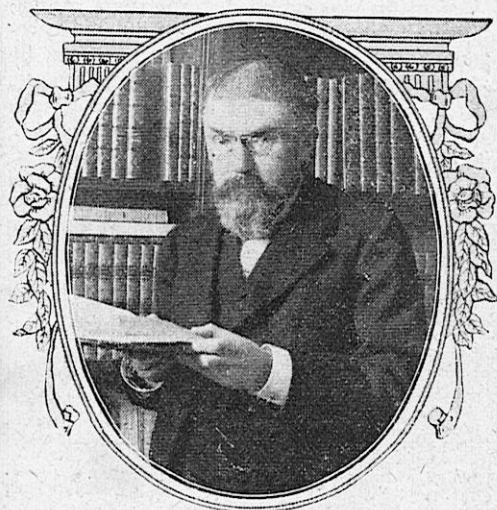


domaine scientifique exploré par le génie de M. Poincaré.

Cet admirable savant, non content d'avoir amassé — et, du reste, sans le moindre effort



(Phot. H. Manuel.)

M. Henri Poincaré, de l'Académie française.

— un savoir encyclopédique, a, dans chacune de ses parties, renouvelé la face de la science, soit en conférant à ses fondements une solidité nouvelle, soit, et bien plutôt encore, en élargissant ses frontières jusqu'à des limites où, il y a peu d'années encore, on n'eût pas même songé à les voir reculer.

On peut dire de l'œuvre, qui a porté si haut et si loin le nom de M. Henri Poincaré, qu'elle est véritablement gigantesque. Alors que ses découvertes, dans une seule des branches des mathématiques pures ou appliquées, auraient suffi à l'illustration de son nom, il les a multipliées dans toutes, avec une profusion et une supériorité toujours soutenue qui confondent l'imagination; sans compter une œuvre philosophique qui eût suffi, à elle seule, à fonder sa réputation.

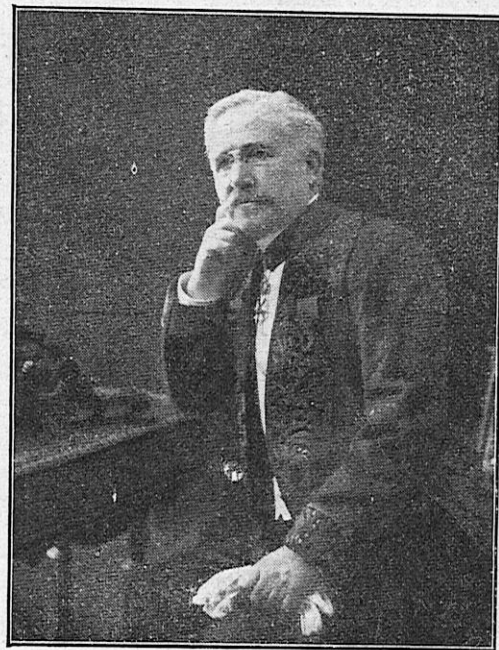
Et voilà le prodige! Voilà pourquoi, aux yeux des mathématiciens, M. Poincaré apparaît tel que ces hommes extraordinaires de la Renaissance, à la fois peintres, sculpteurs, architectes et ingénieurs, voire poètes et philosophes; et voilà pourquoi, d'une commune voix, et de toutes les parties du globe, ces mathématiciens le proclament le premier d'entre eux tous.

Il faudrait, pour mieux faire sentir les raisons profondes de cet élan unanime, esquisser une analyse de l'œuvre de M. Poincaré.

Mais, hélas! à l'essayer, on se trouve tout aussitôt arrêté par la quasi-impossibilité d'exprimer dans le langage courant, avec des mots intelligibles pour tout le monde, les notions, empruntées aux mathématiques, auxquelles il faut pourtant bien avoir recours pour parler de l'œuvre d'un mathématicien. On se heurte à ce « triple mur d'airain » qui, au dire du poète, entoure et protège la « forêt des nombres » où le mathématicien poursuit sa recherche.

Mais, si l'on ne peut, dans les limites d'une aussi courte notice, arriver à donner une idée suffisamment claire du merveilleux développement imprimé par M. Poincaré aux parties les plus élevées de la science abstraite, au moins peut-on indiquer qu'à l'aide des nouveaux instruments analytiques, créés par son génie, il a, avec une rare habileté, fouillé tous les domaines des sciences physiques tributaires des mathématiques.

En s'attaquant au magnifique problème des mouvements de notre monde solaire, il a su renouveler de fond en comble les méthodes



M. J. Carpentier, membre de l'Institut.

(Phot. E. Pivou.)

de la mécanique céleste, et il n'a pas fait montre de moins brillantes qualités d'invention dans des recherches sur la figure des corps planétaires.

Si, par ces travaux, il mérite d'être regardé comme le premier astronome théoricien de notre temps, il s'est placé hors de pair comme physicien théoricien, en projetant une lumière nouvelle émanant souvent des sources les plus imprévues, sur toutes les parties de la physique mathématique: chaleur, optique, électricité, élasticité, capillarité, etc..., il a tout parcouru, tout renouvelé, tout étendu. C'est, en particulier, lui — nous l'avons déjà rappelé plus haut — qui a su définitivement fixer cette belle théorie des ondes hertziennes, féconde en surprenantes applications dont la télégraphie sans fil est la plus populaire.

Au reste, nombre de physiciens expérimentateurs ne se font pas faute de reconnaître tout ce qu'ils doivent aux vues théoriques introduites dans la science par M. Poincaré, et qui, bien souvent, ont orienté leurs travaux de laboratoire dans des directions nouvelles, pour le plus grand bien du progrès général de nos connaissances.

Quelque sommaire — et combien imparfait! — que soit le commentaire qui précède, nous serions heureux qu'il pût faire naître chez le lecteur le sentiment de l'extraordinaire grandeur de l'œuvre scientifique de M. Poincaré, et lui faire mieux comprendre pourquoi, dans sa spirituelle réponse à l'illustre savant, le jour de sa réception à l'Académie française, M. Frédéric Masson a pu lui dire:

« En France, vous êtes le « Maître » pour quiconque participe aux études mathématiques; vous présentez, dans notre pays, l'unique exemple d'une supériorité reconnue, et votre réputation, formée dès vos débuts par vos camarades de l'Ecole Polytechnique, soutenue par vos collègues de la Sorbonne, répandue par les savants de l'Europe entière, s'est établie comme un axiome; celui-là, monsieur, vous ne le contesterez pas. »

MAURICE D'OCAGNE.



LA TÉLÉGRAPHIE SANS FIL

Conférence de M. HENRI POINCARÉ, de l'Académie française

Avec le concours de M. CARPENTIER, de l'Institut, et du Commandant FERRIÉ

1^{er} février.

Mesdemoiselles,

Quand une nouvelle découverte vient nous surprendre, il y a un premier moment d'étonnement, mais il est de très courte durée, parce que l'habitude é moussé très vite l'admiration.

