A19 1255

LIEUTENANT P. DUCRETET

MINISTÈRE DE LA GUERRE
BIBLIOTHÈQUE
ÉTAT-MAJOR DE L'ARMÉE

TRAITÉ ÉLÉMENTAIRE

DE

TÉLÉGRAPHIE ET DE TÉLÉPHONIE

SANS FIL

(Applications Militaires et Maritimes)

PARIS

LIBRAIRIE MILITAIRE R. CHAPELOT & Cie

30, RUE ET PASSAGE DAUPHINE

1903

(Droits de traduction et de reproduction réservés)

TABLE DES MATIÈRES

		Pages
	Avant-Propos	5
CHAPITRE 1.—	*Préliminaires.*	
§ I	La Télégraphie à travers les âges	7
§ II	Invention de la Télégraphie optique	8
§ III	Vibrations sonores	9
§ IV	Vibrations lumineuses	10
§ V	Vibrations électriques	10
§ VI	Phénomènes d'induction	11
§ VII	Expériences d'Henri Hertz	12
§ VIII	Longueurs d'ondes nécessaires en Télégraphie sans fil	15
§ IX	Bobine de Ruhmkorff	16
CHAPITRE 2.—	*La Télégraphie hertzienne sans fil.— Description des appareils.*	
§ X	Découverte de Branly	18
§ XI	Travaux de Popoff, Marconi, E. Ducrétet	20
§ XII	Appareil récepteur : description ; fonctionnement ; relais ; frappeur ; piles ; récepteur complet ; enregistreur Morse	21
§ XIII	Radioconducteurs : limaille ; électrodes	26
§ XIV	Récepteur radiotéléphonique Popoff-Ducretet	28
§ XV	Appareil transmetteur : description et fonctionnement ; bobine ; condensateur ; interrupteur ; manipulateur ; oscillateur ; sources d'énergie électrique	30
§ XVI	Radiateur d'essai	34
§ XVII	Accord des postes de Télégraphie sans fil. — Courants à haute fréquence et à haute tension de Tesla	35
§ XVIII	Conducteurs radiateur et collecteur ; supports d'antennes ; antennes multiples ; capacités ; hauteur des antennes	39
§ XIX	Isolateurs.— Plaques de terre	43
CHAPITRE 3.—	*Historique des principales expériences réalisées*	
§ XX	Historique et conclusions	44
§ XXI	Expériences des Lieutenants P. Ducretet et Melin en Tunisie, leurs conclusions	55

Pages

CHAPITRE 4.—*Inconvénients et avantages de la Télégraphie sans fil.— Son emploi.*

§ XXII Inconvénients et avantages de la Télégraphie sans fil 61

§ XXIII Emploi de la Télégraphie sans fil 65

CHAPITRE 5.—*Applications militaires et maritimes de la Télégraphie sans fil.*

§ XXIV Automobiles militaires pour la Télégraphie sans fil volante. 68

§ XXV Défense des places de guerre et des ports. — La Télégraphie sans fil appliquée aux communications d'une ville assiégée avec l'extérieur. 70

§ XXVI Appareil automatique assurant la sécurité des navires entre eux et au voisinage des côtes par temps de brume. 71

CHAPITRE 6.—*La Télégraphie et la Téléphonie sans fil par la terre ou par l'eau.*

§ XXVII Expériences de Bourbouze 73

§ XXVIII Expériences de Preece, Gavey, E. Ducretet. 74

§ XXIX Observations sur la Télégraphie et la Téléphonie sans fil souterraines ou sous-marines . . . 77

§ XXX Applications militaires et maritimes 78

§ XXXI Expériences de Pilsoudski 79

CHAPITRE 7.—*Conférence élémentaire sur la Télégraphie sans fil.* 80

CHAPITRE 8.— *Tableau des signaux Morse appliqués aux Radiotélégrammes.— Observation.* 88

AVANT-PROPOS

Les expériences que nous avons réalisées en Tunisie (Avril 1902) avec la précieuse collaboration du Lieutenant Melin, du 4e Régiment de Zouaves, les documents que nous avons pu nous procurer grâce à notre situation de famille, nous ont permis de nous faire une impression personnelle sur les appareils que nous allons décrire. Avant tout, nous nous sommes efforcés d'être simples et clairs ; en écartant les détails de construction trop techniques, notre but a été de placer ce petit traité à la portée de tous. Ceux qui nous liront pourront ainsi, en quelques heures, se mettre au courant des origines, du fonctionnement et des applications de cette Télégraphie sans fil qui passionne actuellement le monde entier.

