

5105

AP 998

78

# ASSOCIATION FRANÇAISE

POUR

L'AVANCEMENT DES SCIENCES

FUSIONNÉE AVEC

L'ASSOCIATION SCIENTIFIQUE DE FRANCE

(Fondée par Le Verrier en 1864)

Reconnues d'utilité publique

CONFÉRENCES DE PARIS

COMPTE RENDU DE LA 28<sup>ME</sup> SESSION

PREMIÈRE PARTIE

DOCUMENTS OFFICIELS. — PROCÈS-VERBAUX



PARIS

AU SÉCRÉTARIAT DE L'ASSOCIATION

28, rue Serpente (Hôtel des Sociétés savantes)

ET CHEZ MM. G. MASSON et C<sup>e</sup>, LIBRAIRES DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE  
120, boulevard Saint-Germain.

# CONFÉRENCES

FAITES

A BOULOGNE-SUR-MER

---

**M. Albert TURPAIN**

Doct. ès sc., Prép. de phys. à la Fac. des sc. de l'Univ. de Bordeaux.

---

**LA TÉLÉGRAPHIE SANS FILS**

---

— 20 septembre. —

**MESDAMES, MESSIEURS,**

Parmi les multiples attractions que notre Association réservait cette année à ses fidèles, figurent les expériences sur la télégraphie sans fils — Malheureusement l'exigüité du local où sont disposés les appareils de M. Marconi n'a pas permis de montrer à tous les visiteurs les dispositifs en activité — Aussi a-t-on pensé qu'il vous serait agréable d'avoir une description sommaire des expériences disposées à Wimereux. Certes, il ne manque pas, à Boulogne, de conférenciers plus autorisés que je ne le suis, pour vous présenter cette question ; et je ne veux voir dans le choix fait qu'une marque d'encouragement à un jeune. Je réclame donc, mesdames et messieurs, toute votre bienveillance ; je suis persuadé d'ailleurs que vous saurez fort bien mettre au point les parties de cette causerie que je me montrerai inhabile à fixer.

L'électricité qui va faire l'objet de cet entretien, semble différer à première vue de celle que vous êtes habitués à voir courir les rues et les chemins sur les innombrables fils qui relient aujourd'hui nos cités et les enserrnent de toutes parts.

Bien que fille de celle-ci, elle ne paraît soumise à aucune loi d'hérédité.

Le courant électrique qui se propage sur ces fils, qui vient nous donner la lumière, qui actionne nos télégraphes, qui, imitant les modulations mêmes de la voix, nous permet, grâce au téléphone, de nous entretenir à longue distance, ce courant, nous l'assimilons, avec quelque raison, au courant de gaz qui suit nos conduites d'éclairage, ou encore nous le concevons à l'image du flux liquide qu'apportent les canalisations de nos châteaux d'eau

Mais la condition première, la condition expresse pour que le courant élec-

trique manifeste ses effets pour qu'il se montre esclave docile de nos volontés, est que tous les appareils que nous le chargeons d'entretenir, soient réunis entre eux, ainsi qu'à ceux qui l'excitent par une série de corps métalliques, par une suite non interrompue de fils conducteurs.

Qu'un orage vienne à rompre, par exemple, le fil qui réunit deux villes, et toute communication cesse par là même entre elles.

Que le mince filament de charbon qui constitue la partie essentielle des lampes à incandescence se brise, la lampe s'éteint, le courant cesse de nous éclairer en même temps que de traverser ce filament.

Eh bien! les manifestations électriques qui sont produites au poste de Wimereux se montrent indifférentes à l'existence de fils conducteurs entre les dispositifs qui les produisent et les systèmes qui les manifestent.

Les conditions qui semblent suffisantes pour permettre l'influence de ces appareils l'un sur l'autre sont les mêmes que celles qui permettent l'influence d'un corps sonore sur l'oreille, ou mieux encore d'une source lumineuse sur l'œil.

