nouveau système de M. le colonel Pilsondski et les expériences qui auraient été faites entre deux villas au Vésinet, à Paris. Dans ce système, les ondes se propageraient par le sol et non par l'air; avec des appareils d'une puissance minime, on pourrait communiquer par ondes terrestres à une distance de 550 mètres, tandis qu'avec la même force, par voie aérienne, la dépêche n'atteindrait qu'une distance de 50 mètres. L'inventeur assurait même que la distance, avec son système, pouvait être illimitée, tandis que d'après le système aérien, la transmission est presque impossible sur terre, à cause des obstacles qui interceptent les ondes.

Voici quelques renseignements d'après l'*Éclairage électrique* et des personnes qui ont assisté aux expériences (qui ont eu lieu le 1er juillet) sur ce système, si toutefois on peut l'appeler tel, puisqu'il est difficile d'en découvrir la caractéristique. L'antenne employée dans ce système est remplacée par un fil aboutissant à une plaque métallique placée sur une lame de verre enduite de

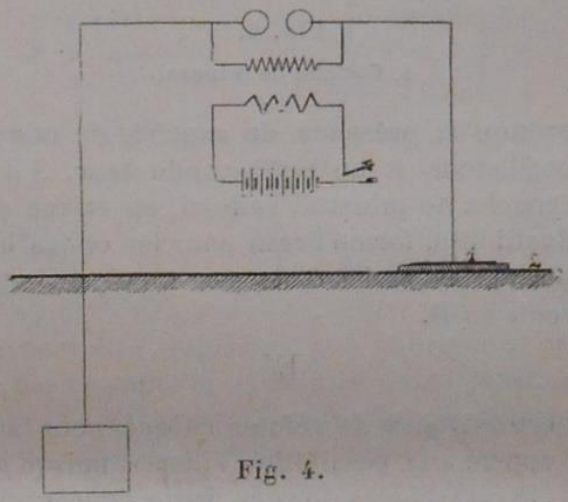


Fig. 4.

1. Plaque métallique. — 2. plaque de verre.

pétrole, posée elle-même sur le sol. A la station transmettrice (fig. 4), le fil est relié à une des boules d'un oscillateur, l'autre boule communiquant avec le sol par un fil et une plaque de terre de grande surface profondément enterrée. A la station réceptrice (fig. 5), même disposition. Le fil qui

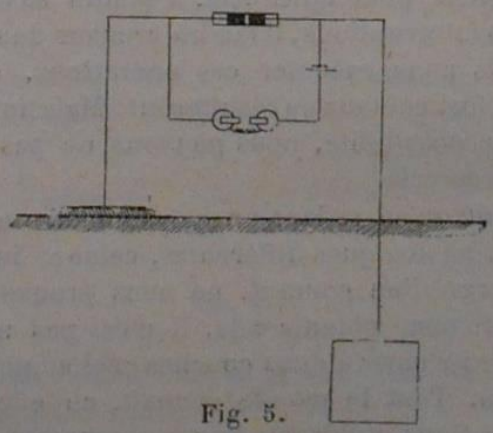


Fig. 5.

aboutit à la plaque est connecté à un cohéreur très sensible dont l'autre borne aboutit à la terre.

Comme nous l'avons déjà dit, l'auteur prétend, comme tant d'autres, que les ondes se propagent par le sol. Cette manière de voir a été suggérée à

l'inventeur — c'est lui-même qui le dit — par de nombreux essais — on ne dit pas quels sont ces essais et comment ils ont été réalisés — faits en vue de reconnaître la position des couches de minerai métallique dans le sol au moyen des ondes hertziennes. Pour cela, M. Pilsondski installait (fig. 6), dit-il, en deux points A et B, entre lesquels on

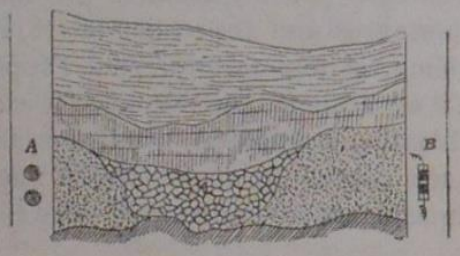


Fig. 6.

1. Couche de minerai.

soupçonne la présence de couches de minerai, un oscillateur et un radio-conducteur. S'il y a une couche de minerai, celle-ci, en raison de sa conductibilité, forme écran pour les ondes hertziennes, et les ondes émises en A ne peuvent pas parvenir en B.

IV

Il est très aisé de réfuter ce que nous avons déjà appelé « la possibilité Villot » puisqu'il ne s'agit là que d'idées dont on parle depuis un an, mais qu'aucune expérience n'est venue confirmer.

Tout d'abord, il convient de se demander : y a-t-il des couches géologiques se prolongeant sans interruption sur toute la croûte terrestre? Sans doute que non, puisque M. Villot nous donne l'expédient à adopter : relier les couches, là où il y a interruption, par un conducteur. Naturellement, pour faire cela, il faudra savoir où sont ces interruptions, il faudra creuser des puits profonds pour exécuter ces opérations, et des travaux fort coûteux en résulteront. Mais puisqu'il s'agit de possibilité, nous pouvons ne pas tenir compte de cela.

Le fait qu'en reliant un galvanomètre à deux couches géologiques différentes, celui-ci indique le passage d'un courant, ne nous prouve rien. D'abord, pour obtenir cela, il n'est pas nécessaire de recourir à deux couches géologiques différentes. Tout le monde connaît, en effet, les perturbations produites par les courants telluriques sur les lignes télégraphiques et téléphoniques utilisant deux prises de terre au lieu d'un conducteur de retour. Les plaques de terre sont enterrées dans la même couche géologique, la première ordinairement (l'humus, par exemple). Si, d'autre part, on relie un galvanomètre à un tuyau de la conduite du gaz et à un autre de la conduite de l'eau (toutes les deux enterrées ordinairement dans la même couche géologique), on remarque une déviation au galvanomètre. Mais même, si ce que M. Villot dit était vrai, nous aura-t-il par cela démontré qu'il peut envoyer des courants par les couches géologiques? Les faibles courants que le galvanomètre accuse existent dans la terre, tandis que pour faire de la télégraphie, il faut des envois de courants qui, envoyés d'un point déterminé, doivent arriver à un autre point déterminé.

Le fait qu'en un point déterminé se trouve un puits d'eau (courant faisant dévier le galvanomètre) peut-il vous prouver qu'il y a un chemin qui vous permettra — en vidant ce puits — d'établir un cours d'eau souterrain (courants télégraphiques) allant de ce point (poste transmetteur) à un autre point déterminé (poste récepteur)?

Admettons un instant qu'on trouve ou qu'on rende des couches géologiques continues capables, ces couches, de servir de conducteur d'un courant. M. Villot nous dit alors qu'une couche géologique servira de conducteur d'aller et une autre de conducteur de retour. Nous lui répondrons, et avec ses mêmes arguments, que non. Du moment que les couches sont des conducteurs et que celles qui serviront à la transmission des dépêches sont en contact ou séparées par une autre couche conductrice, elles seront en court circuit à tous les points, et aucun envoi de courant ne sera possible.

Une haute pression électrique produit dans la terre une perturbation sensible à 1, 5, 10 kilomètres; mais pas davantage, à moins de mettre en jeu une quantité d'électricité colossale. La foudre qui tombe à un point de la terre, et qui a parfois des milliers d'ampères et des millions de volts, ne produit de perturbations dans le sol qu'à des distances très limitées, même sur les cohéreurs les plus sensibles. Un fait frappant prouve d'ailleurs à l'évidence que l'homme est impuissant à produire dans la terre un changement de niveau électrique (tension); tout conducteur mis à la terre prend le potentiel de celle-ci. Et comment peut-on prétendre qu'un courant puisse être envoyé à travers la terre servant comme conducteur — dans la télégraphie avec fil, par exemple, — si les extrémités mises à la terre du conducteur aboutissant à la source d'énergie électrique acquièrent le potentiel de la terre (zéro ou presque), et si, pour avoir un courant, il faut une différence de potentiel?

V

Nous pouvons, dès lors, affirmer que la télégraphie électrique sans fil est basée sur la radiation et non sur la conduction électrique. Cette radiation peut avoir lieu à travers les obstacles et même à travers l'eau de mer (*Cosmos*, n° 862, 3 août 1901, p. 148-151). Plusieurs faits prouvent cela :

1° Sur terre et surtout dans les villes, les radiations électriques sont arrêtées par des constructions en fer, poteaux télégraphiques et téléphoniques et toutes sortes d'obstacles qui les affaiblissent (Brochure de l'*Allgemeine elektricitats Gesellschæft* de Berlin, exploitant le système Slaby-Arco). Cela a été confirmé par tous les expérimentateurs, M. Guarini entre autres, et prouve quelle importance a le fait que l'espace séparant les deux stations soit plus ou moins libre ;

2° M. Briffaut, commandant du génie de l'armée belge, a vérifié que, tout en faisant usage d'une bobine puissante et avec prise de terre au transmetteur et au récepteur, la communication n'était pas possible à travers un des remparts de l'enceinte fortifiée d'Anvers, lorsque les antennes étaient plus basses que le sommet du rempart (*Cosmos*, n° 862, 3 août 1901, p. 148, fig. 23). Elle devenait possible en élevant les antennes plus haut que celui-ci (*Cosmos*, n° 862, 3 août 1901, p. 148, fig. 24).