Nous avons cru devoir terminer ce traité par une " *Conférence élémentaire* ", très résumée, ne contenant que les données strictement indispensables à la compréhension de la Télégraphie sans fil. Muni de ce canevas, chacun pourra, à son gré, développer telle ou telle partie du sujet suivant ses préférences personnelles.

P. DUCRETET

libre, en L, où se trouve la limaille, est donc variable tout en restant bien clos, ce qui permet d'obtenir un bon réglage du radioconducteur, même pendant la réception des dépêches hertziennes.

Le même radioconducteur à réglage (fig. 13) peut avoir en L une de ses électrodes (celle fixe A) à section oblique ; cette disposition facilite les déplacements rapides de la limaille et permet d'éviter le coinçage des grains entre eux.

Dans certains tubes de Marconi même (fig. 12), les extrémités des deux électrodes e e' sont à section oblique.

§ XIV.—**Récepteur radiotéléphonique Popoff-Ducretet.** — En 1899-1900, M. Popoff démontra qu'il était possible, pratiquement, de substituer des tiges métalliques aux limailles de Branly et il créa la méthode radiotéléphonique appliquée à

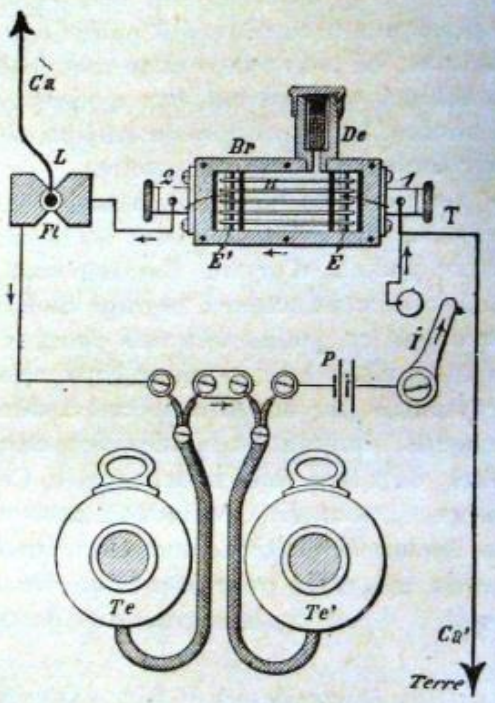

Fig. 14

la Télégraphie sans fil aux grandes distances. Ses premières expériences en Russie permirent de relier des postes distants de 50 kilomètres et privés de tout moyen de communication entre eux. Cette distance a depuis été largement dépassée.

La figure 14 est celle du radiotéléphone Popoff-Ducretet Br, il comprend, renfermés dans une monture en ébonite, avec dessus hermétique et démontable, deux supports électrodes E E', qui communiquent avec les bornes extérieures 1 et 2; des tiges métalliques en acier dur, parfaitement polies, reposent librement sur les supports E E', elles y sont néanmoins retenues par les guides et arrêts en matière isolante. Un dessiccateur De, avec carbure de calcium, évite l'action de l'humidité à l'intérieur de la monture du radiotéléphone Br.

Les tiges métalliques, qui remplacent la limaille, constituent donc l'organe récepteur proprement dit ; au repos, la conductibilité du système est plus grande que celle de la limaille des radioconducteurs des figures 12 et 13. Le radiotéléphone (fig. 14) possède une très grande sensibilité ; de plus il est très fixe et jouit de la propriété de revenir seul, sans frappeur, à sa résistance initiale. Néanmoins il est bon de donner de temps en temps avec le doigt quelques légers coups sur la boîte. La réception des signaux Morse par points et par traits se fait au son avec les téléphones Te Te'. La mise à l'antenne collectrice Ca et la mise à la terre Ca', se font comme il a été dit pour les radioconducteurs à limaille.

Au repos, les tiges métalliques sont traversées par un courant de très faible intensité ; lorsque, par l'intermédiaire de l'antenne, les ondes hertziennes interviennent, la résistance du système est diminuée, le courant passe plus fort et un bruit est perçu au téléphone.

Le radiotéléphone complète les appareils à relais ; lorsque ceux-ci, moins sensibles, cessent de fonctionner régulièrement, la distance limite étant atteinte pour eux, lui continue à recevoir nettement ; sa mise en ligne est immédiate et il est toujours prêt à recueillir les signaux hertziens.