Permettez-moi donc, avant de vous indiquer le fonctionnement de ces appareils, de vous rappeler brièvement ce qu'on entend par mouvement *vibratoire*, mouvement *oscillatoire*, mouvement *ondulatoire*. Ces mots de *vibrations*, d'*oscillations*, d'*ondulations* vont revenir dans cet exposé à chaque instant. Souffrez que j'en rappelle à votre esprit le sens exact.

Supposez qu'une tige flexible, une lame de fleuret, soit fixée à un étau par une extrémité. Je déplace l'extrémité libre et je l'abandonne à elle-même : la tige va offrir l'image d'une sorte d'éventail, image due à ce que votre œil la saisit en même temps dans toutes ses positions successives. En réalité, elle s'incline rapidement de part et d'autre de sa position d'équilibre; on dit qu'elle prend un *mouvement oscillatoire*, qu'elle effectue une suite d'oscillations, une oscillation étant constituée par une allée et une venue de la tige, de part et d'autre de sa position de repos.

Mais en même temps que votre œil eût suivi le mouvement de la tige, vous auriez, si l'expérience avait été réalisée, entendu un son, et ce son votre oreille l'eût perçu grâce à la présence de l'air interposé entre cette tige et vous.

Pendant que la tige oscille, l'air qui l'entoure ne demeure pas en repos; les régions avoisinant immédiatement la tige épousent son mouvement et elles communiquent ce mouvement tout autour d'elles, et cela de proche en proche jusqu'à atteindre votre oreille.

L'air, entre cette tige et vous, s'est donc mis en mouvement et ses différentes parties se sont déplacées de part et d'autre de leur position première un grand nombre de fois à la seconde. On donne à ce mouvement de l'air le nom de *mouvement vibratoire*. On dit que l'air est entré en *vibration*.

Il s'est passé au sein de l'air quelque chose d'analogue à ce qui a lieu à la surface d'un liquide dont on vient troubler périodiquement le repos en un point, à ce qui se passe, par exemple, à la surface de l'eau contenue dans un verre dont on fait vibrer les parois.

Ce mouvement est bien connu des pêcheurs à la ligne, c'est celui précurseur de l'espoir d'une prise. Au moment où le poisson s'attarde à frôler l'amorce, il communique au bouchon, qui jusqu'alors restait immobile, une série d'oscillations qui se manifestent par l'apparition de rides circulaires concentriques à la surface de l'eau. On dit que du bouchon comme centre part un *mouvement ondulatoire*.

Et ces *ondulations* de l'eau ne produisent, à sa surface, aucun courant, elles

ont seulement pour effet d'élever et d'abaisser successivement chaque particule d'eau de part et d'autre de sa position première, comme l'indiquent fort nettement d'ailleurs les corps légers qui flottent à sa surface. Ces corps se contentent au passage des ondes successives qui les atteignent, de vibrer avec elles sans être nullement éloignés du bouchon qui leur fait partager ainsi et leur envoie à distance son mouvement.

Vous connaissez tous le diapason, cette petite tige de métal contournée en fourche fixée par son milieu et qui, heurtée, rend un son. Frappez un diapason, il se met à vibrer, vous entendez un son. — Mais alors que le mouvement sonore vous est parvenu dès le premier instant, net, fort, nourri, il ne tarde pas à décroître graduellement, obligeant votre oreille à y apporter une attention soutenue pour le suivre plus ou moins longtemps. L'impulsion donnée au diapason s'est peu à peu éteinte, amortie, et l'appareil ne se montre plus capable d'impressionner votre oreille tant qu'un nouveau choc ne vient pas le remettre en mouvement.

Au lieu d'attendre que le mouvement du diapason se soit ainsi amorti, admettez que de temps en temps, à des intervalles égaux, par exemple, et suffisamment rapprochés, je vienne redonner, par des chocs successifs, une impulsion nouvelle au diapason, et vous allez entendre un son continu, également fort, également nourri à chaque instant. La masse d'air de cette salle entrera en vibration et il vous sera dès lors facile de faire tout à loisir l'étude de la propagation du mouvement sonore autour de ce diapason.

A la fin de 1888, Henrich Hertz réalisa à Bonn des expériences dans lesquelles il produisait des actions électriques assez rapides pour se propager de proche en proche autour des points où elles avaient pris naissance.