Il y a cinquante ans, la télégraphie ordinaire comblait nos pères de stupeur. Comment un simple fil pouvait-il transmettre la pensée instantanément aux extrémités du globe? Ils n'en revenaient pas, et nous les trouvons, aujourd'hui, un peu faciles à l'enthousiasme. Pourtant, le phénomène est-il, maintenant, moins mystérieux? Pas le moins du monde, nous ne savons pas mieux comment cela se fait; seulement, à force d'expédier des télégrammes, nous nous sommes familiarisés avec lui, et il n'étonne plus personne. Nous sommes surpris, au contraire, que la transmission puisse se faire sans fil, parce qu'il s'agit d'une découverte récente qui a ravivé dans nos âmes le sentiment si vite oublié du mystère infini au milieu duquel nous sommes plongés. Et, cependant, la découverte de la télégraphie sans fil n'a pas été absolument imprévue; pour les savants, la possibilité théo-

rique du phénomène était connue depuis longtemps. On ne croyait pas, cependant, qu'il fût possible de construire des appareils assez délicats pour le mettre en évidence à de grandes distances. L'invention nouvelle n'est donc pas due seulement, comme tant d'autres, à un hasard heureux. C'est un savant anglais, Maxwell, qui l'a préparée, il y a près de quarante ans, par d'ingénieuses hypothèses et des calculs compliqués.

Vingt ans après, un Allemand, Hertz, a confirmé cette idée par des expériences de laboratoire.

Voilà quels ont été les véritables inventeurs, et c'est pour cela qu'on dit souvent: la télégraphie hertziennes, pour parler de la télégraphie sans fil, qu'on appelle « signaux hertziens » les signaux de cette télégraphie, et qu'on appelle « ondes hertziennes » ces messages mystérieux qui transmettent ces signaux.

C'est seulement après que les techniciens se sont mis à l'œuvre et nous ont donné l'instrument que nous possédons aujourd'hui.

Mais, après tout, le phénomène est-il, en

réalité, si nouveau que cela? Non, il n'est pas nouveau; il est connu des hommes depuis qu'il y a des hommes, parce que ce phénomène n'est pas autre chose que la lumière. Le mécanisme par lequel les ondes émanées des objets lumineux parviennent jusqu'à nos yeux ne diffère pas de celui par lequel se transmettent, à travers les airs, les signaux de la télégraphie hertziennne. (*Applaudissements.*)



A quoi est due la lumière? La lumière est due à des courants électriques alternatifs qui se produisent dans les corps transparents, dans l'air ou même dans le vide. C'est ce que



Le poste de télégraphie sans fil au sommet de la Tour Eiffel (à droite, on distingue l'antenne).

nous a appris Maxwell. Ce sont des courants tout pareils qui agissent dans la télégraphie hertziennne. Nous ne devrions donc pas plus nous étonner du phénomène nouveau, que nous ne nous étonnons de la lumière.

Oui. Seulement, je prévois un certain nombre d'objections.

— Et, d'abord, me direz-vous, si les signaux de la télégraphie sans fil sont de la lumière, comment se fait-il que nous ne les voyons pas directement avec nos yeux?

Pour expliquer cela, je suis obligé à une petite digression. Tout le monde sait que la lumière peut être de différentes couleurs;

seulement, il faut que je vous explique à quoi tiennent les différences de couleur. La lumière, je vous l'ai dit, est produite par des courants alternatifs; mais l'alternance de ces courants, ce qu'on appelle la fréquence ou l'alternance, peut être plus ou moins rapide. Prenons, par exemple, un courant ordinaire, le courant que les secteurs fournissent à leurs abonnés: nous aurons quarante-deux alternances par seconde, je veux dire quarante-deux voyages aller et quarante-deux voyages retour. En télégraphie sans fil, on va beaucoup plus loin, on n'a plus quarante-deux alternances, mais environ un million par seconde; dans la lumière ordinaire, l'alternance est en-

core cinq cents millions de fois plus rapide.

Maintenant, pour ne pas sortir de la lumière ordinaire, l'alternance est plus rapide pour le jaune que pour le rouge, pour le vert que pour le jaune, plus rapide encore pour le bleu, et plus rapide pour le violet que pour le bleu. C'est tout simplement cela qui produit la différence des couleurs.

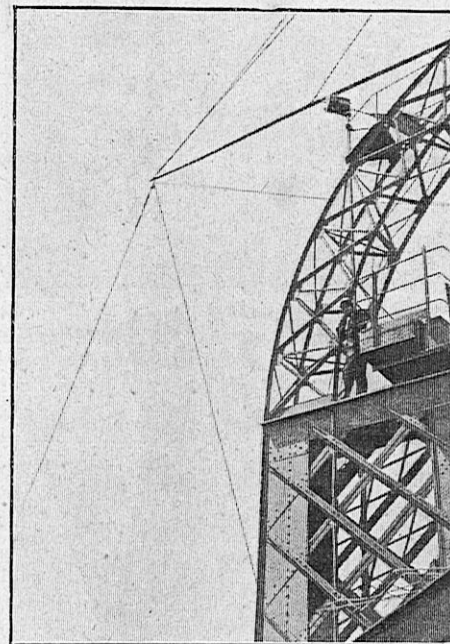
Il y a là quelque chose d'analogue à ce qui se passe pour le son. Le son aussi est produit par des oscillations, mais avec cette différence, qui est très importante, c'est que, cette fois-ci, ce n'est plus l'électricité qui exécute des voyages d'aller et retour, c'est la matière elle-même, ce sont les molécules de

l'air. Ainsi, pour le son, ce sont les molécules de l'air qui voyagent, tandis que, pour les ondes hertziennes, c'est l'électricité.

Le nombre des alternances pour le son est beaucoup plus faible, il est de 870 pour le *la* du diapason, de 500 pour l'*ut* qui est en dessous, 1,000 à peu près pour l'*ut* qui est en dessus, et, en général, quand nous avons deux sons séparés par un intervalle d'une octave, nous avons deux fois plus d'alternances pour le son aigu que pour le son grave; par conséquent, la cause qui explique la différence des notes de la gamme, en acoustique, explique, par une cause analogue, la différence des couleurs à notre œil. Alors, il faudra dire qu'il y a une octave du rouge au violet, et nous aurions vingt-neuf octaves depuis le rouge jusqu'aux signaux hertziens, seize octaves depuis les signaux hertziens jusqu'au courant industriel. (*Vifs applaudissements.*)



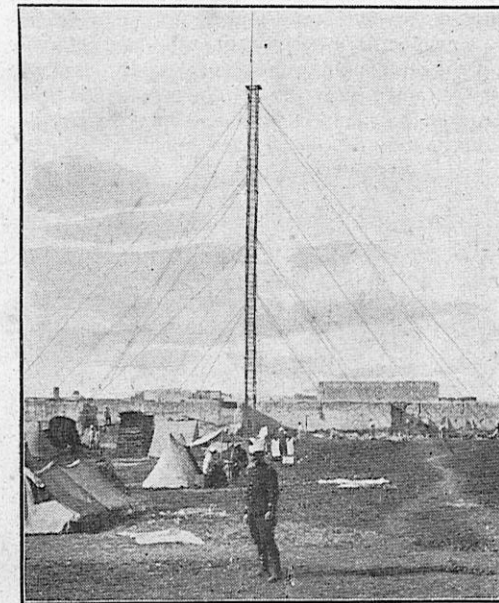
Ces explications ont été un peu longues, et, maintenant, je suis en mesure de répondre à l'objection que je formulais tout



Antenne du poste de la Tour Eiffel.

à l'heure. Si les signaux hertziens sont de la lumière, pourquoi ne les voyons-nous pas? Tout simplement parce qu'il y a des couleurs

que nos yeux ne peuvent pas voir, de même qu'il y a des sons que nos oreilles ne peuvent pas entendre, parce que ces sons sont



Poste militaire au Maroc.

ou trop aigus ou trop graves, et que nos oreilles ne sont pas conformées pour les entendre. De même, nos yeux sont conformés de façon à ne voir que les couleurs d'une seule octave. Nous ne voyons pas les ondes hertziennes, parce qu'elles sont en dehors de cette octave.

