

## IL Y A VINGT-CINQ ANS

# A L'AURORE DE LA RADIOÉLECTRICITÉ

Il y a vingt-cinq ans cette année que M. le général Ferrié, alors capitaine du génie, publiait, avec la collaboration de M. J. Boulanger, un petit opuscule intitulé : « Les ondes électriques et la télégraphie sans fil » et qui fut très remarqué. On venait alors d'entrevoir la possibilité de réaliser une télégraphie sans fil en utilisant les ondes électriques : les expériences décisives de Guglielmo Marconi datent en effet du printemps de l'année 1899.

La lecture du petit ouvrage, malheureusement épuisé, de M. G. Ferrié est, à tous égards, fort instructive. Sous une forme très concise et très claire, l'auteur rappelle brièvement la théorie des courants alternatifs et de l'induction, l'action d'un condensateur, les propriétés des courants polyphasés.

L'un des chapitres les plus intéressants est certainement celui où l'auteur, tour à tour physicien et philosophe, nous initie à la théorie électromagnétique de Maxwell, en nous révélant la nature des diélectriques et de l'éther. Nous ne nous étendrons pas d'ailleurs ici sur ces suggestions dont nos lecteurs retrouveront le développement dans les « Éléments de Radioélectricité <sup>(1)</sup> ».

Poursuivant son exposé, M. Ferrié retrace l'histoire des vérifications expérimentales des phénomènes électromagnétiques et termine l'ouvrage par la description des expériences de Marconi. C'est précisément ce chapitre qui, en nous reportant vingt-cinq ans en arrière, nous plonge dans l'ambiance des recherches scientifiques de cette époque, nous fait pénétrer la mentalité des inventeurs et partager leurs idées.

Deux ans auparavant, des communications radioélectriques avaient pu être réalisées à 16 kilomètres entre navires de guerre italiens avec des antennes de 22 et de 34 mètres (1897) ; à une cinquantaine de kilomètres en Angleterre au moyen d'antennes maintenues par des ballons captifs (1898 et 1899) ; puis à plus de 110 kilomètres entre deux navires de guerre

britanniques dont les antennes (de 53 et de 60 mètres) étaient également soutenues par des ballons.

Les postes transmetteurs utilisés à cette époque se composaient essentiellement d'une bobine d'induction, dont le circuit primaire était fermé sur une source de courant continu (piles ou accumulateurs) placée en série avec un manipulateur, tandis que le secondaire était relié à deux boules métalliques de 3 centimètres de diamètre formant oscillateur. L'une de ces boules était reliée à l'antenne et l'autre à la terre, l'oscillateur se trouvant ainsi intercalé directement dans le circuit antenne-terre.

Les postes récepteurs comportaient invariablement un cohéreur, intercalé dans le circuit antenne-terre. En dérivation aux bornes du cohéreur, dont il était séparé par deux bobines de choc le préservant des courants à haute fréquence, était placé le circuit auxiliaire, composé principalement d'un relais magnétique et d'une pile.

Le relais servait à former, en premier lieu, le circuit du décohéreur, analogue au trembleur d'une sonnerie électrique et, en second lieu, le circuit de l'appareil Morse qui inscrivait les signaux reçus.

Le passage des trains d'ondes consécutifs se traduisait par un trait continu sur la bande de l'inscripteur Morse, grâce à l'inertie de la palette jointe à l'aimantation permanente des noyaux de l'électro-aimant. Les étincelles d'extra-courant de ces divers relais étaient absorbées par des résistances non inductives placées en dérivation aux bornes des coupures.

Mettant à profit les recherches effectuées sur la syntonie, Marconi utilisait en 1899 un récepteur accordé où le circuit du cohéreur, distinct de celui de l'antenne, était couplé à celle-ci au moyen d'un transformateur et comportait en outre un condensateur. M. Marconi signale dans son brevet « *qu'il est désirable que la bobine d'induction soit en syntonie avec l'oscillation électrique transmise, le nombre de tours et l'épaisseur du fil la plus appropriée variant avec la longueur d'onde transmise* ». Il ajoute

<sup>(1)</sup> Voir *Radioélectricité*, t. V, 25 février et 10 mars 1924, nos 54 et 55, p. 105 et 130.

que la liaison directe de l'antenne à la terre a pour effet secondaire « de réduire dans une certaine mesure les effets fâcheux dus aux influences atmosphériques ».