Il lui suffit pour cela de disposer côte à côte deux plaques métalliques carrées de 40 centimètres de côté, portant chacune une tige conductrice terminée par une boule de cuivre. Les boules ainsi fixées à ces plaques se trouvaient à quelques millimètres l'une de l'autre.

Ces deux conducteurs constituent dans leur ensemble ce que les physiciens nomment un condensateur électrique.

Si l'on vient à mettre un semblable appareil en communication avec une source d'électricité, les plaques vont se charger; puis une fois chargées, grâce à la faible distance des boules, elles se déchargeront l'une sur l'autre en produisant à cette interruption une étincelle.

Eh bien, si l'on a eu soin de choisir convenablement les dimensions de ces plaques la décharge qui s'effectuera entre ces deux boules présentera le caractère de ce que l'on nomme une décharge *oscillante*. C'est-à-dire qu'au lieu de se produire en un seul temps, d'une des plaques à l'autre, le mouvement électrique se produira de la première plaque à la seconde, puis reviendra de la seconde à la première pour continuer de la première à la seconde et cela jusqu'à ce que la décharge de l'appareil soit complète.

Il se produit un va-et-vient entre les deux plaques durant tout le temps de la décharge, va-et-vient analogue au mouvement de la lame de fleuret à laquelle je faisais allusion tout à l'heure.

En un mot, il se produira de véritables oscillations électriques. Pendant la décharge l'électricité sera pour ainsi dire ballottée un très grand nombre de fois de l'une des plaques à l'autre.

Et la période de ces oscillations, c'est-à-dire le temps de chaque allée et venue de ce mouvement électrique, est égale à un billionième de seconde.

Ainsi donc voici un condensateur qui se présente à nous comme un véritable diapason électrique, qui, une fois chargé, va effectuer une vibration intense pendant le billionième d'une seconde, une deuxième vibration moins intense aura lieu pendant le billionième de seconde suivant, une troisième vibration plus faible encore se produira pendant le troisième billionième, et vous concevez aisément qu'à ce régime cet appareil ne tardera pas à revenir au repos.

Alors que tout à l'heure, pour entretenir le diapason et lui faire rendre un son continu, il nous eût suffi de venir le heurter à nouveau toutes les secondes, si nous voulons entretenir électriquement cet appareil, il va falloir le recharger tous les deux ou trois billionièmes de seconde, c'est-à-dire lui donner 300 millions au moins de charges successives par seconde.

Il semble que ce soit un défi jeté à la physique expérimentale que de venir lui demander de renouveler la même opération un nombre aussi colossal de fois en un si court instant.

Quelle que soit, en effet, la rapidité que l'on donne à un système d'interrupteurs, il est évident que tout moyen mécanique échouera ici. — Quel est donc l'agent qui manifestera une souplesse assez grande pour venir animer d'une manière continue un appareil aussi prompt à revenir au repos, si prodigue de la charge qu'on lui donne qu'il la dissipe à peine l'a-t-il reçue ?

Eh bien ! c'est à l'étincelle électrique elle-même, produite dans des conditions spéciales, que Hertz demanda la solution d'un aussi délicat problème.

Et c'est dans la simplicité même de cette solution que se montrent complètes la sagacité et l'ingéniosité de l'habile expérimentateur allemand.

Il lui suffit, en effet, de réunir chacune des plaques de son appareil — qu'on appelle l'*excitateur* des ondes électriques — aux deux bornes d'une bobine de Ruhmkorff pour l'entretenir d'une manière continue.

Voici pour le diapason électrique, pour l'*excitateur*, qui, vous le voyez, consiste essentiellement en un condensateur.

Cet appareil fonctionnant, Hertz, persuadé qu'il est le centre de vibrations électriques se propageant dans tout le milieu qui l'entoure, cherche à constater leur existence. Et comme appareil d'investigation, comme oreille électrique, il prend un simple cercle de cuivre constituant un circuit ouvert en un point, l'écartement des deux extrémités pouvant varier de très petites quantités, grâce à une vis micrométrique.