Deuxième objection. Vous allez me dire:

— Mais, la lumière se propageant en ligne droite, le moindre obstacle, par conséquent, suffit pour l'arrêter; au contraire, nous voyons les signaux hertziens sauter par-dessus les Alpes, par-dessus les Pyrénées elles-mêmes, et n'être pas arrêtés par la rotondité du globe terrestre.

Si les signaux hertziens sont de la lumière, ils devraient être arrêtés comme la lumière par les obstacles. Si haute que soit la Tour Eiffel, on n'en voit pas le sommet du Maroc! La rotondité de la Terre s'y oppose. Par conséquent, les signaux hertziens devraient être arrêtés par cette rotondité qui constitue un obstacle énorme.

Comment se fait-il que nous puissions envoyer des signaux depuis la Tour Eiffel jusqu'au Maroc? Voici l'explication:

La lumière ne se propage pas rigoureusement en ligne droite, elle se propage seule-

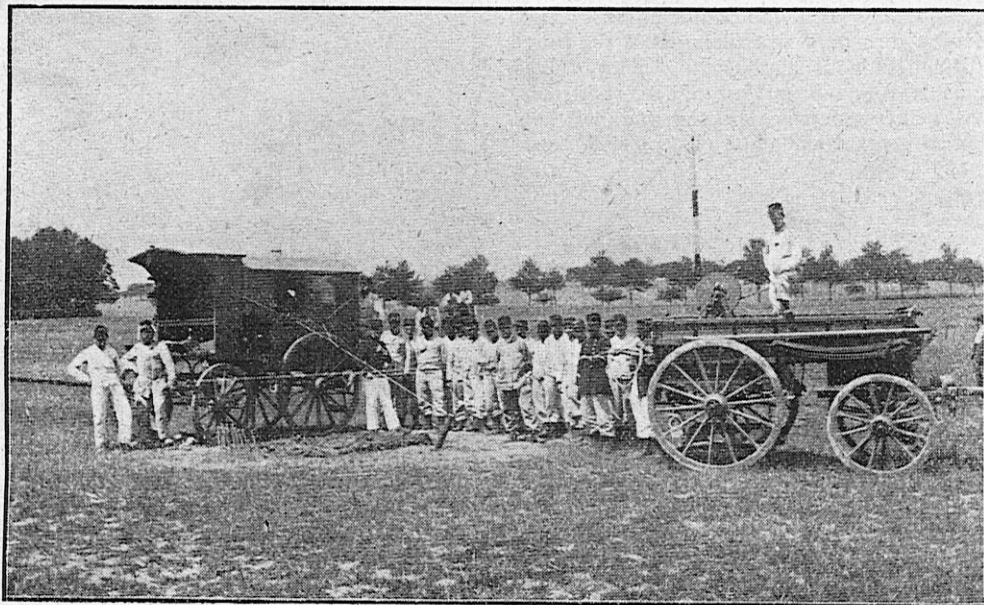
ment à peu près en ligne droite, elle peut contourner de petits obstacles. Ainsi, vous savez qu'à l'aide d'un prisme, on peut obtenir un spectre brillamment coloré. Mais il y a une autre manière d'obtenir un spectre brillamment coloré. Supposez que vous traciez tout simplement, sur une plaque de verre, des traits fins, très régulièrement espacés; en recevant la lumière sur cette plaque, vous aurez de même des spectres colorés; c'est ce qu'on appelle un réseau; et chacun de ces traits constitue, pour la lumière, un petit obstacle. C'est en contournant cet obsta-

blement nets. Seulement, vous allez me trouver bien outreucidant de comparer mes cils aux Alpes, aux Pyrénées, ou à la majestueuse rotondité du globe terrestre. Mais, faites attention, tout est relatif! (*Rires. Applaudissements.*)

On dit :

— Petits obstacles.

Qu'est-ce que cela veut dire? C'est relatif! Pour un géant qui serait 500 millions de fois plus grand que nous, une chaîne de montagnes ne serait qu'un obstacle insignifiant, qui se comporterait tout à fait comme les



Poste militaire de télégraphie sans fil en campagne.

clé que la lumière est déviée de manière à réaliser de très brillantes couleurs. Je vous dirai qu'on peut répéter l'expérience sans appareil. Il suffit de considérer un objet suffisamment lumineux et suffisamment petit, par exemple une fenêtre éclairée, qui renvoie, qui réfléchit la lumière du soleil, et qui est suffisamment éloignée. Si vous regardez cette fenêtre en clignant des yeux, de manière à la voir à travers vos cils, vous verrez, de chaque côté, des spectres brillamment colorés, parce que vos cils auront joué le rôle des traits du réseau. Ce sont de petits obstacles, et la lumière, en contournant ces petits obstacles, aura produit les couleurs. Pour mon compte, dans ces conditions, je vois très bien, à droite et à gauche, cinq spectres par-

cils ou les traits du réseau. Il y a une condition : c'est que tout soit proportionné, et toutes nos longueurs sembleront, à notre géant, 500 millions de fois plus petites : 500 kilomètres lui feront l'effet d'un millimètre. Mais, alors, le temps que la lumière met à faire 500 kilomètres fera, pour lui, le même effet que, pour nous, le temps que met la lumière à parcourir un millimètre : en d'autres termes, si les longueurs lui paraissent 500 millions de fois plus petites, les durées lui paraîtront aussi 500 millions de fois plus courtes. Alors, si nous considérons les ondes hertziennes, la durée d'un de ces voyages aller et retour, dont je vous parlais tout à l'heure, sera 500 millions de fois plus longue que pour la lumière; les ondes hertziennes seront donc,

pour notre géant, ce qu'est, pour nous, la lumière ordinaire, et, alors, elles contourneront les chaînes de montagnes, obstacles insignifiants pour notre géant, avec la même facilité que la lumière visible contourne les obstacles, qui sont insignifiants pour nous. (*Vifs applaudissements.*)



Je n'en ai pas fini avec les objections. Il y en a une troisième, il y en a beaucoup d'autres; mais nous nous contenterons de trois. J'ai parlé de courants alternatifs qui se produisent dans l'air; mais l'air n'est pas bon conducteur, tout le monde sait qu'il ne conduit pas bien l'électricité, qu'il ne peut pas y avoir de courant dans l'air. Il faut s'expliquer.

Non, l'électricité ne peut pas traverser l'air; par conséquent, il ne peut pas y avoir dans l'air de courant continu. Et, cependant, des courants peuvent y naître, pourvu qu'ils ne marchent pas trop longtemps de suite dans le même sens.

Permettez-moi une comparaison. Supposez une chèvre attachée par une corde à un piquet, dans un pâturage; cette chèvre ne pourra pas voir beaucoup de pays, mais elle pourra se donner beaucoup de mouvement. L'électricité, dans l'air, est tout à fait dans la situation de cette chèvre.

Voilà les objections. Je suppose que vous avez compris la réponse que j'y ai faite, et que je les considère comme écartées. (*Vifs applaudissements.*)



Nous allons voir, maintenant, comment on peut produire les signaux. Voici l'appareil qui sert à produire les signaux. Nous avons une bobine de Ruhmkorff; les deux bornes de cette bobine sont mises en communication avec ces deux cylindres, entre lesquels l'étincelle va éclater. D'un côté, le circuit est prolongé par cette petite spirale que vous voyez là, et, de l'autre, est mis en communication avec l'autre pôle.

Vous voyez l'étincelle entre les deux cylindres et vous entendez le bruit sec de l'étincelle. Ces étincelles sont de très courte durée.