Le problème de la syntonie était loin d'être résolu à cette époque héroïque. La simplicité des phénomènes essentiels disparaissait sous la complexité des phénomènes secondaires dus à la nature des ondes employées et notam-

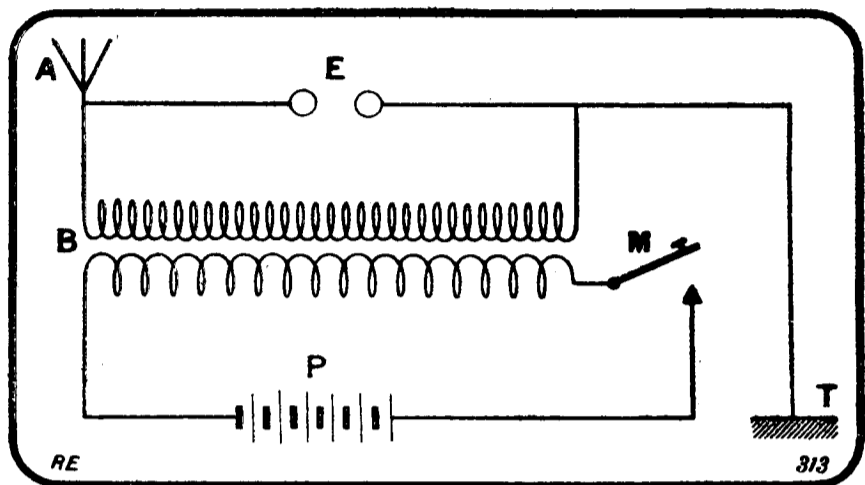


Fig. 1. — Poste transmetteur de Marconi (1889).

A, antenne ; B, bobine d'induction ; E, éclateur à boules ; M, manipulateur ; P, batterie de piles sèches ; T, terre.

ment à l'espacement des trains d'ondes ainsi qu'à l'amortissement formidable des oscillations.

Dans ces conditions, l'accord de l'antenne était une question extrêmement délicate. Afin de modifier ses constantes électriques, Marconi avait recours à divers stratagèmes. L'un d'eux consistait à disposer, de part et d'autre de l'antenne, des filets métalliques de 40 centimètres de largeur, dont l'extrémité supérieure était isolée, tandis que l'extrémité inférieure était réunie à la terre. Dans ce dispositif, qui faisait varier la capacité et la résistance de l'antenne par rapport à la terre, on peut voir un embryon des contrepoids actuellement utilisés dans toutes les grandes stations d'émission. L'action de ces nappes métalliques pouvait être réglée d'une façon continue en agissant sur leur hauteur et leur inclinaison.

La self-inductance de l'antenne était modifiée au moyen de l'enroulement du câble d'antenne à la partie inférieure, sur des cylindres d'ébonite de 4 cm de diamètre.

Le rôle de l'antenne lui-même était assez mal connu en 1899. On savait néanmoins que la longueur d'onde croissait avec la longueur de l'antenne ainsi que la portée des ondes. Mais aucune mesure précise ne permettait d'apprécier exactement cette longueur d'onde, que Marconi

évaluait à quatre fois la hauteur de l'antenne (1).

La forme de l'antenne était aussi l'objet des préoccupations des savants. M. Marconi croyait que « les vibrations produites dans les antennes verticales étaient polarisées dans un plan vertical et, par suite, soustraites en partie à l'action terrestre ». Et plus loin : « L'inclinaison de l'antenne n'a aucun inconvénient pourvu que la distance verticale entre ses extrémités soit assez grande pour la distance à franchir. »

Cette opinion est d'autant plus curieuse qu'elle apparaît de nos jours paradoxale, alors que les petites stations de réception aussi bien que les grandes stations d'émission utilisent des antennes en nappe horizontale. Elle n'est cependant pas en contradiction avec les faits, et il y a lieu de tenir compte des modifications qui sont survenues depuis cette époque. C'est principalement l'emploi des grandes longueurs d'onde et des grandes puissances d'émission qui ont déterminé l'avènement des antennes en nappe horizontale. Il n'en reste pas moins que, en dehors du développement horizontal de la nappe, sa hauteur effective demeure un élément essentiel qui conditionne le rendement et la portée de la station.