Comme il ne comporte ni relais, ni frappeur décohéreur, ni sonnerie d'appel, ni enregistreur Morse, il est extrêmement léger et très portatif ; il convient donc parfaitement aux postes militaires volants des armées de terre et de mer ; avec un peu d'habitude, la lecture au son des signaux Morse n'offre aucune difficulté.

A bord des navires et sur les chemins de fer, ce radiotéléphone n'est pas influencé par les trépidations, ni par le roulis et le tangage. Enfin il permet de reconnaître le caractère vibratoire spécial à chaque interrupteur périodique employé au transmetteur : un poste peut donc être distingué

d'un autre et, au point de vue militaire, cette particularité a son importance.

Les inconvénients du radiotéléphone sont les suivants : 1° faute d'enregistreur, il ne reste aucune trace des dépêches reçues ; 2° comme il n'y a pas de sonnerie d'appel, il est indispensable que quelqu'un reste constamment présent, les oreilles au téléphone, à moins qu'on n'ait convenu à l'avance d'heures de transmission.

Ajoutons qu'à cause précisément de sa grande sensibilité, le radiotéléphone Popoff-Ducretet ne donne de très bons résultats qu'aux grandes distances ; des ondes hertziennes émises à de faibles distances impressionnent trop fortement le radiotéléphone de sorte qu'il ne revient plus assez vite, de lui-même, à sa résistance initiale.

§ XV.— **Appareil transmetteur.**— Le poste transmetteur comprend essentiellement une puissante bobine d'induction, capable de fournir, sur le condensateur formé par l'antenne et la terre, une étincelle aussi longue que possible, mais nettement oscillante (*voir les expériences de Hertz*, § *VII*) ; cette longueur ne dépasse pas généralement 6 centimètres avec des bobines donnant des étincelles de 30 cm. de longueur ; Marconi emploie le plus souvent une bobine d'induction qui peut donner 25 centimètres d'étincelle non oscillante entre les extrémités du circuit secondaire.

Description et fonctionnement.—Au § IX (fig.5) nous avons décrit la bobine de Ruhmkorff employée dans les expériences de H. Hertz. Celle de la fig. 15 est appropriée aux transmissions d'ondes hertziennes dans l'espace. Le circuit primaire (inducteur) de cette bobine est alimenté par quelques éléments de piles P ou d'accumulateurs (fig.15) ; dans ce circuit, se trouvent l'interrupteur périodique T et le manipulateur Ma, il permet de produire dans le circuit secondaire i i' (induit) des émissions intermittentes de longue ou de courte durée et, par suite, des séries d'étincelles oscillantes en E de même durée, formant les brèves et les longues du code Morse. Une des bornes de l'oscillateur E est mise à l'antenne Ca qui devient radiatrice ; l'autre borne est mise à la terre en Ca'.

Dès lors, quand la bobine de Ruhmkorff sera mise en action intermittente par le jeu du manipulateur Ma, des oscillations électriques se produiront et rayonneront en dehors de l'antenne radiatrice Ca sous forme d'ondes hertziennes concen-

triques ; ces ondes, transmises à travers l'espace, viendront atteindre à grande distance l'antenne collectrice Ca du récepteur (fig. 8). Les phénomènes décrits au § XII se produiront