Je dois, d'abord, vous expliquer comment on peut se servir de cette étincelle pour produire des signaux. Vous savez que les télégraphistes se servent d'un alphabet particulier, qu'on appelle alphabet Morse, où chaque lettre est représentée par une série de points et de traits. Ils y sont tellement habitués qu'ils peuvent très bien, à l'audition, comprendre un télégramme, rien qu'en en-

tendant le bruit du manipulateur ou du récepteur.

Eh bien! on peut produire ces signaux à l'aide d'étincelles. Si le contact dure très peu de temps, nous avons un point; s'il dure plus longtemps, nous avons un trait. Un trait ne représente pas une étincelle de très longue durée. Nous avons ce petit appareil qui tourne et produit des interruptions péri-

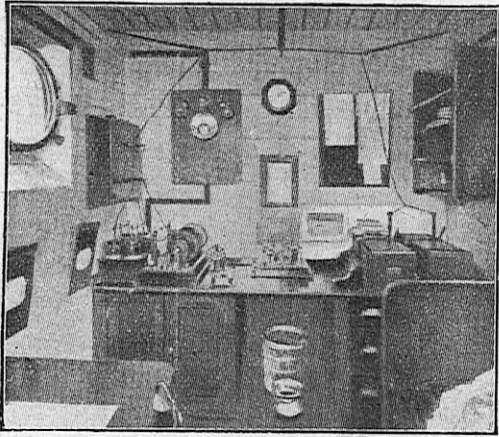


Chèvre attachée à un piquet.

diques en assez grand nombre par seconde. Lorsque nous voulons produire un trait Morse, nous faisons durer le contact un certain temps, et voici ce qui se passe : au moment de la première interruption, nous avons une étincelle qui dure un temps très court, un cent millième de seconde; nous avons, ensuite, un silence prolongé, puis, à l'interruption suivante, une nouvelle étincelle, et ainsi de suite, ce qui produit un trait Morse qui dure un quart de seconde; ce n'est pas une étincelle qui dure un quart de seconde, c'est une série d'étincelles, chacune de très courte durée, se succédant, et séparées par des silences relativement longs.

Pour que l'appareil soit complet, il faudrait mettre, soit directement, soit indirectement, en connexion avec cet appareil, une antenne. Une antenne se compose, ordinairement, d'un fil métallique, tendu verticalement tout le long

d'un mât de cinquante mètres de hauteur. J'ai renoncé à établir ici cette installation, parce que j'ai craint que M^{me} Brisson ne la trouvât un peu encombrante (*Rires.*); mais nous avons une antenne réduite. Vous voyez que le fil, au lieu d'être tendu verticalement le long d'un mât, est enroulé autour d'une colonne. De distance en distance, on a intercalé des lampes pour que vous vous rendiez compte de l'intensité du courant. Nous avons peut-être deux cents mètres de fil; seulement, comme un fil enroulé comme cela n'est pas l'équi-



Chambre de télégraphie sans fil à bord du *Republic*.

valent d'un fil étendu verticalement, ceci équivaut, au point de vue des alternances, à une antenne de cent mètres de haut.



Nous allons voir, maintenant, comment se répartit le courant. Pour cela, nous allons recommencer l'émission des signaux. Vous voyez que ces lampes brillent inégalement : celle d'en bas brille beaucoup plus, la seconde brille déjà moins, la troisième moins encore, et celle du haut ne s'allume pas. Cela tient à ce que l'intensité du courant décroît depuis la base de l'antenne jusqu'au sommet, et nous pouvons tirer des étincelles tout le long de l'antenne. (*Applaudissements.*)

Nous n'avons pas une véritable antenne, une antenne de cinquante mètres; mais cela ne fait rien, parce que nous n'avons pas besoin d'envoyer des signaux au Maroc: il suffit de les envoyer d'un bout de la salle à l'autre. (*Rires.*)

Il faut que je vous explique à quoi sert l'antenne. Elle sert, en particulier, à contourner les obstacles. Plus l'antenne est haute,

plus il est facile de contourner les obstacles, et vous allez comprendre pourquoi. Le courant part, je suppose, du bas de l'antenne et va jusqu'au sommet; il revient, puis, quand il est en bas, il remonte, et ainsi de suite. Nous avons donc une série de voyages aller et retour; plus l'antenne est haute, plus les voyages sont longs. Par conséquent, l'onde se trouve à la taille du géant dont je parlais tout à l'heure, et pour lequel les longues durées équivalent à ce que sont, pour nous, de courtes durées. Par conséquent, plus l'antenne sera longue, plus ces voyages seront longs, plus nous serons de la taille du géant, et, par conséquent, mieux nous contournerons les obstacles qui sont, eux-mêmes, négligeables aux yeux du géant dont nous parlions à l'instant.



Maintenant, nous avons envoyé des signaux; il s'agit de les recevoir. Nous avons le poste transmetteur, muni d'une antenne, comme je vous le disais tout à l'heure. Notre correspondant aura aussi une antenne réceptrice, destinée à recevoir les signaux. Seulement, l'énergie transmise s'affaiblit très rapidement parce qu'elle se disperse dans toutes les directions. Nous ne pouvons pas songer à la concentrer dans une direction unique, par le moyen d'une lentille ou d'un miroir, comme on fait pour la lumière, parce que, rappelez-vous bien, tout doit être proportionné, et alors il nous faudrait — toujours la même proportion — des lentilles 500 millions de fois plus grandes que les nôtres, et on n'en trouve pas chez les opticiens! Mais, si nous gaspillons notre énergie dans toutes les directions, qu'est-ce qui va rester quand on sera à 1,000 ou 10,000 kilomètres! Hélas! bien peu de chose, à peine l'énergie nécessaire pour soulever un milligramme, à un dixième de millimètre de hauteur. C'est là un travail bien minime, et que le premier microbe venu pourrait exécuter sans fatigue. Et c'est, pourtant, ce qu'il nous faut mettre en évidence. Il est vrai que ce travail si faible est dépensé en un cent millième de seconde, de sorte qu'il correspond encore à une puissance raisonnable quoique de très courte durée. Néanmoins, on n'aurait pu arriver au but, si Branly, et après lui d'autres savants, n'avaient imaginé des appareils d'une incroyable délicatesse. Voici un de ces appareils : c'est ce qu'on appelle le cohéreur. Il se compose tout simplement d'un petit tube, et, dans ce petit tube, se trouve de la limaille de fer. Que se passe-t-il alors? Dans l'état ordinaire, la résistance est très grande.

Je dois vous dire qu'il faut mettre les deux extrémités du tube en communication, d'une part avec l'antenne réceptrice, avec le circuit de l'antenne réceptrice, et, d'autre part, avec les deux pôles d'une pile qui peut faire manœuvrer un appareil télégraphique ordinaire.

Dans l'état ordinaire, la résistance est trop grande, de sorte que le courant de la pile ne peut pas passer. Quand les ondes hertziennes agissent, qu'arrive-t-il? Il arrive que, sous l'influence des ondes hertziennes, les grains de limaille se collent les uns contre les autres; alors, le courant passe. Quand les ondes ont cessé d'agir, les grains restent collés, de sorte que l'effet survit à la cause; cette cause qui est d'une puissance raisonnable, comme je vous le disais tout à l'heure, mais très éphémère, cette cause agit pendant un temps très court, mais son effet se prolonge après que la cause a disparu, parce que les grains restent collés. Alors, le courant de la pile peut durer assez longtemps pour faire marcher un appareil télégraphique ordinaire. Puis, quand on veut remettre les choses en état, décoller les grains de limaille, on n'a qu'à donner un petit choc. On a un appareil pour donner un petit choc sur le cohéreur, pour ramener le cohéreur à son état primitif. Ceci, c'est l'appareil de Branly.