Une autre remarque intéressante concerne l'emploi des réflecteurs électromagnétiques. Dès la fin du siècle dernier, on avait entrepris des essais sur la direction des ondes, pour parer à l'inconvénient qui pourrait résulter de leur rayonnement, tant au point de vue du rende-

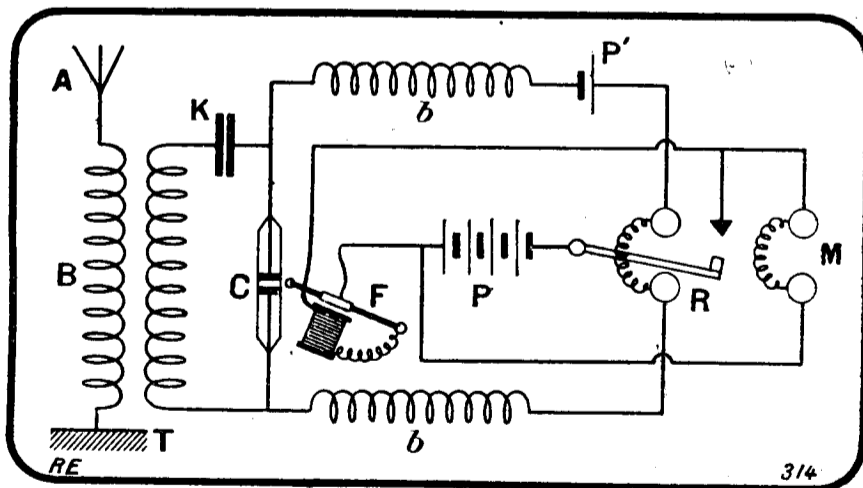


Fig. 2. — Poste récepteur de Marconi (1899).

A, antenne ; B, transformateur ; C, cohéreur ; K, condensateur d'accord ; b, bobines de choc ; P, P', piles ; F, frappeur ; R, premier relais ; M, enregistreur Morse.

ment du poste émetteur que des brouillages possibles et du secret des correspondances.

L'idée était naturelle et séduisante, puis-

(1) On sait que cette approximation est globalement exacte ; l'antenne unifilaire constituait un oscillateur simple qui vibrait en quart d'onde, l'une de ses extrémités étant isolée et l'autre reliée à la terre.

qu'aussi bien de tels réflecteurs sont utilisés dans les projecteurs de télégraphie optique pour concentrer le faisceau des ondes lumineuses. Les essais de Marconi, effectués en 1899 au moyen d'un oscillateur et d'un récepteur munis de deux courtes antennes et centrés dans