Cela confirme ce qui a été dit au 1° ci-dessus et prouve que la perturbation dans la terre, dans des cas spéciaux du moins, n'est sensible que dans un rayon très limité, dépendant, du reste, de la nature du sol plus ou moins conducteur (l'eau de mer l'est plus que la terre, et Preece a vérifié que ses essais de téléphone sans fil continu réussissaient mieux en mettant les extrémités des conducteurs à la mer plutôt qu'à la terre) et de la puissance de la source employée.

3° La communication entre Bruxelles et Malines a cessé dans les expériences de M. Guarini (*Cosmos*, n° 849, 4 mai 1901, p. 553; n° 862, 3 août 1901, p. 151, fig. 38 et 39) lorsque les antennes, de 40 mètres environ chacune, ont été baissées de façon à n'être plus au même niveau. Ce qui prouve qu'il faut une certaine orientation entre le radiateur et le collecteur des ondes dans l'air ;

4° La communication cesse si on supprime aux deux postes éloignés les deux antennes (*Cosmos*, n° 862, 3 août 1901, p. 148, fig. 28.), celle du transmetteur (fig. 7) ou celle du récepteur (fig. 8) ;

5° Les effets augmentent avec la surface de l'antenne réceptrice (*Electrical Review*, 28 juin 1901, p. 1112) ;

6° La communication est possible à des distances de 23 kilomètres (expériences Guarini) sur terre sans prise de terre (*Electrician*, 1er mars 1901) ;

7° M. Marconi a, après M. Guarini (*Electrician*, 9 novembre 1900, p. 94), démontré que la prise de terre peut être remplacée par une grande capacité, par exemple la chaudière d'une machine à vapeur. Ce qui prouve que le rôle de la terre est celui de capacité.

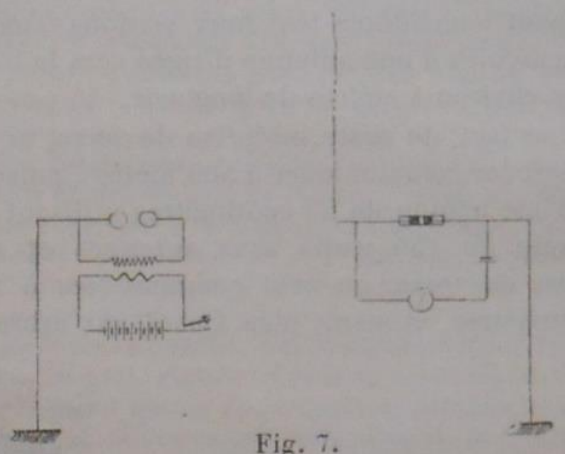


Fig. 7.

VI

Nous pouvons aborder maintenant le système Pilsondski. Il a été expérimenté entre deux villas du Vésinet à une distance de 500 mètres (fig. 9).

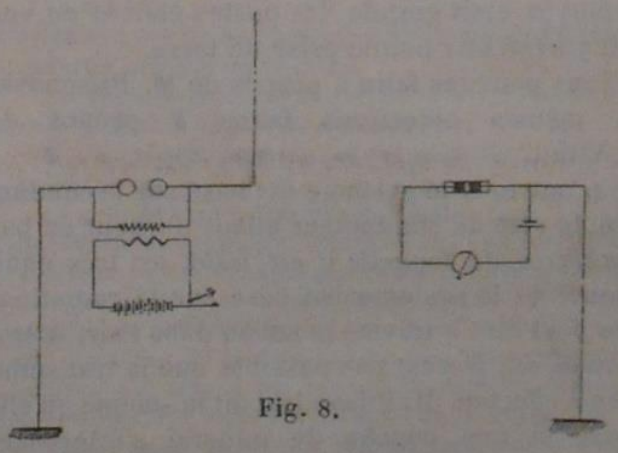


Fig. 8.

Les deux postes étaient séparés par des arbres et quelques massifs.

La communication a été excellente, mais pouvait-il en être autrement avec une bobine de 25 centimètres d'étincelle employant une énergie de 150 watts?

Le collaborateur de l'*Éclairage électrique*, qui a assisté aux expériences, se demande si la com-

munication a eu lieu par le sol ou, ce qui est plus probable, par l'air, comme d'ordinaire. Étant données la distance négligeable, la puissance du transmetteur, la sensibilité du cohéreur, il est, en effet, certain que la propagation a eu lieu par l'air. Cette opinion est d'autant plus soutenable — l'*Éclairage électrique* le remarque — que l'oscillateur et le cohéreur étant installés dans des chambres situées au premier étage des villas, on peut considérer les deux stations comme étant munies d'une antenne dirigée vers le bas et ayant environ 4 mètres de longueur.

Il ne faut, du reste, ni prise de terre, ni antenne pour communiquer à 500 mètres, puisque, avec une bobine de 25 centimètres utilisant une énergie de 150 watts sans antennes et sans prises de terre, on peut communiquer à 2 et 3 kilomètres, et même plus. Quant aux arbres et aux massifs qui s'interposaient entre les deux stations, rien d'anormal. Les diélectriques se laissent traverser avec une absorption proportionnelle à leur nature et à leur épaisseur (*Cosmos*, n° 862, 3 août 1901, p. 150). Rappelons, à cet effet, les remarquables essais du capitaine du génie italien Della Riccia, à Liège, entre l'Institut Montefiore et l'association des élèves sortis de l'Institut Montefiore (*Bulletin* de cette association). Entre les deux postes re trouvait une bonne partie de la ville de Liège et les antennes de quelques mètres — il n'y avait pas de prise de terre — n'atteignaient pas la hauteur des toits. La communication fut excellente, la distance était de 300 mètres et l'énergie employée était environ de la moitié de celle employée au Vésinet, soit 75 watts.

Dans les expériences de M. Pilsondski, il y avait des antennes de 4 mètres environ, l'énergie

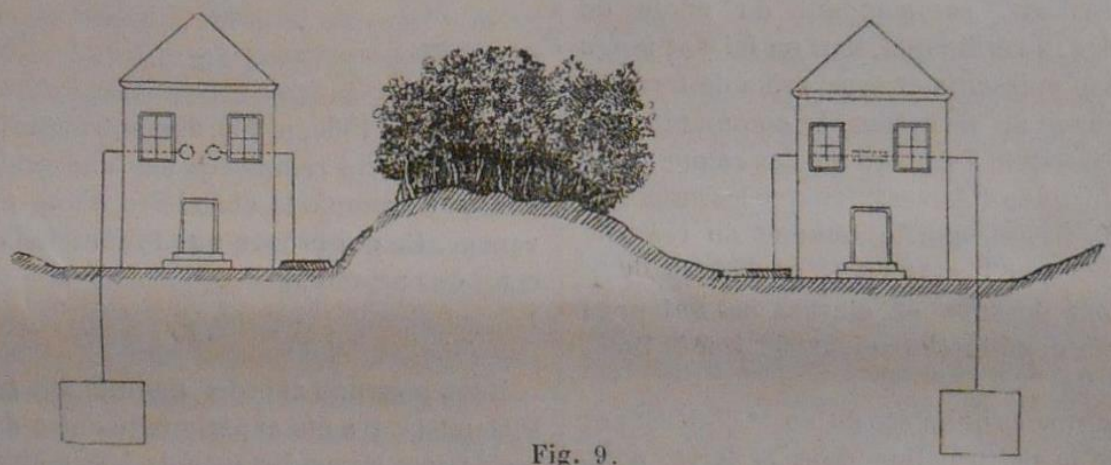


Fig. 9.

employée était grande, les postes étaient en vue et il y avait une bonne prise de terre.

Nous pouvons faire à propos de M. Pilsondski les mêmes objections faites à propos de M. Villot.