Nous avons un appareil plus délicat encore, qu'on appelle le détecteur électrolytique. Celui-ci sert pour les grandes distances, et alors, au lieu de limaille, nous avons, dans le tube, un liquide, avec deux petits fils qui pénètrent dans ce liquide. Ici, le courant de la pile serait trop faible pour actionner un appareil télégraphique ordinaire; mais on peut le faire agir sur un téléphone parce que l'oreille humaine est un instrument d'une sensibilité exquise et qu'on ne saurait jamais trop admirer; par conséquent, elle nous décelez des courants beaucoup trop faibles pour actionner des appareils lourds : les appareils de la télégraphie ordinaire. (*Applaudissements.*)



En résumé, nous avons donc deux postes : l'un qui transmet les signaux, le poste d'émission, et l'autre qui les reçoit, le poste récepteur. Chacun d'eux comporte une antenne. Au poste d'émission, nous avons une antenne qui est reliée, soit directement, soit indirectement, au circuit où éclate l'étincelle; le circuit est relié, d'une part à l'antenne, d'autre part au sol. Au poste de réception, notre antenne est reliée soit au détecteur électrolytique, soit au détecteur de Branly, ou cohéreur.

Il s'agit d'expliquer ce qui se passe, comment les signaux peuvent se transmettre. Je vous rappelle une chose : quand deux conducteurs sont placés l'un près de l'autre, et qu'on fait naître un courant alternatif dans l'un d'eux, il se produit, par sympathie pour ainsi dire, un courant secondaire dans le second conducteur voisin. C'est ce qu'on appelle le phénomène de l'induction. Je vous ai



M. le commandant Ferric.

dit, tout à l'heure, que, pour les courants d'une fréquence suffisante, l'air se comporte comme un véritable conducteur, comme un conducteur d'une nature particulière. Nous avons un courant alternatif dans l'antenne d'émission, nous avons l'air qui est à côté de cette antenne, qui constitue comme un conducteur voisin de l'antenne. Dans ce conducteur, par induction, va naître un courant secondaire; ce courant, à son tour, va agir vers les couches d'air qui sont un peu plus loin par le même mécanisme, et nous avons un courant un peu plus loin, et ainsi de suite. Les ondes iront constamment en se propageant, jusqu'à ce que, finalement, elles attei-

gnent les couches d'air qui sont voisines de l'antenne réceptrice. Dans ces couches d'air, nous allons avoir un courant alternatif, qui, par induction, fera naître un courant alternatif dans l'antenne de réception elle-même.



Si vous le voulez, nous allons, maintenant, transmettre des signaux. Nous allons avoir le poste d'émission au fond de la salle; le poste de réception sera ici : le voici. Il était resté couvert jusqu'ici, parce que les étincelles de cet appareil éclateraient trop près et pourraient abîmer l'appareil. On vient de le découvrir, on l'a mis en communication avec ce fil qui joue le rôle d'antenne; le fil

téléphone. On place alors tout simplement le téléphone aux oreilles, et on entend des sons, à peu près ce que vous entendiez du fond de la salle ici.

Voilà donc en quoi consiste la réception des signaux.

Les avantages de la télégraphie sans fil, comme aussi ses inconvénients, sont évidents à première vue. Les signaux que nous envoyons s'en vont dans tous les sens; nous n'avons donc pas besoin de savoir où est notre correspondant. Il sera très facile de correspondre avec un poste mobile, par exemple avec un navire en mer. Autrefois, quand on s'embarquait et qu'on avait perdu le port de vue, on était séparé du monde. Jusqu'à

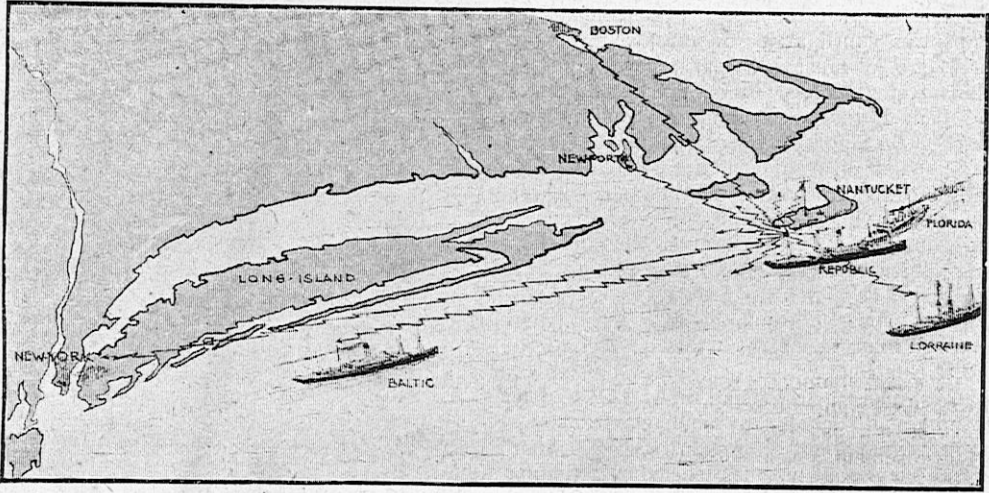


Schéma de la collision des paquebots Republic et Florida montrant la situation des postes de télégraphie sans fil qui perçurent les ondes hertziennes.

est accroché là-haut, il ne s'en va pas dehors, par conséquent, il n'y a pas de trucage. (Rires.)

Voilà l'appareil qui se déroule, on envoie des signaux. Nous avons ici le cohéreur de Branly, que je vous montrais tout à l'heure, et, ici, nous avons un petit marteau qui vient frapper, après chaque émission, le tube de façon à décoller les grains de limaille. Voici un appareil beaucoup plus sensible pour les grandes distances. Nous avons ici le second cohéreur dont je vous parlais, le détecteur électrolytique, qui est beaucoup plus sensible, qui sert pour les grandes distances. Cet appareil est dû au commandant Ferrié, qui a ainsi fait faire à la télégraphie sans fil un progrès considérable.

Voici un poste de réception muni d'un

la fin de la traversée, on ne pouvait ni recevoir ni envoyer de nouvelles, et cela même n'était pas sans agrément. (Rires.) On prenait la mer absolument dégoûté de la presse quotidienne, et on se disait :

— Ah! enfin, pendant huit jours, je n'entendrai plus parler de Mme Steinheil!

Et, quand on débarquait, on retrouvait les journaux avec plaisir. (Rires.)

Aujourd'hui, hélas! au milieu même de l'Atlantique, on tremble à tout moment d'apprendre la chute du ministère! (Rires.)

C'est donc la marine surtout qui a bénéficié de l'invention nouvelle; mais c'est aussi l'armée. On comprend combien elle doit être précieuse en campagne, quand les fils ordinaires sont coupés et qu'il faudrait du temps pour en installer de nouveaux. Nous ne de-

vous donc pas nous étonner de voir au premier rang de ceux qui s'occupent de ces questions quelques-uns des officiers les plus distingués de nos armées de terre et de mer. Heureusement, il n'est pas rare de trouver, chez les mêmes hommes, l'intelligence du savant réunie au courage du soldat. Cela est fréquent dans toutes les armées, mais plus fréquent encore dans l'armée française! (Applaudissements.)