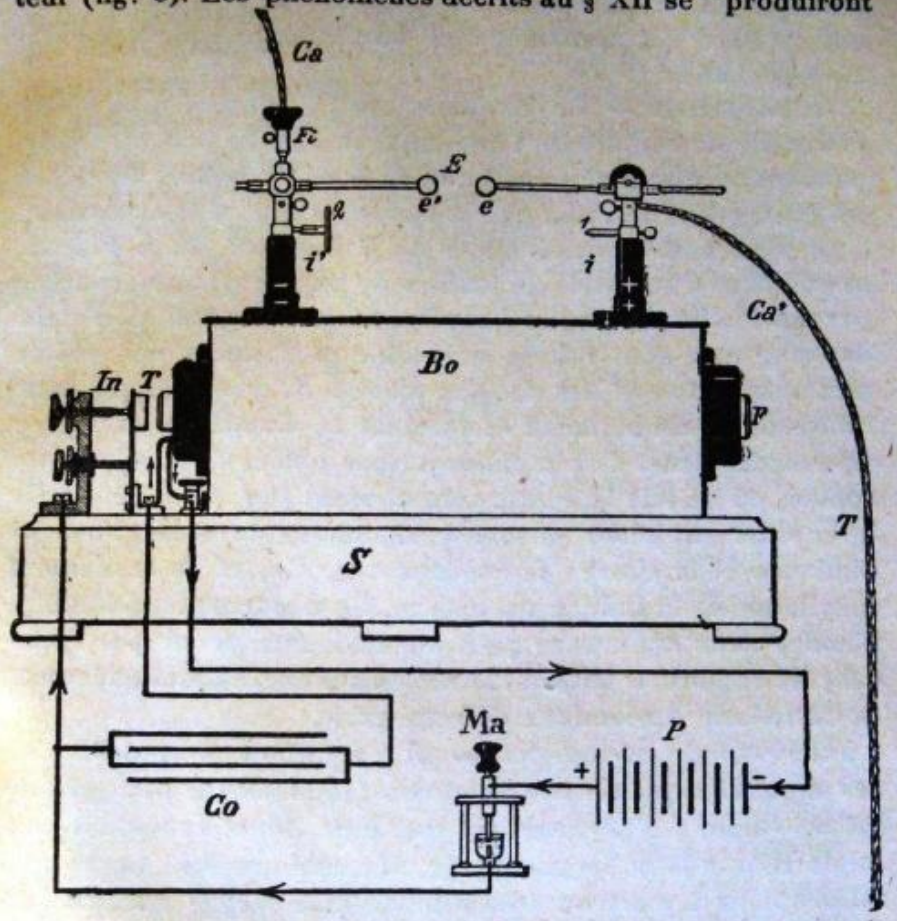

Fig. 15

alors. En résumé, tout poste transmetteur comprend cinq parties principales : 1° : la bobine d'induction; 2° : l'interrupteur périodique de courant ; 3° : le manipulateur ; 4° : l'oscillateur; 5° : une source d'énergie électrique, piles ou accumulateurs.

Bobine de Ruhmkorff. — La bobine de Ruhmkorff (ou transformateur) de la fig. 15 est du type de E. Ducretet ; elle ne le cède à aucune autre comme énergie et endurance ; les expériences que nous avons faites à Bizerte par un très mauvais temps l'ont prouvé (*voir* § *XXI*) ; même pour les grands modèles, cette bobine ne cesse pas d'être transportable. Nécessairement sa puissance doit varier suivant la distance entre les stations qu'il s'agit de relier. Pour les postes

militaires volants il suffit d'employer de petites bobines donnant aux ondes une portée de 5 à 10 kilomètres sur terre. Enfin pour les transmissions aux grandes distances, il est possible et pratique d'accoupler ensemble plusieurs de ces bobines, on obtient ainsi des transmetteurs très puissants et cependant transportables.

Condensateur.— Le condensateur Co, destiné à absorber l'étincelle de rupture de l'interrupteur T en In peut être indépendant ou être logé dans le socle S de la bobine Bo qui, à cet effet, est à tiroir afin que le condensateur soit accessible.

Le condensateur des bobines de Ruhmkorff, dû à Fizeau, se compose d'une série de feuilles de papier d'étain séparées par des feuilles de papier paraffiné ; toutes les feuilles d'étain de rang pair sont reliées ensemble et forment une même armature ; toutes les feuilles d'étain de rang impair sont reliées de la même façon et forment la deuxième armature du condensateur. Ces armatures sont reliées aux pièces de contact où se fait la rupture du courant (fig. 15) ; l'étincelle de rupture est sinon absorbée, du moins considérablement diminuée, elle charge le condensateur Co, et le rendement maximum de la bobine est assuré. Ce condensateur doit être d'une grande endurance ; s'il venait à être percé par l'étincelle de rupture, il faudrait le remplacer car le fonctionnement de la bobine deviendrait défectueux.

Interrupteur périodique. — Il y a autant de modèles de ces appareils que de constructeurs ; tous sont à peu près de même valeur ; l'essentiel est que leur fonctionnement soit ininterrompu et de longue durée. Marconi emploie un simple interrupteur à marteau très robuste et à larges contacts de platine dur. Celui de E. Ducretet est à moteur électrique et à mercure : les interruptions périodiques ont lieu entre une tige de cuivre rouge amalgamée et une surface de mercure recouverte de pétrole pour le refroidissement et aussi pour éviter la projection de gouttelettes de mercure. La vitesse du moteur est réglée par le jeu d'un rhéostat ; une batterie de 3 à 4 accumulateurs suffit pour l'actionner. Cet interrupteur périodique est d'un réglage rapide et facile ; il convient aux plusfortes bobines de Ruhmkorff et aux bobines accouplées; il est d'un bon fonctionnement à bord des navires.