En outre, si le système est basé sur la conduction, le rôle du conducteur allant de haut en bas à la terre, *de laquelle il est isolé*, est très équivoque. Si le système est basé sur la radiation, elle peut être à travers le sol ou dans l'air. A travers le sol, il n'est pas possible que la transmission s'effectue. M. Pilsondski dit lui-même qu'elle cesse si une couche de minerai s'interpose; M. Lagrange, professeur de physique à l'école militaire de Belgique, a prouvé (*Electrical Review*, 24 mai 1901, p. 872; *Comptes rendus de l'Académie des sciences de Paris*, 28 janvier 1901; *Cosmos*, n° 862, 3 août 1901, p. 151, fig. 37.) qu'une couche de terre de 50 à 60 centimètres suffisait pour arrêter la communication. Si, enfin, la radiation a lieu à travers l'air, M. Pilsondski tombe dans les systèmes ordinaires, et son dispositif manque d'une caractéristique nécessaire pour constituer un système.

VII

On peut donc conclure :

1° Le rôle de la terre dans la télégraphie sans fil est celui de capacité (*Cosmos*, n° 862, 3 août 1901, p. 149, fig. 29 et 30);

2° L'idée de la prétendue découverte de M. Pilsondski n'est pas nouvelle en elle-même. Les essais effectués au Vésinet ne prouvent rien, puisque la transmission a pu être aérienne. Pour communiquer à 500 mètres, il ne faut même pas de prise de terre ni d'antennes, tandis que, dans les essais en question, il y avait l'une et l'autre. Il sera peut-être possible de communiquer à des distances d'une dizaine de kilomètres, ou plus, en se servant de la terre comme conducteur, mais il faudra pour cela une énergie plus grande que celle employée dans la transmission aérienne. Si

on ajoute à cela que dans l'air (radiation), on peut limiter l'espace où on envoie les radiations et qu'on peut même les concentrer vers un point déterminé et que, dans le cas de communication souterraine (conduction par la terre), cela n'est pas possible, parce qu'on ne peut pas limiter la conduction à des segments déterminés du conducteur, on pourra facilement se convaincre qu'il y a bien peu à espérer de la voie, vieille de plusieurs années, mais chaque jour nouvelle, de la communication utilisant le sol comme conducteur.

Il est vrai que M. Pilsondski annonce des essais à grande distance : 300 kilomètres, dit-on, c'est-à-dire entre Bruxelles et Paris. Nous ne savons pas si un Syndicat s'est constitué à cet effet, ou si c'est M. Pilsonsdki qui compte le constituer.

Bien que pour communiquer à 300 kilomètres sur terre, tandis qu'au Vésinet la communication a eu lieu à peine à 500 mètres, il faudrait par pas successifs communiquer à 10, 20, 100 kilomètres, les espérances sont belles, et les expériences qu'on annonce seront fort intéressantes à suivre. Mais nous craignons beaucoup pour le résultat final.

Quoi qu'il en soit, si, pour communiquer par la terre, il fallait : 1° faire de longues recherches pour trouver les couches voulues ; 2° creuser de profonds puits d'essais : 3° creuser un canal pour trouver les interruptions entre les couches interrompues et les relier par des conducteurs ; 4° avoir une énergie de quelques millions de watts pour communiquer à 100 kilomètres — la proportion existe, puisqu'il a fallu 2 ampères et 16 volts, soit 32 watts, à M. Guarini pour communiquer à 23 kilomètres sur terre entre Malines et Anvers, tandis qu'il faut 150 watts à M. Pilsondski pour communiquer à 500 mètres, c'est-à-dire à une distance 46 fois moindre que celle obtenue par M. Guarini (avec un courant de 1/5 de celui employé par M. Pilsondski), — nous ne savons vraiment pas pourquoi on n'emploierait pas la télégraphie avec fil ou mieux encore la télégraphie électrique sans fil aérienne, avec des cylindres de quelques mètres comme antennes. Vouloir faire autrement sera se donner fort grande peine sans grand avantage. Si, enfin, pour communiquer de Paris à Bruxelles, on allait placer — en imitant en plus grand l'exemple du Vésinet — l'oscillateur sur la tour Eiffel et le cohéreur sur le palais de justice de Bruxelles avec des fils descendant jusqu'à terre (antenne renversée), la démonstration ne serait pas encore faite que la propagation a eu lieu par la terre.

SOCIÉTÉS SAVANTES

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 19 août 1901

Présidence de M. Fouqué.

Un nouveau radiant d'étoiles filantes. — M. Janssen a adressé, de Chamonix, à l'Académie une dépêche par laquelle il annonce que, dans les observations des Perséides, faites sur les pentes de l'Observatoire du Mont Blanc, M. Nordmann, attaché à l'Observatoire, vient de confirmer l'existence d'un nouveau radiant, situé au-dessus de la constellation de Cassiopée, dans celle des Lézards. Dans la nuit du 23 au 24 courant, à 8 h. 40, il a pu notamment assister au passage d'une magnifique étoile filante, émanée de ce point, et qui avait un éclat bien supérieur à celui de la planète Jupiter. La couleur de cette étoile, observée avec certitude en raison de la pureté de l'atmosphère à ces hauteurs, était d'un beau bleu ; elle avait une courte chevelure rougeâtre et une longue queue blanche. Les observations antérieures, du 12 au 20 août, avaient conduit au même résultat. L'existence de ce second point radiant, presque aussi riche que celui de Persée, est donc certaine. Des détails sur ces observations seront donnés prochainement.

Remarques critiques à propos de la détermination du sexe chez les Lépidoptères. — M. Alfred Giard discute les expériences de M. C. Flammarion sur l'influence des couleurs dans la production des sexes chez le *Sericaria mori*. Certains faits qu'il rappelle peuvent en modifier l'interprétation.

Il serait chimérique d'espérer qu'en soumettant un certain nombre de vers à soie quelconques à un régime de nourriture restreinte, on pourrait arriver, même en les prenant *ab ovo*, et avec l'influence de la lumière bleue ou violette, à modifier dès la première génération la proportion des sexes chez les papillons issus de ces chenilles.

Le sexe des chenilles est, en effet, parfaitement déterminé à la sortie de l'œuf et sans doute antérieurement dans les organes de la mère.

Le dimorphisme sexuel larvaire a été observé aussi chez plusieurs Lépidoptères indigènes.

M. A. Giard termine sa communication par ces lignes :

La grande erreur des physiologistes dans l'étude des questions de ce genre, comme dans beaucoup d'autres d'ailleurs, a été de négliger complètement les données morphologiques, et de considérer l'œuf animal ou végétal comme un point de départ absolu, alors qu'il constitue un complexe d'énergies accumulées par les conditions variées d'existence où se sont trouvés les organismes ancestraux. Or, dans l'état actuel de la science, la morphologie seule peut nous renseigner partiellement par ses manifestations successives sur les facteurs anciens de la phylogénie.

Sur une maladie bactérienne de la pomme de terre. — On signale depuis plus d'un mois une maladie bactérienne de la pomme de terre, qui sévit en France dans l'Ouest et le Centre.

Cette maladie existait en France depuis plusieurs années et est commune en Irlande. On la trouve dans tous les sols, mais surtout dans les sols un peu calcaires.

la simplicité même..... Son omnipotence n'a pas besoin d'employer des voies aussi tortueuses.

Le roi Alphonse disait en parlant des Epicycles : « Si Dieu m'avait appelé à son Conseil, il aurait fait les choses d'une façon moins compliquée. » Son successeur qui, parait-il, a le goût de l'astronomie, ne pourrait-il dire la même chose, à propos de la théorie de Kant, Laplace et compagnie?

W. DE FONVIELLE.

EXPÉRIENCES DE TÉLÉGRAPHIE SANS FIL

ENTRE BRUXELLES, MALINES ET ANVERS

Le samedi 25 janvier, j'ai établi la communication télégraphique sans fil entre la colonne du Congrès à Bruxelles et la tour de la cathédrale Saint-Rombaut, à Malines.

La distance entre ces deux monuments, que le gouvernement belge a mis à ma disposition pour la réalisation de ces essais, est d'environ 21 kilomètres. En joignant par une ligne droite ces deux localités, les ondes électriques ont traver sé plusieurs faubourgs et villes tels que : Schaerbeck, Haren, Vilvorde et Eppeghem, outre la partie Nord de Bruxelles et la partie Sud de Malines.

La base de la colonne du Congrès est à 48 mètres au-dessus du niveau de la mer, et son sommet, où se termine l'antenne à 94 mètres au-dessus de ce niveau.

La base de la tour de Saint-Rombaut est à 6 mètres au-dessus du niveau de la mer, et son sommet, à 105 mètres. L'antenne se termine à 94 mètres au-dessus du niveau de la mer.

La communication a été établie bien que la partie supérieure de l'antenne de Malines, s'étant détachée de son support à la suite d'un ouragan, se fut abaissée de plus de 15 mètres, et se fut accrochée aux ornements de la tour, en plusieurs endroits.

La partie utile de l'antenne, la partie visible, était de 27^{m},50 de longueur.