Permettez-moi de vous citer particulièrement deux noms : celui de M. le lieutenant de vaisseau Tissot, dont les expériences nous ont appris beaucoup de choses intéressantes sur la nature des ondes hertziennes, et celui de M. le commandant Ferrié, dont je viens déjà de vous parler, qui a fait des travaux scientifiques remarquables, et qui vient de passer six mois au Maroc. C'est grâce à lui que, pendant toute la durée de cette pénible campagne, nos troupes de Casablanca ont pu rester en communications constantes avec la mère patrie. (Applaudissements.)

Tout à l'heure, je vous projeterai un certain nombre de postes qu'il avait fait établir au Maroc.

Sur mer, l'utilité de la télégraphie sans fil n'est pas moindre, et on a pu, récemment, s'en rendre compte. Le paquebot le Republic approchait des côtes d'Amérique, quand il est entré en collision avec un bateau italien. Le bâtiment sombrait rapidement, malgré les efforts de l'équipage. Heureusement, le télégraphiste n'a pas perdu la tête; il est resté courageusement à son poste; ses signaux désespérés ont volé dans toutes les directions à l'adresse du sauveteur inconnu. De tous les points de l'horizon, les secours ont afflué. Ils sont arrivés à temps pour sauver les malheureux passagers. (Applaudissements.)



Nous avons suffisamment fait l'éloge de la télégraphie sans fil; il est temps de parler de ses inconvénients et des efforts que l'on fait pour y remédier.

Chaque poste se fait entendre à des milliers de kilomètres, dans toutes les directions. Que va-t-il arriver quand les postes se seront multipliés. Oh! mon Dieu, c'est bien simple, ce sera comme si, dans cette salle, nous nous mettions à parler haut tous à la fois. Il en résultera, probablement, quelque confusion, et un pareil milieu serait peu propice aux confidences un peu délicates. Le palais de la Bourse ne donnerait qu'une image incomplète de ce que sera, dans peu de temps, le monde de la télégraphie sans fil.

Ainsi donc, deux difficultés : préserver le secret de la correspondance, et empêcher la confusion des signaux.

Pour le premier point, on peut écrire en chiffres. Pour le second, il faut chercher un autre remède. On n'a trouvé, jusqu'à présent, que des atténuations. Une de ces atténuations est ce qu'on appelle la syntonie. C'est ce que je vais vous expliquer.

Supposons un diapason qui donne une cer-

LETTRES	
a	— — — —
ä	— — — — —
à ou â	— — — — — —
b	— — — — —
c	— — — — —
ch	— — — — —
d	— — — — —
e	— — — — —
é	— — — — —
f	— — — — —
g	— — — — —
h	— — — — —
i	— — — — —
j	— — — — —
k	— — — — —
l	— — — — —
m	— — — — —
n	— — — — —
ñ	— — — — —
o	— — — — —
ö	— — — — —
p	— — — — —
q	— — — — —
r	— — — — —
s	— — — — —
t	— — — — —
th	— — — — —
ü	— — — — —
v	— — — — —
w	— — — — —
x	— — — — —
y	— — — — —
z	— — — — —

CHIFFRES	
1	— — — — —
2	— — — — —
3	— — — — —
4	— — — — —
5	— — — — —
6	— — — — —
7	— — — — —
8	— — — — —
9	— — — — —
0	— — — — —

Barre de fraction — — — — —

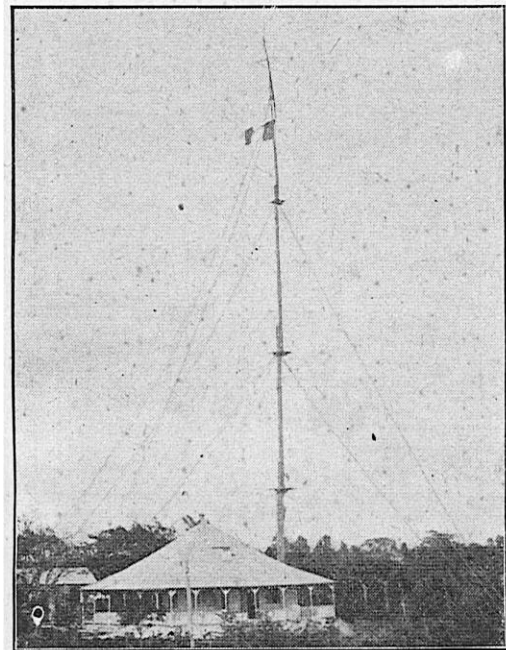
SIGNAUX DE PONCTUATION ET AUTRES

Point	(.)	— — — — —
Point-et-virgule	(;)	— — — — —
Virgule	(,)	— — — — —
Deux-points	(:)	— — — — —
Point d'interrogation ou demande de répétition d'une transmission non comprise	(?)	— — — — —
Point d'exclamation	(!)	— — — — —
Apostrophe	(')	— — — — —

Signaux de l'alphabet Morse.

taine note, par exemple le la naturel. Si nous produisons un son dans le voisinage, si ce son n'est pas un la, si, même, c'est un la bémol ou un la dièse, notre diapason ne bronchera pas; si, au contraire, le son que nous émettons est un la naturel, notre diapason va se mettre à vibrer par sympathie : c'est ce qu'on appelle la résonance. Ainsi, le diapason se comporte comme un détecteur pour le son; mais c'est un détecteur qui n'est sensible qu'à une seule note. Pour les ondes hertziennes, il se passe un phénomène tout

à fait analogue. Chaque antenne donne toujours des vibrations de même fréquence et le même nombre de voyages aller et retour; elle donne de la lumière invisible toujours de la même couleur, de même que le diapason donne toujours la même note. Si deux antennes sont accordées, si elles sont à l'unisson, c'est-à-dire si la fréquence est la même pour l'une et pour l'autre, chacune d'elles recevra les signaux de l'autre beaucoup mieux qu'elle ne recevrait ceux d'une troisième antenne qui serait désaccordée, dont la fré-



Poste de la Guadeloupe.

appareils à l'unisson. Dans ce moment-ci, nous ne sommes pas à l'unisson, vous ne voyez rien. On change la note, nous approchons de l'unisson, la lampe commence à s'allumer; nous voici à l'unisson, la lampe brille. Si nous faisons cesser l'unisson, la lampe s'éteint. (*Applaudissements.*)

Vous voyez donc qu'il est possible d'avoir des appareils de réception qui ne répondent qu'à un appareil d'émission qui est à l'unisson. A ce compte, on ne sera entendu qu'avec les correspondants qui seront accordés, on ne troublera pas les voisins à qui on n'a rien à dire, et on pourrait même, semble-t-il, se risquer à dire des secrets.

N'allons pas trop vite: la syntonie est encore bien imparfaite, la résonance électrique est beaucoup moins nette que la résonance acoustique; nos antennes ont l'oreille beaucoup moins musicienne que nos diapasons. Non seulement ils ne distingueront, ils ne discernent pas les demi-tons, mais ils apprécieront même mal une tierce! Ainsi, laissez-moi vous raconter une anecdote. Il y a quelques années, la flotte allemande revenait de Chine et passait près d'Ouessant; elle était munie d'appareils de syntonie très perfectionnés, dus au génie d'un savant allemand très renommé. Les postes d'Ouessant entendirent très bien le signal envoyé, du navire amiral, à un bâtiment de l'escadre, et aussi la réponse de ce bâtiment.

— Répétez, pas compris.