Un modèle très simple d'interrupteur à marteau a été créé par Popoff à l'usage des postes militaires volants ; ce trembleur-interrupteur est rapide.

Manipulateur. — Dans cet appareil, les contacts se produisent entre deux tiges de cuivre rouge à l'intérieur du pétrole que reçoit un godet. Ce manipulateur, de forme verticale, est en Ma (fig.15), il faut bien veiller aux extrémités des tiges, car un contact défectueux amènerait des ratés dans la production des étincelles qui jaillissent entre les sphères e e' de l'oscillateur E, il en résulterait des troubles dans l'émission des signaux hertziens. En Télégraphie sans fil, la manipulation, qui se fait d'après les règles du code Morse, est sensiblement plus lente qu'en Télégraphie électrique ordinaire.

Oscillateur. — Dans ses premières expériences, Marconi, élève de Righi, a fait usage de l'oscillateur Righi à quatre boules, dont les deux intérieures sont de plus fort diamètre que les autres et plongées dans l'huile. Le Commandant Boulanger et le Capitaine Ferrié ont été satisfaits de l'emploi d'un oscillateur Blondel également à quatre boules. Néanmoins, d'une façon générale, on est revenu à l'oscillateur de Hertz à deux boules dans l'air (*voir § VII*) ; les deux sphères e e' (fig.15) sont à écartement variable ; l'une est fixe, l'autre se déplace au moyen d'un bouton à crémaillère. L'antenne radiatrice Ca et la mise à la terre Ca' jouent le rôle des capacités électriques C et C' (fig. 5). Il faut avoir soin de mettre à la terre la tige mobile de façon à ce qu'on puisse toucher sans crainte le bouton à crémaillère pendant le fonctionnement de l'oscillateur pour le réglage de la longueur de l'étincelle en E.

Lorsque les deux sphères e e' sont reliées, l'une à l'antenne, l'autre à la terre, l'aspect des étincelles change complètement, elles deviennent plus courtes, blanches et elles font entendre un bruit caractéristique ; dès lors elles sont oscillantes et produisent les ondes hertziennes.

Dans le même but, des condensateurs de capacité variable peuvent être reliés au circuit induit i i' (fig. 15).

Sources d'énergie électrique. — Généralement on se sert des courants continus fournis par des piles ou des accumulateurs ; mais les piles, se polarisant toutes rapidement, ne peuvent être employées que pour de courtes expériences. Le plus souvent on fait usage de batteries d'accumulateurs portatifs ; mais il faut posséder le courant nécessaire à leur recharge. Dans tous les cas, le courant à utiliser doit être proportionné à la puissance de la bobine de Ruhmkorff employée au transmetteur ; un rhéostat et un ampèremètre sont à cet effet ajoutés au circuit. Les accumulateurs doivent être soigneu-

sement vérifiés, ensemble et isolément, au voltmètre. L'énergie électrique nécessaire au bon fonctionnement du transmetteur peut être aussi fournie par une machine à courant continu amenée au régime convenable au moyen de rhéostats, soit par des courants alternatifs, en faisant usage de condensateurs reliés à i i' (fig. 15).

§ XVI. — **Radiateur d'essai.** — Ce petit appareil (fig. 16) est indispensable, il sert surtout au réglage initial du tube radioconducteur Br fixé sur le poste récepteur (fig. 10). Il permet de s'assurer en tout temps du bon fonctionnement de ce tube Br avant et pendant la réception des signaux hertziens.

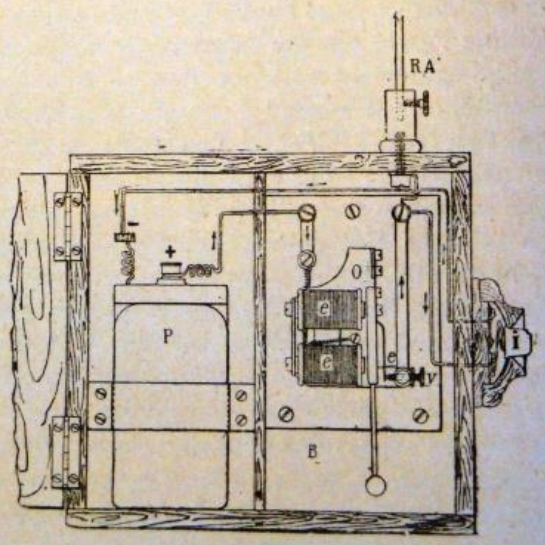

Fig. 16

Il se compose d'un simple mouvement de sonnerie électrique e e actionné par un élément de pile P genre Leclanché ; l'ensemble est placé dans une boîte portative. Un ressort

CHAPITRE III

HISTORIQUE DES PRINCIPALES EXPÉRIENCES RÉALISÉES.