Présentez ce circuit ouvert — le *résonateur* de Hertz — convenablement réglé en un point de l'espace autour de l'*excitateur* et à 2 mètres, 4 mètres et même 20 mètres, à travers portes et murs, vous constaterez dans l'obscurité la production d'une petite étincelle à l'interruption de ce circuit — étincelle indiquant par sa présence l'existence d'un courant dans ce cercle de cuivre. — Et cette étincelle reproduit avec une fidélité remarquable les imperfections mêmes de celle de l'*excitateur*.

Voilà l'œuvre de Hertz ; vous le voyez, mesdames et messieurs, elle contenait en germe la télégraphie sans fils. — On peut même dire plus : elle la réalisait sur une distance de 20 mètres. On pouvait, en effet, en prolongeant ou non la durée des étincelles, échanger à 20 mètres tout un code de signaux.

Eh bien ! les expériences dont vous avez vu les dispositifs à Wimereux réalisent sur une distance de près de 50 kilomètres celles que le physicien de Bonn avait faite en 1888.

Si M. Marconi n'a eu à imaginer aucun appareil nouveau pour télégraphier sans fils interposés de Wimereux à la côte anglaise, il a fait preuve d'une très

complète entente des phénomènes utilisés dans le choix si judicieux des appareils dont il se sert.

Il fallait, en effet, résoudre deux problèmes :

1<sup>o</sup> Exagérer la puissance des ondes émises par le poste qui transmet ;

2<sup>o</sup> Exagérer en même temps la sensibilité de l'organe récepteur et surtout le rendre apte à se trouver toujours prêt à recevoir l'onde électrique pour l'enregistrer et à cesser son enregistrement dès que l'onde est passée.

Pour résoudre le premier desideratum, M. Marconi dresse un long fil terminé tout d'abord par une plaque, plus tard, à Wimereux par exemple, par une spirale de fil. — C'est ce long fil qui nécessite l'établissement du mât de 46 mètres que vous avez aperçu dès que nous approchions de Wimereux. — On peut comparer cette partie de l'appareil qui aboutit à l'une des boules de la bobine Ruhmkorff à l'une des plaques de l'excitateur de Hertz. — Toute la longueur de ce fil va émettre des ondes électriques. — C'est cette partie de l'appareil de M. Marconi qu'on nomme antenne. Les uns en attribuent l'idée au physicien russe Popoff, d'autres au physicien Narkebitch Yodko. Suivons ce train d'ondes électriques émis par l'antenne, comme le serait un son par un puissant porte-voix : il traverse la Manche, il arrive à Douvres. — Là il rencontre un fil disposé comme l'est celui qui lui a donné naissance, et cette antenne réceptrice va recevoir ces ondes à la manière dont une embouchure de tube acoustique reçoit les ondes sonores.

Pour nous rendre compte de l'action que vont avoir ces ondes sur le poste récepteur, il me faut vous indiquer comment M. Marconi a répondu au deuxième desideratum que je mentionnais à l'instant.

Lorsque le courant d'une pile traverse un électro-aimant, il le transforme en un aimant ; et vous savez fort bien comment nos télégraphes ordinaires utilisent cette propriété pour inscrire sur une bande de papier une suite de points et de traits qui forment, en définitive, une écriture spéciale. Si l'on introduit dans le circuit de la pile un petit appareil imaginé par M. Branly, appareil qui est l'âme de la télégraphie sans fil, l'électro-aimant n'enregistrera plus ni les points ni les traits qu'on lui envoie. Le courant ne s'établira plus.

Cet appareil, le *cohéreur* de M. Branly, est simplement constitué par deux petits plateaux de métal de 2 ou 3 millimètres carrés de surface, situés à un millimètre l'un de l'autre, et dont l'intervalle est rempli de limaille métallique extrêmement fine. — Ce curieux appareil n'est pas, en temps ordinaire, susceptible de laisser passer un courant électrique ; mais envoyez sur lui un train d'ondes électriques, et la limaille fait aussitôt pont entre les deux plateaux et permet au courant de passer. Le cohéreur a, par la présence des ondes électriques, acquis la cohésion nécessaire pour être assimilable à un fil conducteur. — De là son nom. — Un léger choc le décohere d'ailleurs, un nouveau train d'ondes le cohérait de nouveau.