L'antenne, soit dans le cas de la station de transmission, à Bruxelles, soit dans le cas de la station de réception, à Malines, consistait, pour une longueur de 10 mètres, en un cylindre de 50 fils parallèles, le diamètre du cylindre étant de 50 centimètres.

Cette espèce de masse était disposée dans chaque station de façon que, dans la partie correspondante de l'autre, il y avait un simple câble. Ainsi, par exemple, à Bruxelles, la masse commence à 80 mètres et à Malines à 70 mètres au-dessus du niveau de la mer.

L'antenne de Bruxelles descend à 2 mètres du sol.

La correspondance a été interrompue, lorsque, à Malines, l'antenne a été descendue jusqu'à 69 mètres au-dessus du niveau de la mer, c'est-à-dire au niveau de nombreuses maisons de Bruxelles, dans les environs de la colonne du Congrès, la hauteur moyenne de ces maisons étant de 18 mètres. Cela prouve : 1° que l'antenne transmet des radiations dans des plans normaux à son axe; 2° que les obstacles tels que les maisons, s'ils sont nombreux, arrêtent complètement les radiations électriques.

La bobine employée était de 25 centimètres d'étincelles longueur maximum.

L'observation la plus intéressante faite au cours de ces expériences, c'est que le transmetteur et le récepteur à cohéreur qui n'avaient rien de particulier n'étaient pas en communication ni avec le sol, ni avec aucune capacité. L'une des boules de l'oscillateur d'une part et une des électrodes du cohéreur de l'autre étaient reliées aux antennes, tandis que l'autre boule de l'oscillateur et l'autre électrode du cohéreur étaient entièrement libres. Cela prouve que les ondes électriques ne se propagent pas par le sol et qu'elles ne suivent pas la courbure de la terre.

En poursuivant mes expériences de télégraphie sans fil entre Bruxelles, colonne du Congrès, et Malines, tour de la cathédrale Saint-Rombaut, j'ai fait les remarques ci-après :

Ayant remplacé à Malines, le cylindre de 50 fils par un toron de 7 brins de un millimètre, la communication est devenue incertaine, et j'ai dû augmenter le courant de 4 à 6 ampères pour maintenir l'échange de signaux, dans d'aussi bonnes conditions que dans les expériences précédentes.

Cela prouve que, pour l'antenne de réception, une grande surface réceptrice est très avantageuse.

Ayant remplacé la partie inférieure de l'antenne constituée par un câble tressé de 7 fils par 7 fils de sonnerie de un millimètre de diamètre, les signaux ont pu être reçus à Malines avec un courant de 3 ampères sans le cylindre de 50 fils à Malines.

Voici l'explication de ce phénomène :

Dès 1899, j'ai signalé que, d'après moi, les radiations électriques étaient perpendiculaires au fil à chaque point de sa surface.

M. le professeur Tommasina, dans une note

présentée dernièrement à l'Académie des sciences à propos de la photographie des effluves, est venu à ces conclusions.

L'antenne radiatrice fonctionne comme une capacité, et les molécules de sa surface transmettent l'une à l'autre les mouvements oscillatoires produits dans les décharges.

Ces mouvements se propagent en même temps dans l'éther environnant, suivant des lignes qui sont toujours normales au fil près de leur origine.

Si une antenne est traversée par un courant variable, un faible courant à haute tension, c'est-à-dire, avec un faible champ magnétique, ce qui est le cas dans la télégraphie sans fil actuelle, tout se passe comme si le courant se concentrait à la surface du conducteur. A la limite, dans le cas d'ondulations à haute fréquence, la surface seulement du conducteur est intéressée (expérience de Bjerknes). Le rayon, suivant lequel se propage l'onde électromagnétique — dans le cas de courant à faible intensité et à haute tension, le phénomène principal est celui électrique, le phénomène magnétique n'étant que secondaire, — est perpendiculaire à la surface du fil, le seul, du reste, intéressé dans le phénomène. A chaque point du rayon de propagation, il existe une force électrique et une force magnétique.

Poste transmetteur à courants alternatifs.

La force électrique est perpendiculaire à ce rayon et parallèle à la direction du courant variable, c'est-à-dire du fil.

La force magnétique est perpendiculaire à la fois au rayon de propagation et à la force électrique, c'est-à-dire qu'elle est l'intersection de deux plans dont l'un est normal et l'autre parallèle à la surface du fil.

Par conséquent, un fil cylindrique de 1 mètre de hauteur, par exemple, produit dans l'éther une perturbation dans un espace limité par les 2 plans perpendiculaires aux extrémités du fil.

Si, en un point du rayon de propagation, se trouve un élément superficiel de conducteur (antenne réceptrice), on obtient un effet maximum d'induction (électrique) dans cet élément, lorsqu'il est tangent au plan de la force électrique et de la force magnétique. Il est visible, d'après cela, qu'on emploiera avantageusement un fil ou des fils cylindriques, pour l'antenne transmettrice au lieu d'un toron ou d'un câble comme on l'a presque toujours fait jusqu'à ce jour dans les expériences de télégraphie sans fil.

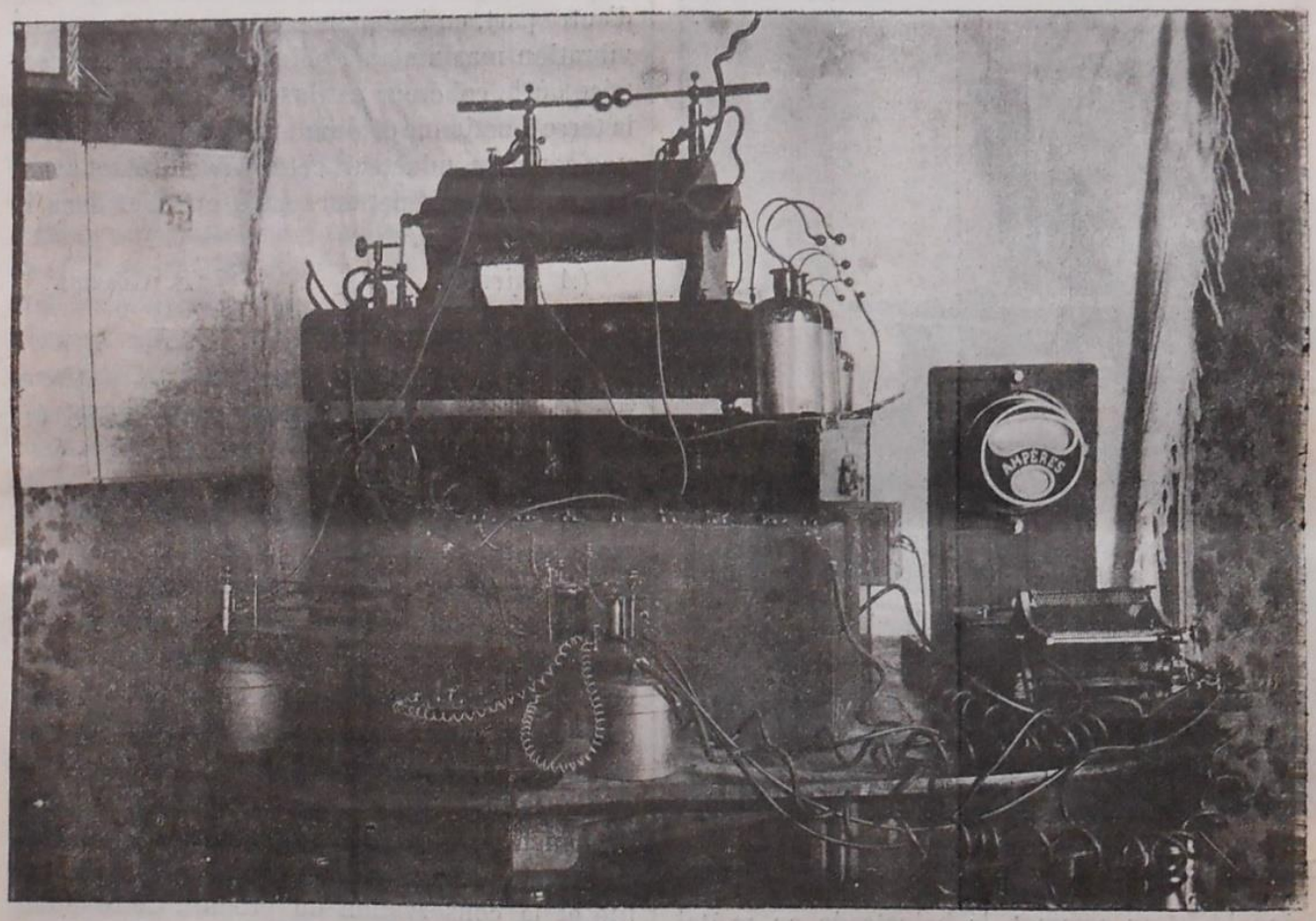
Dans le cas de câble ou toron au lieu de cylindre, l'antenne est à surface hélicoïdale au lieu d'être cylindrique. Il n'y a que ce qu'on

appelle surface-enveloppe de l'hélice qui est cylindrique, mais cette surface n'est que fictive.