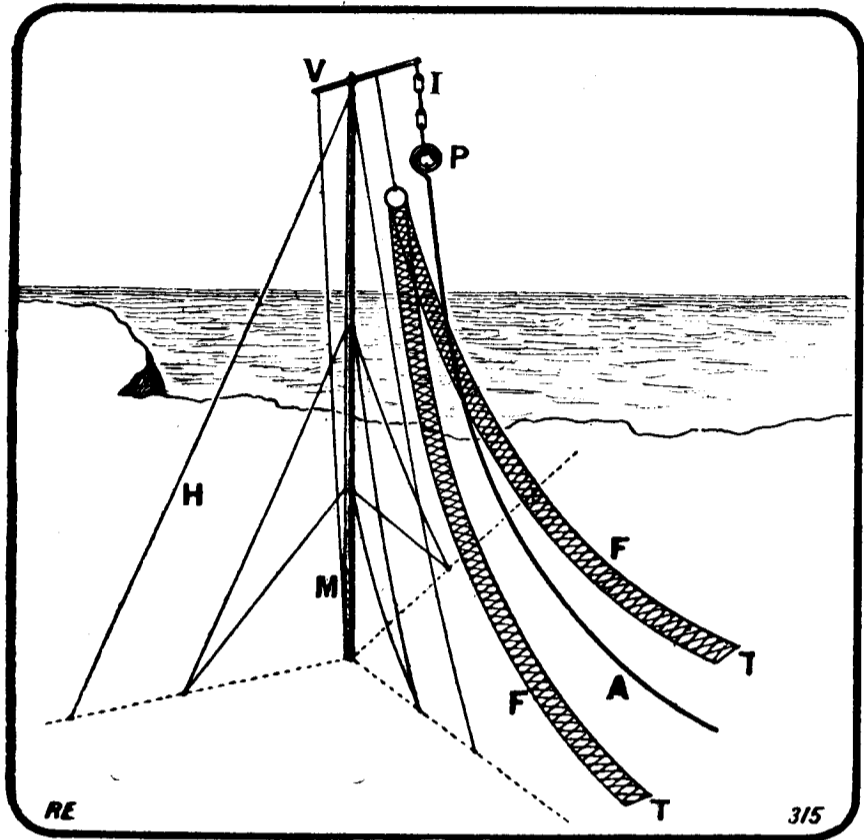


Fig. 3. — Antenne utilisée par Marconi (1899).

A, antenne ; F, filets de terre ; H, haubans ; M, mât ; V, vergue ; I, isolateurs ; P, plaque de ciel ; T, terre.

l'axe focal d'un miroir parabolique en métal, n'ont permis à cette époque qu'une communication précaire à une distance de 4 kilomètres au plus. On sait que cette question a fait depuis deux ans de grands progrès, imputables à l'emploi des oscillations entretenues sur longueurs d'onde très courtes. Les réflecteurs paraboliques sont actuellement constitués par un réseau de fils tendus verticalement.

Des surprises attendent encore le lecteur qui se reporte à la description détaillée des divers organes d'une station Marconien 1899. L'antenne était constituée par un câble formé de sept brins de cuivre et recouvert d'une couche de caoutchouc et de rubans isolants, tandis qu'à l'heure actuelle les antennes aériennes sont réalisées en câble nu.

Le sommet de l'antenne était singulièrement agencé : le fil n'était pas amarré directement aux isolateurs ; il se recourbait d'abord sur lui-même de façon à former une sorte de spirale plate comportant 5 ou 6 spires de 40 à 50 cm de diamètre reliées électriquement entre elles au moyen de conducteurs radiaux. Ces spires pouvaient être remplacées par un cylindre en treillis

métallique de 50 cm de longueur environ, auquel le câble était relié électriquement. Le capitaine Ferrié signalait d'ailleurs que « la présence de cette capacité ou *plaque de ciel* à l'extrémité de l'antenne n'est pas indispensable ; son rôle est d'ailleurs mal connu ».

Faut-il voir dans cet organe bizarre le dernier vestige, en voie de résorption, de ce vase de cuivre de grande capacité que Marconi disposait sur une perche, au sommet de l'antenne, dans ses expériences de 1896 ? C'est bien possible. Toujours est-il que cet appareil désuet, qui n'avait aucune raison d'être au sommet d'une antenne déjà fort haute dont il n'augmentait aucunement la capacité, a disparu complètement des antennes modernes. D'aucuns diront peut-être, au contraire, qu'il s'est considérablement développé et qu'il faut y voir l'embryon des nappes de nos antennes actuelles.

Le mode d'isolement de l'antenne n'a pas sensiblement varié depuis cette époque ; le câble était alors amarré au moyen de cordellettes paraffinées et de bâtons cylindriques de porcelaine ou d'ébonite.

M. Marconi avait cru remarquer que, lorsque l'on employait une antenne à grande capacité (filets métalliques), la réception était troublée par des parasites telluriques, et il proposait alors de remplacer la prise de terre par une grande capacité.