Ainsi, ceux qui n'auraient rien dû entendre, parce qu'ils étaient désaccordés, avaient mieux compris que le bâtiment qui était accordé et qui demandait, pourtant, qu'on répêât. (*Rires.*)

D'où vient cette différence entre la résonance électrique et la résonance acoustique? Pourquoi est-elle bien meilleure en acoustique qu'en électricité? Voici pourquoi: c'est que les vibrations électriques vont en s'affaiblissant rapidement, et, au bout de dix vibrations, elles sont à peu près totalement éteintes. Si je fais balancer ce petit pendule que vous voyez, au bout de très peu de temps les vibrations s'éteignent. Les vibrations électriques se comportent de même, tandis que les vibrations acoustiques continuent longtemps sans décroître d'intensité. C'est pour cela que la résonance est moins bonne maintenant, pour l'électricité.

Vous n'apercevez peut-être pas très bien la conséquence. Je ne voudrais pas vous faire le petit calcul qui pourrait servir à la justifier, bien que ce calcul soit tout à fait élémentaire et puisse être compris des élèves de première année de l'École Polytechnique.

Dans tous les cas, admettons le résultat: c'est parce que les vibrations s'éteignent trop rapidement que nous ne pouvons obtenir une bonne résonance. Le problème, c'est d'avoir des vibrations électriques entretenues, vibrations électriques qui ne s'affaiblissent pas, et de les entretenir pendant un certain temps.

On y est arrivé. Nous avons ici un appareil: c'est un arc électrique disposé d'une certaine manière. Cet arc est enfermé. La lumière en serait trop vive, enfermé dans une boîte; mais, à travers les fentes, vous pouvez vous rendre compte qu'il y a un arc allumé dans la boîte.

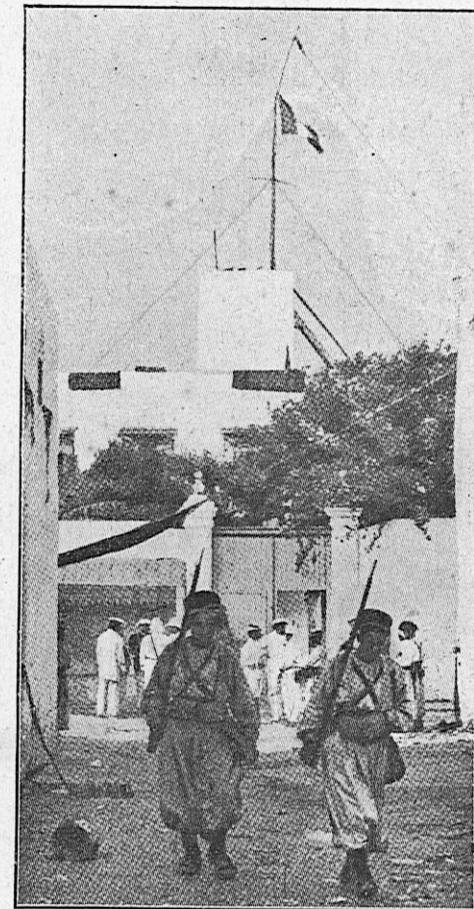
Vous venez d'entendre un son; voici l'origine de ce son: nous avons, dans l'appareil, des vibrations électriques, des oscillations électriques, et nous avons aussi des oscillations acoustiques. Il ne faut pas confondre ces deux phénomènes. Les oscillations acoustiques sont un effet secondaire des oscillations électriques, parce que ces courants alternatifs chauffent périodiquement l'air, ce qui le fait vibrer. Seulement, il n'en est pas moins vrai que ces oscillations acoustiques, que vous pouvez entendre, nous prouvent l'existence des vibrations électriques qui leur ont donné naissance, et même que la fréquence des unes peut vous donner une idée de la fréquence des autres.

Vous voyez que nous n'avons plus, comme tout à l'heure, un bruit sec correspondant à des étincelles de très courte durée; nous avons un bruit continu et nous avons un son musical qui correspond à des vibrations régulières se prolongeant pendant un certain temps. En appuyant sur certaines touches, je puis faire varier la fréquence des oscillations électriques; on peut varier, en même temps, la note émise.

Ainsi, au lieu d'une étincelle brillante, mais éphémère, nous avons un arc persistant, et les vibrations électriques sont constamment entretenues, de sorte que nous avons quelque chose d'analogue au *desideratum* que je formulais tout à l'heure, qui va nous permettre d'obtenir une syntonie meilleure.

Maintenant, l'arc chantant que nous venons de voir ne pourrait servir en télégraphie sans fil. En effet, la fréquence est beaucoup trop faible: elle est à peine de quelques centaines d'alternances par seconde, tandis qu'il nous en faudrait à peu près mille fois plus. L'installation d'un arc à fréquences rapides aurait présenté certaines difficultés, et, d'ailleurs, le son correspondant aurait été trop aigu, et vous n'auriez rien entendu, parce que, de même que nos yeux ne peuvent pas voir toutes les couleurs, nos oreilles ne peuvent entendre

ni les sons trop graves, ni les sons trop aigus; vous auriez vu un arc, vous auriez vu une lumière, mais vous n'auriez rien entendu, vous n'auriez pas vu en quoi cet arc différait des arcs d'éclairage ordinaires. Qu'il me suffise de vous dire qu'on a pu réaliser des arcs analogues à celui-ci, mais donnant une fréquence convenable pour la télégraphie

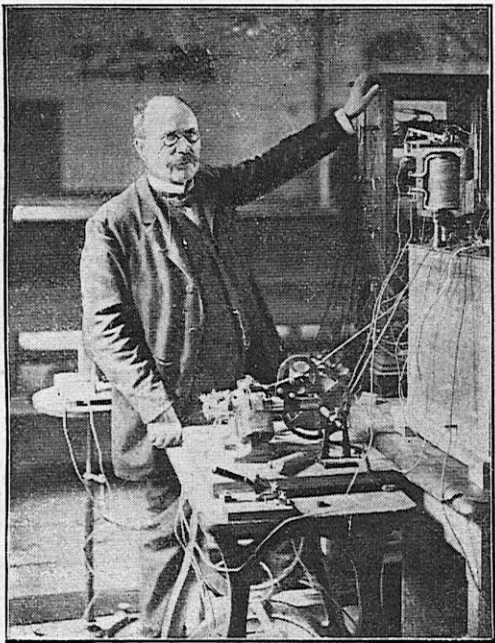


L'antenne de télégraphie sans fil surajoutée au bât de pavillon du consulat de France à Casablanca.

hertzienne. Il y a eu quelques difficultés, par exemple. On prend, ordinairement, une électrode creuse, et on la refroidit par un courant d'eau; l'une des deux électrodes doit rester froide. Ceci, ce sont des détails; l'essentiel est de savoir qu'en somme, la difficulté a été vaincue, et il est probable que les conséquences de cette nouvelle découverte ne tarderont pas à se faire sentir, et qu'on obtiendra alors une syntonie plus parfaite, et qu'on

pourra converser sans troubler les voisins.