Or, les plans normaux à la surface de l'hélice ne sont pas parallèles les uns aux autres comme les plans normaux à la surface d'un cylindre droit. Tous se recoupent entre eux. On voit alors les effets désastreux, interférence d'une part et diffusion dans des plans obliques de l'autre. C'est cette diffusion dans des plans obliques qui a permis la communication entre deux antennes se trouvant à une différence de niveaux. C'est encore cette diffusion dans des plans obliques qui a permis la communication entre deux antennes se trouvant sur deux navires en mouvement, ou entre un navire en mouvement et la côte.

La diffusion dans les plans obliques est donc désavantageuse pour les stations fixes sur terre ferme, et avantageuse pour les stations mobiles.

Il résulte de l'ensemble de ces expériences et considérations que l'effet maximum entre deux antennes transmettrice et réceptrice est obtenu en faisant usage comme antennes de deux cylindres droits métalliques d'une certaine hauteur (longueur) et d'un certain diamètre, disposés parallèlement l'un à l'autre, dans les deux stations, et à une hauteur telle qu'ils soient en vue l'un de l'autre. En supposant les deux cylindres d'égale longueur, chacun doit être entièrement compris entre les deux plans passant par les bases de l'autre.



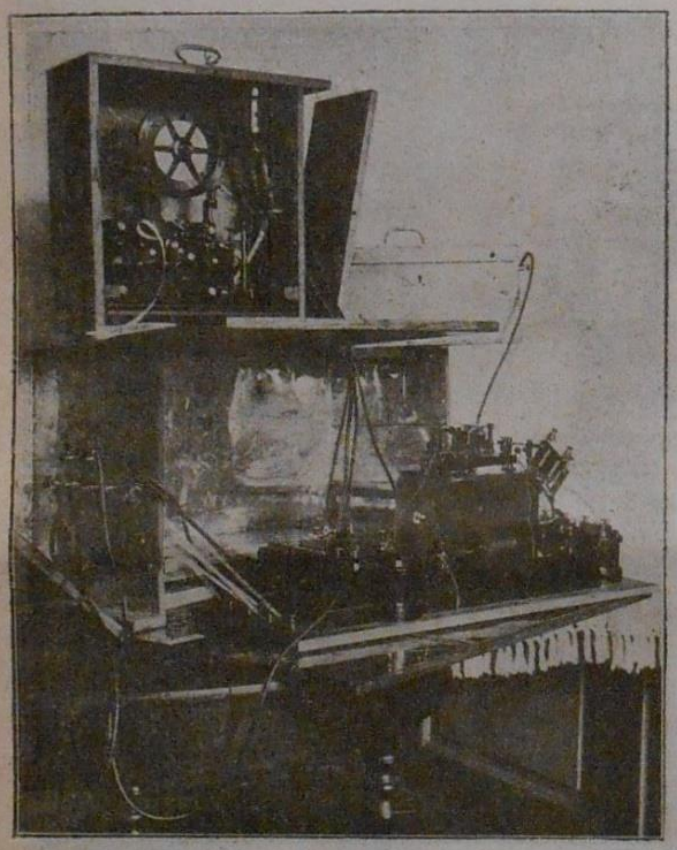
Répétiteur Guarini.

J'ai ensuite réalisé l'expérience en sens inverse, Malines étant cette fois la station transmettrice et Bruxelles la station de réception.

J'ai employé les mêmes appareils qu'avant, mais mes antennes étaient différentes. Depuis mes dernières expériences, des ouragans les ont cassées, et j'ai profité de cette circonstance pour faire des expériences avec un type d'antennes différent.

A la station transmettrice (Malines), j'ai employé l'antenne ordinaire, avec simple câble; mais au poste récepteur, le cylindre de 50 fils métalliques de 4/10 de millimètre de diamètre qui formait auparavant la partie supérieure de l'antenne était remplacé par un cône dont le sommet était tourné vers le sol et connecté aux appareils par un fil unique. Le cône était formé de 50 fils de 4/10 de millimètre. Le câble simple allant au sommet de l'antenne en traversait le cône, suivant l'axe de celui-ci.

D'abord, la communication fut mauvaise. Je ne recevais à Bruxelles qu'une petite partie des signaux transmis de Malines, tandis que dans la communication en sens inverse, je recevais à Malines tous les signaux transmis de Bruxelles. Un effet analogue a déjà été observé à Paris, où dans les communications télégraphiques sans fil entre la tour Eiffel et le Panthéon, on remarqua que la tour servait très bien comme transmetteur, mais ne donnait aucun résultat comme récepteur. J'attribue cela à la présence des masses métalliques sur le monument : la statue de bronze de



Poste récepteur d'ondes électro-magnétiques.

Léopold Ier au sommet, la balustrade en métal autour de la plate-forme, la rampe de l'escalier à l'intérieur de la colonne, les statues d'en bas, etc. Ce n'est qu'en doublant l'énergie électrique à Malines et en employant un cohéreur extra-sensible de Blondel, à Bruxelles, que j'ai pu obtenir une bonne transmission. J'ai trouvé aussi que l'effet maximum était obtenu lorsque les antennes étaient placées de façon que le plan vertical, passant par les antennes, ne rencontrait pas les supports auxquels elles sont suspendues.

D'autres expériences ont montré que la sensibilité du cohéreur pour une onde déterminée croissait en diminuant le courant local dans son circuit, en employant des résistances appropriées. Finalement, j'ai fait des expériences pour déterminer l'importance de la connexion de la terre. Comme il est à penser, si aucune des stations n'était reliée à la terre, de bons signaux ne pouvaient être transmis ; mais avec la connexion ordinaire de la terre à la station de transmission, j'ai trouvé que les résultats étaient meilleurs lorsque le récepteur n'était pas relié à la terre que lorsqu'il l'était.

Je crois que le potentiel de la boule reliée à l'antenne augmente par la connexion terrestre et détermine la position d'un point de vibration maximum au sommet du fil transmetteur, par exemple, la partie la plus en vue de l'antenne réceptrice ; d'autre part, en isolant le cohéreur, on forme une vibration maximum au point de l'antenne réceptrice où le cohéreur est inséré. J'en conclus que la terre fonctionne comme une grande capacité et non comme conducteur, cette capacité étant avantageuse au transmetteur, mais nuisible dans le cas de réception.

(*A suivre.*) E. Guarini.

LES MICROBES DE LA FABRICATION DES FROMAGES (1)

La maturation des fromages est fonction de la vie d'organismes inférieurs, bactéries, levures, moisissures. Du lait caillé dans des conditions d'asepsie, à l'abri de germes extérieurs, ne formerait pas un fromage affiné. L'empirisme a fixé, en dehors de toutes théories, les meilleures conditions de maturation des diverses espèces de fromage. Il est curieux de noter, au point de vue de la biologie générale, comment et par quel mécanisme ces conditions favorisent l'évolution de certains organismes et assurent la bonne qualité et la conservation du produit. Cette étude qui intéresse le savant permet aussi d'éclairer et d'instruire le producteur en lui révélant la cause de certains insuccès.

Lorsque dans un bouillon de culture se trouvent des germes multiples, suivant les conditions d'existence de ces germes, il arrive, à un moment, qu'une espèce se développe plus rapidement et supplante les autres. On recueille alors une certaine quantité de la culture qu'on transporte dans un bouillon nouveau ne contenant pas d'autres germes, puis dans une série d'autres, et on arrive ainsi, au bout d'un certain nombre d'ensemencements successifs, à avoir une culture pure du microorganisme étudié : c'est ainsi que Pasteur

(1) Suite, voir p. 532.

après le recul de l'époque houillère, arrivant au triomphe dans les terrains jurassiques où, malgré l'activité des encrines et coraux, le calcaire produit se dépose en masses oolithiques de grandes épaisseurs. Elle nous fait enfin assister au rôle grandissant des foraminifères, des rudistes, etc., qui bientôt suffisent à absorber tout le calcaire produit. Il n'est plus question d'oolithes, mais c'est toujours du calcaire qui, sous forme de tests et de débris organisés, se dépose lentement et s'accumule au fond des mers. La stabilité de la terre pendant les longs siècles du cinquième jour de la création prolonge et maintient pour ainsi dire artificiellement le règne de l'acide carbonique. Cette stabilité de la terre, cette inactivité prolongée des forces internes, qui amène comme contre-coup une sorte d'inactivité de la part de l'action mécanique de l'eau, est un fait unique dans l'histoire géologique du globe. On dirait deux armées aux prises qui, d'un commun accord, suspendent un instant le combat pour contempler le duel émouvant de leurs chefs : tels Achille et Hector sous les murs de Troie !