A titre de dispositions accessoires, il convient de citer l'emploi, comme source d'énergie, de

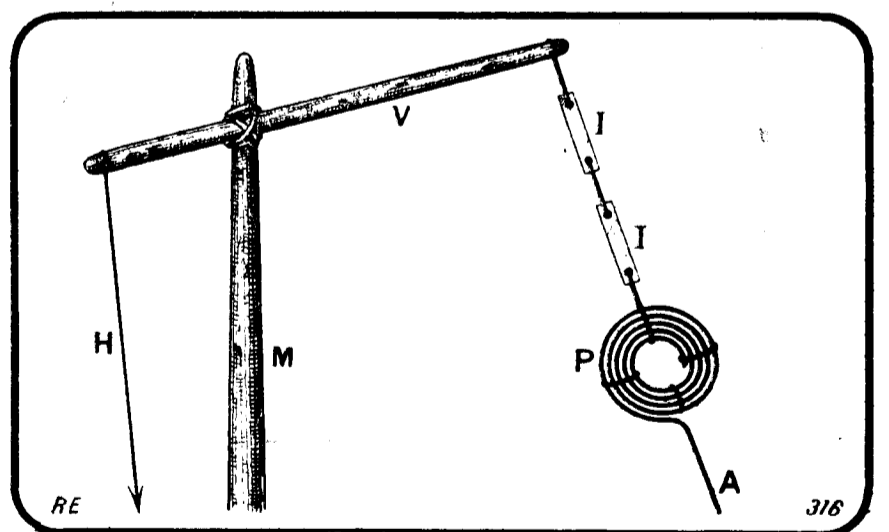


Fig. 4. — Détail du sommet du mât.

A, antenne ; H, haubans ; I, isolateurs ; M, mât ; P, plaque de ciel ; V, vergue.

batteries de piles au chlorure d'ammonium, dont le liquide était immobilisé au moyen de plâtre humide.

Les appareils transmetteurs et récepteurs étaient groupés sur la même table, disposition

qui a subi par la suite diverses modifications. On sait que, dans les stations commerciales actuelles, les appareils qui effectuent les transformations radioélectriques à l'émission et à la réception sont situés assez loin les uns des autres et dans des bâtiments séparés ; ils sont cependant prolongés par des lignes électriques aboutissant finalement à la table de transmission du bureau central, qui groupe sous un même contrôle les appareils de transcription et d'enregistrement automatiques.

Citons enfin quelques particularités relatives au cohéreur. L'appareil employé par Marconi en 1899 était un tube de 6 cm de longueur et de 4 mm de diamètre intérieur, où régnait un vide de 1 mm de mercure. Au milieu du tube venaient en regard deux électrodes d'argent planes, droites ou biseautées, qui maintenaient entre elles une couche de limaille fine, épaisse de 0,5 mm environ et formée de 96 parties de nickel pour 4 d'argent, avec des traces de mercure. Une heureuse modification, introduite dans la suite par M. A. Blondel, permit, au moyen d'un appendice coudé, de faire varier la quantité de limaille introduite entre les électrodes.

Les bobines de choc qui séparaient les circuits des relais des circuits à haute fréquence étaient constituées par une douzaine de mètres de fil de fer très fin, noyé dans la paraffine ; leur résistance était de 30 à 40 ohms.

Notons encore que l'ensemble récepteur était renfermé dans une boîte en fer reliée à la terre, pour éviter l'induction directe de l'émetteur. A l'issue de cette boîte, l'une des connexions de l'appareil inscripteur Morse traversait en outre une bobine enfermée dans une seconde boîte en fer et noyée dans des feuilles de papier d'étain froissées.