§ XX. — **Historique et conclusions.** — Il nous paraît utile et intéressant de rappeler les principales expériences de Télégraphie sans fil réalisées jusqu'à ce jour ; nous ne parlerons bien entendu que de celles ayant fourni un résultat appréciable.

Juillet 1897. — A la Spezzia, des navires de guerre italiens furent munis d'appareils par Marconi : en utilisant des antennes de 22 et 34 mètres, ils communiquèrent avec la côte jusqu'à une distance de 16 kilomètres.

Juillet 1898. — Postes établis par Marconi entre Bournemouth et l'Ile de Wight (Angleterre). Mâts de 35 mètres, distance franchie 23 kilomètres.

Novembre 1898. — Expériences de E. Ducretet, à Paris, entre la tour Eiffel et le Panthéon, distance franchie 4 kilomètres au-dessus d'une grande ville.

Novembre 1898. — M. Voisenat, ingénieur des Télégraphes, obtint, dans les environs de Paris, une bonne communication à 10 kilomètres au moyen d'antennes de 40 mètres environ.

La même année, en Angleterre, on put établir une transmission de 50 kilomètres au moyen d'antennes maintenues par des ballons captifs.

Avril 1899. — Expériences dans Paris par E. Ducretet entre le Panthéon, le Sacré-Cœur et la rue de Tolbiac : distance 7 kilomètres.

Avril 1899. — Du même, communications par d essus le fort de Bicêtre entre Villejuif, hors Paris, et un poste établi dans Paris, rue Claude-Bernard (5 kilomètres).

Avril 1899. — Expériences de Marconi entre Wimereux près Boulogne-sur-Mer (France) et South-Foreland près Douvres (Angleterre), ce dernier poste étant situé sur une falaise d'environ 80 mètres d'altitude. Distance franchie : 45 kilomètres 600 au-dessus de la mer. Les antennes furent au début de 45 mètres et ensuite réduites à 37 mètres, mais elles paraissaient arriver alors à leur limite pour un bon fonctionnement ; ces antennes étaient doubles. La vitesse de transmission fut d'environ 40 lettres à la minute.

Juillet 1899. — Expériences faites, en Angleterre, à bord de navires de guerre et au moyen de ballons captifs : deux navires purent communiquer, paraît-il, à une distance dépassant 100 kilomètres.

Août 1899. — Transmissions par Popoff, en Russie, entre la côte et un croiseur et entre croiseurs. Distance franchie : 25 kilomètres ; mâts de 35 mètres, appareils Popoff-Ducretet.

Septembre 1899. — Expériences par le Lieutenant de Vaisseau Tissot, avec les appareils Popoff-Ducretet, entre le phare de Trézien (côte bretonne) et le phare du Stiff (île d'Ouessant), distance 22 kilomètres ; puis entre le phare du Stiff et celui de l'île Vierge, distance 42 kilomètres.

Hiver 1899-1900.— A la fin de l'année 1899, le cuirassé russe " *Général Amiral d'Apraxine*", ayant subi des avaries, avait été bloqué par les glaces sur les côtes de l'île de Hohland, en plein golfe de Finlande. Comme en cette saison on ne pouvait établir aucune communication entre l'île et le continent, M. Popoff fut chargé de relier rapidement ces deux points par la Télégraphie sans fil. Le 28 Janvier 1900, les deux postes étaient installés ; pour déterminer la bonne position des mâts, on s'était servi de cerfs-volants. Des dépêches furent aussitôt lancées, parfaitement reçues et transmises à l'Etat-major de la marine. Un glaçon s'étant détaché près de Zovensary avec 27 pêcheurs, un radiotélégramme signé "*Amiral Avelan*" fut envoyé au navire brise-glace *Ermack* et parvint à destination en quelques minutes ; le brise-glace put se porter de suite au secours et sauver ainsi 27 vies humaines. Cette application humanitaire de la Télégraphie sans fil fit alors sensation.