(*A suivre.*) H. Couturier.

EXPÉRIENCE DE TÉLÉGRAPHIE SANS FIL

ENTRE BRUXELLES, MALINES ET ANVERS (1)

Le 12 février, j'ai expérimenté entre Malines et Anvers (22 kilomètres).

La station transmettrice était Malines, à la cathédrale Saint-Rombaut, celle réceptrice Anvers, tour de la cathédrale Notre-Dame.

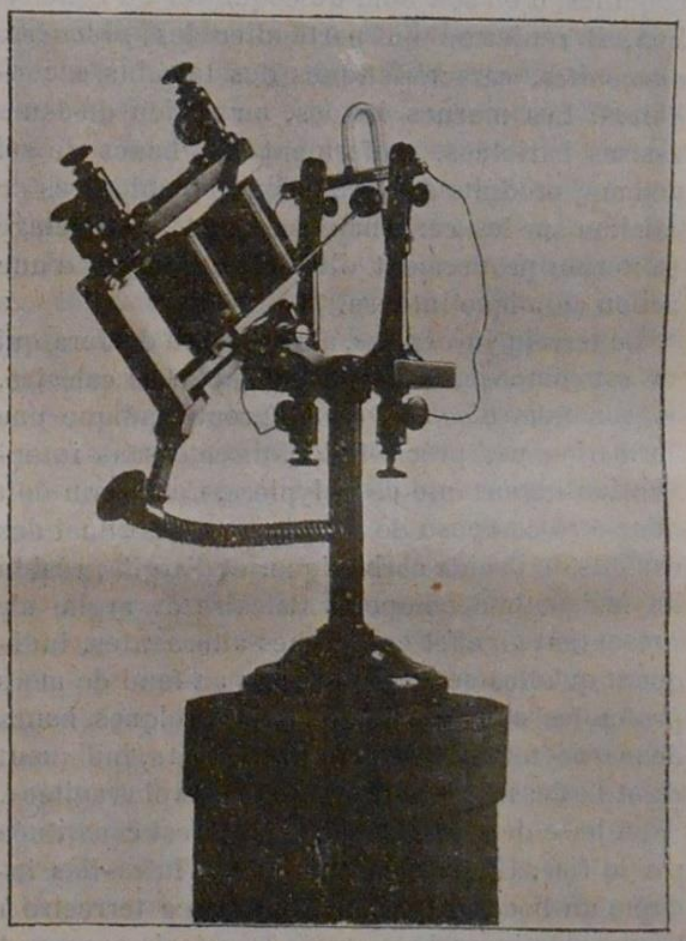
Les appareils employés étaient les mêmes que ceux des expériences précédentes. L'antenne simple a été adaptée sans capacité à l'extrémité supérieure.

J'ai rencontré quelques difficultés dans l'installation du poste d'Anvers à cause de la forme plus ou moins pyramidale de la tour de Notre-Dame.

L'antenne à Anvers était soutenue par une sorte de canne à pêche monstre composée de deux séries de trois bambous consolidés ensemble par des anneaux en fer. Ces bambous étaient fixés à la troisième galerie de la tour, et étaient soutenus par des haubans fixés à la quatrième galerie.

A l'extrémité des bambous pendaient 7 fils de 9/10 de millimètre de diamètre qui descendaient le plus verticalement possible jusqu'aux toits de l'église, c'est-à-dire à 40 mètres environ du sol, la troisième galerie est à 106 mètres au-dessus du niveau de la place et à 112 mètres au-dessus du niveau de la mer. Ici, l'antenne fait un coude brusque et va aux appareils récepteurs situés dans une des maisons des environs. Le cohéreur employé était du modèle Blondel, et la prise de terre était constituée par un toron de 3 fils de 4/10 de millimètre relié à un réverbère à gaz de la place verte.

Entre les antennes, en ligne droite, on rencontrait, outre de nombreuses maisons de Malines et d'Anvers, plusieurs villages et châteaux et des



Agencement du frappeur.

ondulations de terrain de 5 à 30 mètres de hauteur, la distance entre les 2 antennes était de 22 kilomètres.

De bons résultats ont été obtenus en employant au transmetteur un courant de 2 à 2 1/2 ampères. En supprimant la prise de terre au récepteur d'Anvers, les résultats n'ont pas été aussi bons que dans les expériences Bruxelles-Malines.

J'explique aisément cela par l'absence de toute capacité à l'extrémité supérieure de l'antenne réceptrice dans le cas présent. Une autre observation intéressante est à signaler. Ayant supprimé l'oscillateur au poste de Malines et ayant mis le secondaire de la bobine en communication, d'une

(1) Suite, voir p. 553.

part avec la terre et de l'autre avec l'antenne, douze signaux ont été transmis de Malines et trois sont arrivés à Anvers.

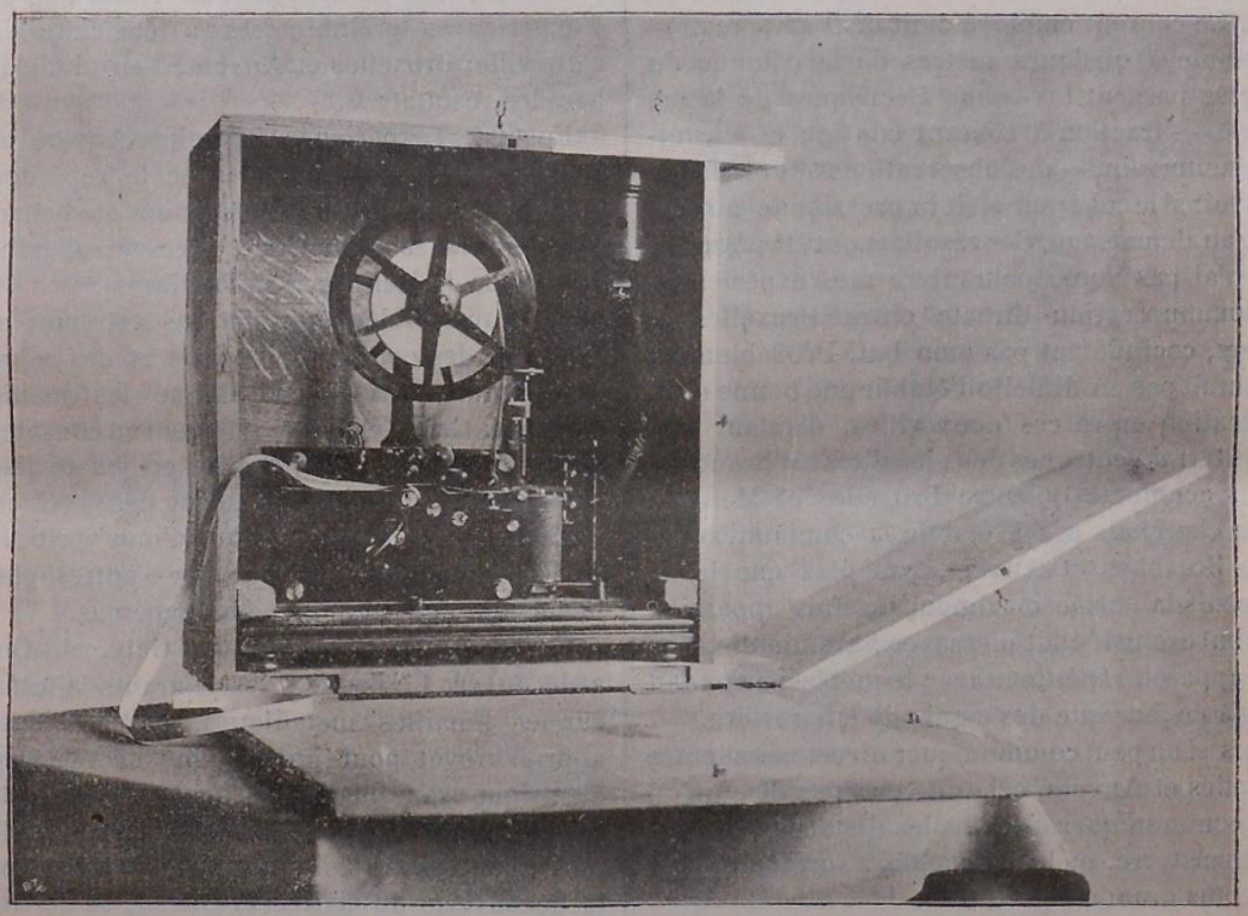
J'ai ainsi réalisé la télégraphie sans fil, en conformité du brevet américain d'Edison numéro 465971, de 1891, avec la différence que le récepteur comprend un cohéreur au lieu d'un téléphone. Un signal a même été reçu en n'employant pas de prise de terre au récepteur d'Anvers.