En terminant, M. le capitaine Ferrié résumait exactement la situation sans dissimuler les défauts de la nouvelle technique. Tout en expliquant comment le secret des correspondances pourrait être obtenu au moyen du langage chiffré, il concluait en ces termes : « Il faudrait que l'une quelconque des stations de télégraphie sans fil puisse jouer par rapport aux autres le rôle d'une station centrale, transmettant ou recevant des télégrammes dans plusieurs directions à la fois, sans que le fonctionnement d'une ligne vienne troubler celui des autres. Or l'état actuel de la question est loin de le permettre : jusqu'à 2 500 mètres, deux stations, bien que

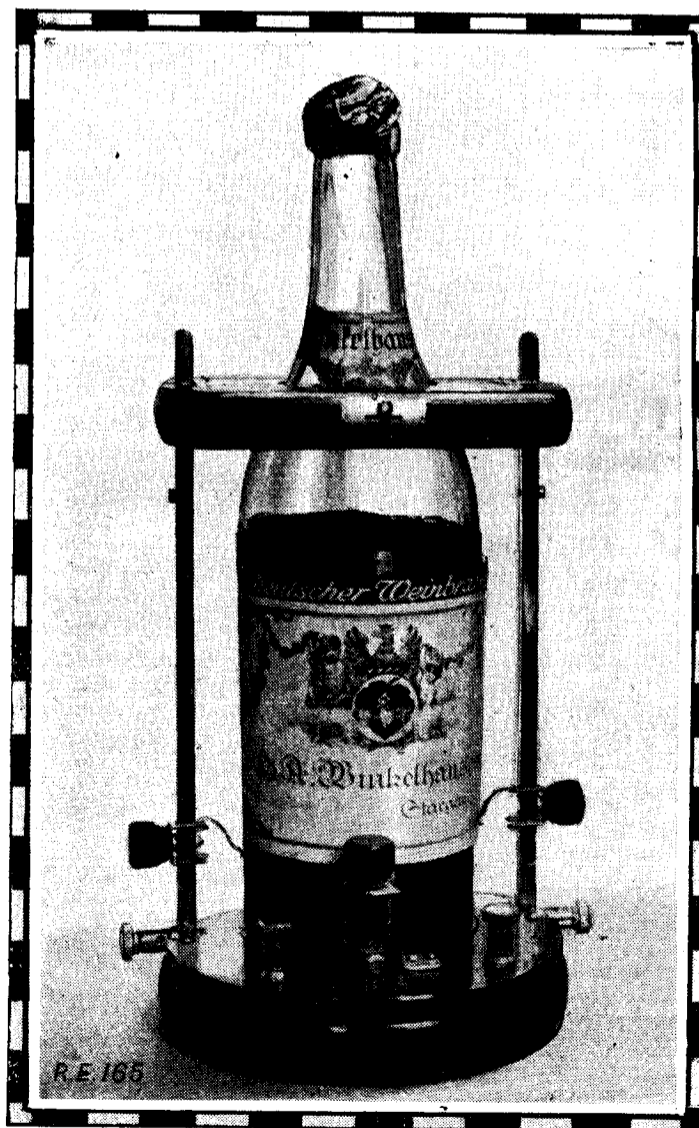
réglées dans des tons différents, peuvent encore s'influencer. »

Personne encore n'imaginait vraisemblablement à cette époque que la télégraphie sans fil allait prendre rapidement son essor, et atteindre, en l'espace de quelques années, un si complet développement. S'il est permis d'affirmer qu'en 1899, la radiotélégraphie était née, combien de problèmes, de mises au point et de perfectionnement nous séparaient alors des conceptions modernes de la radiotechnique ! Il y a un quart de siècle le champ des recherches était une vaste forêt vierge et l'explorateur ne disposait que d'une arme bien imparfaite : les ondes amorties.

On sait que la pierre d'achoppement a été levée par l'avènement des transmissions par ondes entretenues, qui ont permis d'obtenir les excellents résultats dont la télégraphie sans fil s'enorgueillit de nos jours.

Michel ADAM,  
Ingénieur E. S. E.

## UN RÉCEPTEUR IMPROVISÉ



Où la sagacité des amateurs de radiophonie va-t-elle se nicher ? Un amateur américain ne vient-il pas de construire un poste à galène en se servant d'une vieille bouteille ? Le fût de la bouteille est recouvert d'un enroulement de fil émaillé rangé sur lequel glissent deux curseurs. C'est une retraite très honorable pour une vieille bouteille d'eau-de-vie allemande de contrebande, qui a réussi à braver la prohibition.