Eh bien ! M. Marconi dispose à la station d'arrivée un de ces cohéreurs de M. Branly, cohéreur qui est attelé sur un appareil télégraphique ordinaire. Et le jeune ingénieur italien a su porter la sensibilité de l'appareil de M. Branly à un degré tel qu'il peut se jouer de distances allant jusqu'à 60 kilomètres.

En résumé, vous le voyez, grâce à l'antenne d'émission, qui, d'ailleurs, joue indifféremment le rôle d'antenne de réception, grâce au cohéreur, le train d'ondes lancé à Wimereux est collecté par la station anglaise et, par suite, amené à transmettre la pensée au moyen de signaux convenus, comme le ferait

pour une parole assez puissante, guidée par un porte-voix, une oreille assez fine disposée à l'extrémité d'un cornet acoustique.

S'il est juste de dire que M. Marconi a fait l'emprunt des divers appareils qu'il utilise, il serait injuste de ne pas reconnaître qu'il les a associés avec une sagacité remarquable, et qu'il a su leur donner un degré de sensibilité qu'ils étaient loin d'avoir acquis avant lui.

Remarquez-le, toutefois, le nom qui plane au-dessus de tous les autres dès qu'on parle d'oscillations électriques ou de leur application, c'est celui du regretté physicien de Bonn, celui de Hertz.

Seuls, les hommes de génie sont aptes à découvrir de pareils champs d'étude si féconds en applications ; les exploiter demeure ensuite une tâche relativement facile.

Et maintenant que je vous ai indiqué dans ses grandes lignes comment la télégraphie sans fils utilise les ondulations électriques, me permettrez-vous de vous dire quel est son avenir probable ?

C'est un tort, à mon humble avis, d'avoir donné à ces expériences le nom de *télégraphie sans fils*.

Plus modestes avaient été nos devanciers qui, le jour où ils rendaient pratique, sur des distances de 80 kilomètres, la télégraphie optique, ne l'avaient pas pour cela décorée pompeusement du nom de télégraphie sans fils.

Lorsqu'on prononce aujourd'hui le mot de télégraphie, l'esprit se reporte aussitôt à cette merveilleuse application de l'électricité qui permet le transport de la pensée d'une rive à l'autre des océans. Eh bien ! on se représente difficilement un télégraphe sans fils entre Brest et New-York, entre San-Francisco et Yokohama.

Deux raisons principales s'opposent à la réussite des communications sans fils à d'aussi grandes distances.

La première est la difficulté qu'on éprouve à obtenir un faisceau de rayons qui demeure bien cylindrique, qui ne s'épanouisse pas.

La seconde est due à l'absorption que les milieux interposés, l'air lui-même, ne manqueront pas de produire. Il faudrait d'ailleurs, pour ne traverser que l'air interposé entre l'Europe et l'Amérique, établir des sémaphores de hauteurs si considérables qu'il serait plus économique de fabriquer un câble transatlantique.

Est-ce à dire que les oscillations hertziennes ne sont pas susceptibles d'être employées dans la télégraphie courante ? Évidemment non. Qu'on suppose un fil tendu entre deux villes, Boulogne et Paris, par exemple, et passant à Arras et à Amiens, et l'on peut concevoir la possibilité, au moyen d'ondes hertziennes entretenues sur ce fil dans des tonalités électriques différentes, la possibilité, dis-je, de communiquer entre deux stations quelconques d'une façon simultanée.

Le problème ainsi résolu ne manque pas de quelque importance puisqu'il permet de réduire au minimum le nombre de fils à disposer sur un réseau télégraphique.

Mais je risquerais, mesdames et messieurs, en entrant dans les détails de ces dispositifs nouveaux, de fatiguer votre bienveillante attention, dont je n'ai d'ailleurs que trop abusé.