La communication Anvers-Malines a été en général moins bonne que celle en sens inverse. J'attribue cela à deux causes :

1° Un vent très fort qui, pliant l'antenne d'Anvers, détruisait tout parallélisme entre les deux antennes.

2° Les énormes masses métalliques se trouvant à la cathédrale d'Anvers.

Pour ce qui concerne la première cause dans les expériences Malines-Anvers, la position relative des antennes était telle, que l'antenne réceptrice d'Anvers est comprise tout entière entre les 2 plans perpendiculaires à l'antenne de Malines et passant par ses extrémités, tandis que dans les expériences Anvers-Malines, les 2 plans passant par les extrémités de l'antenne d'Anvers n'atteignaient qu'une partie de l'antenne de Malines.



Morse portatif, avec shunt.

Des signaux ont pu être échangés en employant au transmetteur de simples courants alternatifs.

Dans ce cas, il a été avantageux d'ajouter une capacité au sommet de l'antenne transmettrice; cela du reste était évident. Des signaux ont été reçus à Malines en employant le dispositif de synchronisation, et bien que le transmetteur et le récepteur fussent en désaccord complet.

Cela prouve que pour réaliser le secret des dépêches, il ne suffit pas d'accorder un récepteur avec l'onde principale

$$T = 2\pi\sqrt{CL}$$

d'un transmetteur déterminé placé à la limite de la distance de transmission.

Mais pour que la solution soit complète, il faut faire une espèce de sélection au transmetteur, de façon à ce qu'il n'émette pas d'ondes secondaires, mais des ondes d'une seule longueur et avec lesquelles sera accordé le récepteur.

Le samedi 13 janvier, j'ai tenté l'expérience directe Bruxelles-Anvers et vice-versa (41 kilomètres).

J'avais confié le poste de Bruxelles, colonne du Congrès, à M. le lieutenant Poncelet, et je sur-

veillais moi-même le poste d'Anvers. 50 signaux ont été transmis dans les deux sens; 2 signaux ont été reçus à Bruxelles où il y avait un cohéreur extra sensible Blondel. Aucun signal n'a été reçu à Anvers. Les deux signaux à Bruxelles ont été reçus lorsque, à Anvers, vers la fin de la communication, j'ai transmis deux longues étincelles d'une durée de trente secondes chaque, mais sans terre, au transmetteur d'Anvers.

Les antennes employées dans chaque station étaient les mêmes et disposées de la même façon que dans les expériences Bruxelles-Malines, c'est-à-dire qu'elles étaient formées à leur partie supérieure d'un cylindre de 50 fils de 10 mètres de long. Le courant employé était de 9 ampères.

Comme à quelques mètres de la colonne du Congrès passent les trams électriques de la rue Royale — traction à courant continu et à caniveau souterrain, — des observations ont été faites pour voir si le cohéreur était impressionné, notamment au démarrage. Ces résultats ont été négatifs.

Je n'ai pas voulu poursuivre mes expériences de communication directe entre Bruxelles et Anvers, ceci n'étant pas mon but. Probablement il n'aurait pas été difficile d'établir une bonne communication entre ces deux villes, d'autant plus que le terrain entre ces deux localités est beaucoup moins accidenté qu'entre Bruxelles et Malines. Je ne cherchais pas à établir la communication entre Bruxelles et Anvers, pas plus que je ne cherchais la portée maximum de mes appareils. Mon but exclusif était d'essayer à grande distance mon appareil répétiteur avec lequel je n'avais fait jusqu'à ce jour que des essais de laboratoire.

Mais si on peut communiquer directement entre Bruxelles et Anvers, cela ne veut pas dire qu'on peut communiquer à toutes les distances, notamment sur terre, où les difficultés à surmonter sont bien plus grandes qu'en mer.

Il y a naturellement une limite de distance à laquelle les messages peuvent être envoyés sans fil sur terre, surtout à cause de la courbure de celle-ci. Les ondes électriques se propagent en ligne droite, comme le prouve l'expérience de Hertz de l'arrêt des rayons par un écran métallique. Les ondes électriques ne peuvent donc pas suivre la courbure de la terre.

Aussi, les ondes électriques, quoiqu'elles puissent se frayer leur chemin à travers certains obstacles à la surface de la terre, sont tôt ou tard arrêtées brusquement par la courbure de la terre elle-même. En mer, la courbure de la terre se ressent moins, parce que les ondes électriques traversent l'eau, et ici l'absorption dépend de la quantité de sel de l'eau. La courbure de la terre n'intercepte la télégraphie sans fil sur mer, à longue distance, que quand les ondes électriques viennent en contact avec le fond de la mer.

Sur terre, l'absorption résultant des constructions intermédiaires et reliefs de terrain est considérable, et un récepteur placé sous terre n'est pas impressionné du tout, comme l'a prouvé, dans une expérience toute récente, M. Eugène Lagrange, professeur de physique à l'École militaire de Belgique (*Comptes rendus de l'Académie des sciences de Paris* 28 janvier 1901).

Une station intermédiaire a été alors installée à Malines, tour Saint-Rombaut. Toute une série d'expériences préliminaires a été faite entre cette ville, Bruxelles et Anvers. J'en ai cité plus haut les résultats.

Ensuite, l'expérience Bruxelles-Anvers a de nouveau été tentée, mais avec le répétiteur à Malines. De nombreux signaux ont été échangés entre Bruxelles et Anvers et vice-versa, grâce au répétiteur de Malines (43 kilomètres).

La transmission aux stations extrêmes a eu lieu avec des courants hertziens et des courants alternatifs. Ceux-ci ont donné les meilleurs résultats. Cela s'explique aisément en considérant que le 50 % de l'énergie mise en jeu se dissipe sous forme de lumière et chaleur dans l'étincelle.

En somme, je n'ai fait là qu'une vérification des phénomènes découverts par d'autres, phénomènes qui ont passé presque inaperçus.

En 1885, mon compatriote Galzecchi-Onesti a découvert l'influence des courants alternatifs sur les limailles métalliques. En 1891, Edison a pris brevet pour un système de télégraphie électrique sans fil dans lequel le transmetteur produit uniquement des courants alternatifs. Dans mes expériences, j'ai donc appliqué au récepteur la découverte de Galzecchi-Onesti, et au transmetteur l'idée d'Edison (1).

Les appareils récepteur et transmetteur employés aux stations extrêmes sont les mêmes que ceux employés dans les expériences partielles. Les essais ont été faits avec la collaboration du lieutenant Poncelet.

Dans toutes les expériences de laboratoire, mon répétiteur avait toujours bien fonctionné, même lorsque l'antenne était reliée au cohéreur par l'intermédiaire de l'armature d'un électro-aimant interrupteur, lequel a pour objet, comme on sait, de couper automatiquement la communication de l'antenne avec le cohéreur lorsque le transmetteur fonctionne.

(1) L'auteur oublie les travaux de M. Branly *N. de la R.*

Mais lorsque, dans les expériences à grand distance, Bruxelles, Malines-Anvers, j'ai essayé ce modèle de répétiteur au poste de Malines, il arrivait chaque fois ce fait singulier : le répétiteur une fois déclanché ne s'arrêtait plus.

Rapprochant ce fait des constatations analogues faites aux récepteurs des stations extrêmes de Bruxelles et d'Anvers, j'ai supposé que la cause pouvait en être attribuée à l'électricité atmosphérique.

J'ai vérifié cette opinion par les expériences suivantes : j'ai relié directement l'antenne de Malines qui a 70 mètres environ de hauteur à une électrode d'un cohéreur, l'autre électrode étant mise à la terre. Chaque fois que j'enlevais ou que je rétablissais la connexion soit entre l'antenne et le cohéreur, soit entre ce dernier et la terre, j'obtenais une déviation au galvanomètre. J'attribue ce fait à l'électricité atmosphérique qui parcourt l'antenne ; en enlevant ou en mettant la connexion, je produisais des extra-courants qui sensibilisaient le cohéreur. J'ai relié l'antenne à une borne primaire d'une bobine d'induction dont l'autre borne était mise à la terre ; dans le secondaire étaient intercalés un cohéreur Blondel très sensible, un élément de pile et un galvanomètre. L'aiguille de celui-ci marquait une déviation constante. Enfin, j'ai mis un condensateur en dérivation sur le cohéreur et n'ai plus constaté la moindre déviation de l'aiguille du galvanomètre — self impression, — même en enlevant ou en mettant la connexion de l'antenne ou de la terre.

L'appareil répétiteur employé à Malines est donc celui à antenne unique reliée au récepteur en même temps qu'au transmetteur avec dispositif pour interrompre la communication de l'antenne au récepteur lorsque celle-ci fonctionne comme antenne transmettrice.