Les deux stations, Hohland et Kotka étaient séparées par une distance de 47 kilomètres ; la hauteur des mâts était de 48 mètres ; les appareils employés étaient ceux de Popoff-Ducretet. Les transmissions durèrent jusqu'au mois d'avril, pendant la durée des travaux de sauvetage du cuirassé, et 440 radiotélégrammes officiels purent être envoyés ; le dernier, long de 108 mots et transmis aux journaux, annonçait que le " *Général Amiral d'Apraxine* " était sauvé.

Pendant deux jours seulement, les appareils ne fonctionnèrent pas par suite d'orages très violents. Quant à la neige, tellement épaisse par moments qu'on ne pouvait distinguer un objet à 2 mètres de distance, elle n'empêcha nullement les transmissions.

Année 1900.— Marconi aurait relié deux stations distantes de 136 kilomètres sur mer avec 45 mètres seulement d'antennes.

Mars 1901. — Transmissions faites par Marconi entre La Panne (près Dunkerque) en Belgique, mât de 46 mètres, et le paquebot de la ligne Ostende-Douvres la " *Princesse Clémentine*", mât de 32 mètres. La distance franchie dans la plus grande longueur fut de 75 kilomètres.

Avril 1901.— Sur mer, les mâts peuvent ne pas se voir et la sphéricité du globe n'intercepte pas les ondes.

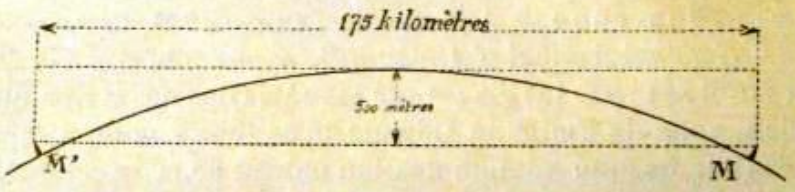

Fig. 22

Une expérience le prouve. C'est celle réalisée par Marconi entre Antibes-Biot (France) et Calvi (Corse) au-dessus de la Méditerranée, distance 175 kilomètres. Les deux mâts M et M'(fig.22) étaient placés au bord de la mer ; ils avaient, celui d'Antibes-Biot 52 mètres de hauteur et celui de Calvi 55 mètres. La couche d'eau interposée entre M et M', par suite de la courbure de la terre, avait une épaisseur d'environ 500 mètres (fig. 22).

Dans ces expériences, Marconi se préoccupa d'assurer l'accord complet entre les deux stations ; mais, malgré un certain effet sélectif, cet accord fut loin d'être réalisé : les signaux

émis purent être interceptés par des récepteurs placés à diverses distances et ne possédant aucun dispositif d'accord. Au transmetteur, l'énergie électrique était fournie par deux bobines de Ruhmkorff accouplées actionnant un transformateur de Tesla (§ XVII).

Soulignons en passant l'importance qu'il y aurait, au point de vue de la défense nationale, à relier la France à la Corse et réciproquement par la Télégraphie sans fil, ceci d'une façon permanente. L'intérêt de cette constatation n'échappera à personne. La Télégraphie optique, qui fonctionne actuellement entre la France et la Corse, n'offre pas en effet par tous les temps la sécurité de transmission désirable.

Juillet 1901.— Sur terre, le Capitaine Ferrié relie Villeneuve-Saint-Georges (altitude 95 mètres) et Neauphle-le-Château, près Saint-Cyr-l'Ecole (altitude 166 mètres). Mais, malgré la culminance des deux points choisis, malgré la distance relativement faible qui les séparait (48 kilomètres), il fallut, pour établir la communication, dresser des antennes de 100 mètres de hauteur maintenues en l'air par des ballons captifs.

Novembre 1901. — Poste de Télégraphie sans fil établi par Marconi sur "*La Savoie*", Transatlantique de la ligne du Hâvre à New-York. Des transmissions régulières, pouvant atteindre 80 à 100 kilomètres, furent échangées en cours de route entre ce Transatlantique (mât de 35 mètres) et plusieurs navires de passage ayant à leur bord des appareils de Télégraphie sans fil ; de même entre " *La Savoie* " et les postes fixes du Cap Lizard (Angleterre). Le 8 Novembre, à deux heures de l'après-midi, " *La Savoie* " se trouvait à 75 kilomètres dans l'Est de l'île de Nantucket, première terre américaine relevée par les paquebots venant de France ; un poste de Télégraphie sans fil, relié à New-York par un câble ordinaire, s'y trouvait installé depuis peu ; dès lors le paquebot français put annoncer son arrivée à l'aide de la Télégraphie sans fil dix heures avant d'entrer au port. Sans parler d'autres avantages très précieux, la Télégraphie sans fil à bord des vaisseaux offre donc aux passagers le moyen d'envoyer ou de recevoir des dépêches pendant une partie de la route, et elle assure au navire la possibilité de se mettre en communication avec d'autres paquebots en cas de détresse.