Mais ce n'est pas tout. Il y a, là aussi, la source d'une autre découverte, la solution d'un autre problème: celui de la téléphonie sans fil. La téléphonie sans fil sortira bientôt de la période des essais. Ainsi je vous ai dit, tout à l'heure, qu'à grandes distances on se servait du téléphone; mais ce qu'on entend n'est pas la parole, ce qu'on entend, ce sont les signaux de l'alphabet Morse, ce sont des bruits secs comme ceux que vous entendiez tout à l'heure quand on faisait l'émission à l'autre bout de la salle. Bientôt, ce ne seront plus les signaux de l'al-



M. Branly et ses appareils de télégraphie sans fil.

phabet Morse qu'on entendra, ce sera la parole elle-même, ce sera la téléphonie sans fil, et j'ai tort de parler au futur parce que, maintenant, les expériences sont assez avancées et ont déjà donné de très bons résultats. (*Longs applaudissements.*)

Il y a un autre problème qui est sur le point d'être résolu: le problème de la télégraphie dirigée. Je vous ai dit qu'on envoyait des signaux dans toutes les directions. On a un moyen d'envoyer des signaux dans une direction désignée. Au lieu d'une antenne, supposons que nous ayons deux antennes, que je représente par ces deux objets que vous

voyez. Alors, que va-t-il se passer? Je suppose que je veuille envoyer des signaux dans cette direction, très loin. Si je m'éloigne très loin dans cette direction, je serai toujours à égale distance des deux antennes; si, au contraire, je m'éloigne très loin par ici, je serai plus près de l'une des antennes que de l'autre, de sorte que les signaux les plus éloignés vont m'arriver avec un certain retard. Que va-t-il se passer? Quand celle-ci sera au voyage de retour, l'autre, étant en retard, paraîtra être au voyage d'aller; un peu après, celle-ci sera au voyage de retour, et l'autre au voyage d'aller, de sorte que les effets se contrarieront constamment. Dans ce sens, on ne recevra rien; dans l'autre, au contraire, on recevra très bien. C'est là le système que Tosi et Bellini ont mis en essai, qui n'est pas encore entré dans la pratique courante, mais qui a donné, dans les essais, des résultats satisfaisants. (*Vifs applaudissements.*)



Vous voyez, mesdemoiselles, par cet exposé, les résultats déjà obtenus, et quels sont les résultats que l'on peut espérer à bref délai. Pour le moment déjà, les résultats sont merveilleux, puisque nous allons à des distances qu'on n'aurait jamais espéré franchir. Le principal progrès qui reste à accomplir est justement d'empêcher la confusion des signaux par le moyen de la syntonie. Cette syntonie est sur le point d'être réalisée. La direction des ondes restera, il faut bien le dire, encore longtemps très imparfaite; mais on peut espérer que, pour la syntonie, le petit instrument de musique que vous avez admiré tout à l'heure, l'arc chantant, nous donnera promptement la solution.

Nous sommes encore à une période d'essais; mais j'espère, dans ce court entretien, vous avoir donné cette idée que l'intelligence de l'homme ne connaîtra bientôt plus d'obstacles. Vous avez vu, en effet, que les problèmes qui auraient paru insolubles, il y a dix années à peine, sont abordés, maintenant, hardiment par nos techniciens, grâce aux découvertes théoriques de Maxwell et de Hertz, dont il faut retenir les noms.

Je ne veux pas abuser davantage de votre bienveillante attention, et je vous en remercie. (*Applaudissements prolongés. L'illustré suivant est acclamé. Les expériences, dirigées par M. Carpentier, de l'Institut, et le commandant Ferré, ont brillamment réussi.*)

HENRI POINCARÉ,
de l'Académie française.
(Conférence sténographiée.)

HISTOIRE DE LA MUSIQUE



LA MUSIQUE AU XVIII^e SIECLE

Conférence de M. AUGUSTE DORCHAIN

Avec le concours de M^{me} HENRI LAVEDAN, M. DIÉMER et MM. P. GAUBERT et PAPIN

23 janvier.

Répétée le 27 janvier.

PROGRAMME

- A) *La Timide* RAMEAU
 B) *L'Indiscrète* RAMEAU
 C) *Le Tambourin* RAMEAU
 Pièces pour Clavecin, Flûte et Viole de Gambe
 jouées par M. DIÉMER,
 M.M. P. GAUBERT et PAPIN
 A) *Mon petit cœur*, Auteur inconnu,
 harmonisé par WEBERLIN
 B) *On nous dit que dans le mariage* . . . DALAY AC (1791)
 Airs chantés par M^{me} HENRI LAVEDAN

- A) *Gavotte des heures et des zéphirs*. RAMEAU
 B) *Le Coucou* DAQUIN
 C) *Marche Turque*. MOZART

Pièces de Clavecin jouées par M. DIÉMER

- A) *Dites que faut-il faire ?* Auteur inconnu; harmonisé par M^{me} VIARDOT
 B) *Ma fille, veux-tu un bouquet ?* . . . (Chanson à danse)
 Airs chantés par M^{me} HENRI LAVEDAN



Mesdemoiselles,

La musique de chambre au XVIII^e siècle... Quelles jolies, élégantes et papillonnantes visions ces quelques mots évoquent dans mon esprit! Ce ne sont plus seulement, comme au précédent siècle, — dans des chambres basses, aux lourdes tapisseries, aux glaces carrées, aux sièges rigides à colonnes torsées, — quelques dames et quelques cavaliers jouant de la viole ou du théorbe, entre eux ou presque, et pour le seul plaisir de s'enchanter eux-mêmes. Laissons-les, maintenant, tels qu'ils nous sont apparus sur les estampes de notre Abraham Bosse ou sur les toiles des petits-maîtres de Hollande, et regardons, par exemple, dans le carton aux gravures, le *Concert*, de Saint-Aubin, ou l'*Assemblée au Concert*, de Lavreince. Quelle différence! Tandis qu'un siècle passait, la sociabilité s'est accrue, le goût de la musique s'est répandu; on ne fait plus de la musique seulement pour soi et pour quelques intimes: en des salons immenses, aux plafonds élevés, aux boiseries blanches, légères, et fouillées d'un fin ciseau, ce sont des invités en foule qui se pressent autour des virtuoses; ce sont des dilettantes avisés et passionnés qui, tout à l'heure, quand on aura épuisé le programme, prendront à nouveau parti dans la fameuse « querelle des Bouffons », c'est-à-dire pour ou contre l'opéra-bouffe, récemment venu d'Italie, à moins qu'en de courtoises disputes on ne voie se remettre aux prises les deux armées ennemies des Gluckistes et des Piccinistes. Où sommes-nous? Peut-être à l' Arsenal, chez la duchesse du Maine, dans cette « salle de musique », chef-d'œu-

vre de l'architecte Boffrand, que vous avez visitée l'année dernière, en l'une de vos promenades; peut-être simplement chez quelque financier, chez un de ces fermiers généraux qui rivalisent de faste avec les plus grands seigneurs, et dont un des luxes préférés est d'avoir à leur solde tout un corps de musique, souvent dirigé par un compositeur célèbre, chargé lui-même d'improviser, du jour au lendemain, des concertos, des sonates, des intermèdes pour la ville, ou des airs champêtres et des danses pour ces fêtes galantes, sous les grands arbres d'un parc, dont Watteau nous a laissé, immortellement, l'image idéale. (*Applaudissements.*)

Mais Watteau n'est pas un tel enchanteur sans être quelque peu un trompeur, et nous voulons des images vraies. La plus délicieuse, ce me semble, est au Louvre: c'est le joli tableau du peintre Ollivier, daté de 1763: *Un Thé à l'Anglaise chez la Princesse de Conti*, dans son salon des quatre glaces, au faubourg du Temple. Ici, l'assemblée n'est pas nombreuse, ni pressée entre des rangs de chaises, comme dans le *Concert*, de Saint-Aubin. Une quinzaine de personnes sealement, les unes debout, les autres assises à de petites tables, parmi lesquelles une femme de chambre circule avec la théière. Voici le prince de Beauvau avec M. Trudaine; le maréchal de Mirepoix, penché vers M^{lle} Bigottini; M. de Pont de Vesle, près de M. de Boufflers. A gauche, vu de dos, le maître de la maison, le prince de Conti; derrière le clavecin, debout, jouant de la guitare pour s'accompagner, le célèbre Jélyotte, de l'Opéra, dont la belle prestance et la superbe voix de