J'ai introduit un deuxième relais. Le relais que je mets en circuit avec le cohéreur est en effet extrêmement sensible. Or, dans un tel relais, la distance de contact n'est qu'une fraction de millimètre. Il ne peut fermer qu'un courant maximum de 4/10 d'ampère sous une tension de 30 volts, tandis que, pour actionner une bobine de 25 centimètres d'étincelles, j'emploie trois ampères.

J'ai confié l'interruption entre l'antenne qui impressionne le cohéreur et l'oscillateur au même relais qui ferme le fort courant actionnant la bobine. Au lieu d'être reliée directement au cohéreur, elle aboutit à la terre en traversant le primaire d'un petit transformateur à noyaux de verre, et cela dans le but d'élever la tension dans le circuit du cohéreur.

Le condensateur intercalé dans le circuit secondaire, bobine de self-induction, pile relais, a un double rôle : interrompre la continuité du circuit et en modifier la capacité. Il a fallu prendre de bien grandes précautions et employer toutes sortes de protections pour assurer le bon fonctionnement de l'appareil. Ainsi, une boîte métallique renferme le cohéreur ; une bobine de self-induction renfermée à son tour dans une autre petite boîte en fer fixée à la première et noyée dans de l'étain froissé mis à la terre protège un des fils de connexion de la bobine du deuxième relais, tandis que l'autre est relié à la boîte et à la terre. Le deuxième relais lui-même est placé hors de la boîte métallique, l'étincelle de rupture du circuit de la bobine, outre la partie de l'antenne reliée à l'oscillateur, suffit dans le cas contraire, non seulement à impressionner un cohéreur sensible, mais aussi à le mettre hors d'usage. Le deuxième relais et la partie de l'antenne reliée au primaire du transformateur ont été l'objet de protections et de précautions de toutes sortes.

Ainsi l'armature de ce relais a été divisée en trois parties absolument distinctes et séparées entre elles par des plaques en ébonite : une partie pour le fort courant de la bobine, une partie constituant l'armature du noyau et une troisième partie pour l'interruption de l'antenne.

La partie de l'antenne reliée au cohéreur par le transformateur est isolée d'abord, puis renfermée dans un tuyau en fer mis à la terre. J'ai remarqué, en effet, qu'un tuyau en plomb même sous l'épaisseur de 2 millimètres, était perméable aux radiations électriques, et le cohéreur était impressionné.

Pour l'interrupteur, au lieu d'un contact unique, j'ai employé trois contacts disposés de façon que l'interruption totale soit égale à la somme des interruptions partielles.

Le relais employé est du modèle Siemens.

Il n'en diffère que par une particularité que je crois devoir signaler : le pôle Nord est relié aux noyaux, tandis que le pôle Sud est isolé de l'armature. La sensibilité de ce relais est de 1/20000 d'ampère.

Le cohéreur a aussi une caractéristique. On croit que ces organes un peu délicats, il est vrai, quand on n'a pas avec eux une grande familiarité, sont capricieux. Celui dont j'ai fait usage à Malines est extrêmement sensible et est d'un fonctionnement sûr.

On sait que la sensibilité d'un cohéreur augmente avec la pression et la quantité de limaille et diminue avec la grosseur de celle-ci et le degré

d'oxydabilité du métal employé. On a réalisé alors le cohéreur avec de la limaille plutôt fine et se trouvant dans un espace d'un demi-millimètre environ en quantité minime.

Le cohéreur qui m'a servi avec pleine satisfaction et qui remplit le mieux les exigences de la pratique ne diffère des précédents qu'en ce que l'espace entre les électrodes métalliques — un millimètre — est rempli de très grosse limaille de nickel avec des traces d'argent, le vide étant fait dans le tube. J'ai remplacé les fils facilement cassables par des calottes en cuivre qui peuvent glisser à volonté dans des manchons spéciaux.

En outre, il est un fait bien connu des télégraphistes sans fil, c'est que la décohésion est plus facile et plus sûre lorsque le courant traversant le cohéreur est excessivement faible.

Au lieu de produire l'interruption, je fais un arrangement spécial de façon que le relais démarre avec le courant traversant une résistance totale de 1100 w, mais lorsque le frappeur donne le choc qui décohère le cohéreur, une résistance supplémentaire de 2000 w entre dans le circuit du cohéreur. De très légers coups suffisent ainsi pour la décohésion.

L'appareil répétiteur fonctionne par points et la barre est donnée par une succession de points qui, à la station de réception, sont enregistrés par une barre, grâce à des artifices de construction déjà suffisamment connus.

Le jour où en télégraphiant avec fils on a expérimenté le répétiteur, on a dit que le problème de la télégraphie électrique à toutes distances était résolu. Les expériences sur une plus grande échelle que Bruxelles, Malines, Anvers pourront démontrer s'il pourra en être de même de la télégraphie sans fil.

ÉMILE GUARINI.

SOCIÉTÉS SAVANTES

ACADÉMIE DES SCIENCES

SÉANCE DU 29 AVRIL 1901

PRÉSIDENCE DE M. FOUQUÉ.

Election. — M. ZEILLER est élu membre dans la Section de Botanique par 35 suffrages sur 57 exprimés, en remplacement de feu *M. Chatin*.

La compensation mécanique de la rotation du champ optique fourni par le sidérostat et l'héliostat. — MM. Turner et Lippmann ont proposé des mécanismes destinés à entraîner la plaque photographique exposée à l'image donnée par un sidérostat, de façon à ce que les autres points du ciel ne paraissent pas tourner autour du point central. M. CORNU fait remarquer que les combinaisons proposées sont d'une complication inutile.

Le *joint universel* résout d'une manière simple et générale le problème de la compensation rotative du champ fourni par le sidérostat et l'héliostat : la solution qui en résulte est aussi rigoureuse que celles de MM. Turner et Lippmann, et elle a sur elles l'avantage d'être mécaniquement plus parfaite, car elle ne comporte que des mouvements de *pivotement* réalisables avec une rigueur presque indéfinie par les procédés mécaniques usités dans la construction des instruments de précision.

Sur l'emploi de l'oxygène dans les ascensions à grandes hauteurs. — Les recherches de P. Bert ont fait connaître l'action de l'oxygène sur l'organisme soumis à de faibles pressions. Les nombreuses expériences qu'il a réalisées ont montré qu'on peut éviter les accidents auxquels on est exposé dans un air raréfié en maintenant à peu près constante la quantité d'oxygène absorbée à chaque inspiration ; aussi, depuis cette époque, les aéronautes emportent-ils, afin de conjurer les dangers de l'asphyxie, de l'oxygène qu'ils aspirent au moyen d'un tube flexible muni d'une embouchure placée entre les lèvres.

M. CAILLETET fait remarquer que ce mode de l'absorption de l'oxygène est tout à fait défectueux. En effet, depuis notre naissance, nous avons contracté l'habitude de respirer par le nez, et les aéronautes, malgré leur attention soutenue, parviennent difficilement à se soustraire à cette habitude invétérée en s'astreignant à respirer par la bouche.

L'oxygène qu'ils aspirent au moyen de l'embouchure ne remplit guère que la cavité buccale, et il est ordinairement rejeté sans avoir pénétré dans les poumons.

Il présente à l'Académie un appareil permettant aux aéronautes d'emporter et d'avoir à leur disposition de grandes quantités d'oxygène emmagasiné sous un faible volume, et d'assurer l'absorption de ce gaz sans les astreindre à aucune attention, à aucun soin particulier.

Il se compose :

1° D'un ou de plusieurs vases contenant de l'oxygène liquide ; 2° d'un récipient destiné à faire repasser à l'état gazeux l'oxygène liquide en le réchauffant ; 3° enfin, d'une sorte de masque qui assure la respiration du gaz.

L'oxygène pur cause presque toujours des nausées et des malaises ; pour éviter cet inconvénient, M. Cailletet a disposé à l'extérieur du masque un obturateur à ouverture variable, qui permet de mélanger dans le masque un certain volume d'air à l'oxygène aspiré. L'aéronaute règle cette ouverture de façon que la teneur en oxygène augmente à mesure qu'on s'élève davantage, et, dans le but d'empêcher la condensation de la vapeur d'eau entraînée par les gaz de la respiration, il les fait s'écouler par un tube flexible muni d'une soupape spéciale, abritée sous les vêtements de l'aéronaute, afin d'éviter la congélation.

Sur la variation de composition des eaux minérales et des eaux de source décelée à l'aide de la conductibilité électrique. — La composition des eaux minérales est loin d'être invariable ; elle varie avec les saisons, souvent avec les années et quelquefois à la suite d'un simple phénomène météorologique, une grande pluie, par exemple. Il en résulte que les analyses chimiques qualitatives et quantitatives faites à