Décembre 1901.—Marconi aurait transmis quelques signaux hertziens entre le Cap Lizard et Terre-Neuve, soit une distance franchie de plus de 5.000 kilomètres ! Le signal conventionnel choisi était la lettre S (▪ ▪ ▪) et le récepteur aurait

en effet enregistré ces trois points de l'alphabet Morse ; mais, sans nier le résultat obtenu, il convient de faire remarquer que les signaux fournis par les décharges électriques de l'atmosphère se traduisent le plus souvent par des points ; le choix de la lettre S n'était donc pas des plus heureux et il eût été préférable sans conteste, ce qui n'aurait pas été plus difficile, d'expédier par exemple la lettre R (▪▬▪) ou une autre lettre convenue d'avance. Le cap Lizard, dans les Cornouailles, est situé à l'extrémité sud-ouest de la côte anglaise ; le poste, installé à cet endroit au printemps de 1901, comprenait un groupe de 20 mâts de 65 mètres de hauteur unis les uns aux autres par tout un réseau de fils conducteurs ; ces multiples antennes radiatrices étaient reliées à un puissant transmetteur dont l'énergie avait été centuplée. Le poste récepteur de Terre-Neuve, installé au lazaret de Saint-Jean sur le sommet de la colline qui domine le port du même nom, comprenait une antenne supportée par un grand cerf-volant ; le conducteur ainsi lancé dans l'atmosphère pouvait atteindre une longueur de 600 mètres. C'est uniquement pendant que le cerf-volant était à une grande hauteur que les signaux furent perçus au son, par la méthode radiotéléphonique (§ XIV) Ces essais, dont on a beaucoup parlé, coûtèrent plus de 400.000 francs ! Il faut admirer l'initiative des capitalistes anglais pour toutes ces tentatives d'applications pratiques des découvertes scientifiques.

A la suite de ses expériences entre le Cap Lizard et Terre-Neuve, Marconi entreprit sur la côte américaine la construction de deux postes destinés à communiquer avec l'Angleterre par dessus l'Atlantique, le premier installé au Cap Breton (Canada), le second au Cap Code (Massachusetts). Le poste du Cap Breton est situé à 21 mètres au-dessus du niveau de la mer et organisé de façon à produire de puissantes émissions d'ondes électriques ; il comprend quatre tours en bois hautes de 70 mètres, s'élevant aux quatre angles d'un carré de 60 mètres de côté : les sommets des tours sont réunis deux à deux par des cordages ; 150 antennes, espacées de 0m50, sont fixées à ces cordages par leur partie supérieure et réunies entre elles à leur partie inférieure à 4 mètres du sol de façon à former un câble unique qui descend verticalement jusqu'aux appareils du poste ; le système vu du haut présente ainsi la forme d'un vaste entonnoir ou d'une pyramide renversée ; les tours sont solidement haubannées pour résister aux tempêtes très violentes dans ces parages.

Tout récemment, en Juin, Juillet, Août et Septembre 1902, Marconi procéda avec succès à des essais à grande distance dont la presse du monde entier s'est occupée ; ils s'effectuèrent à bord du croiseur italien "*Carlo Alberto*" pendant le voyage que ce bâtiment fit de Naples à Cronstadt.

Ces expériences donnèrent lieu à la publication d'un rapport officiel établi par le Lieutenant de vaisseau Luigi Solari, de la Marine italienne, approuvé par Marconi, par le capitaine du croiseur, Commandant Martini et par l'Amiral Carlo Mirabello, commandant l'Escadre de la Méditerranée. La signature de ces hautes personnalités nous interdit le moindre doute au sujet des résultats, positivement merveilleux, qui furent obtenus. Aussi insisterons-nous sur ces expériences d'ailleurs récentes et par suite peu connues encore. Pour la première fois, Marconi employa au récepteur un "*Détecteur magnétique*" de son invention, instrument fort simple ne nécessitant, paraît-il, aucun réglage préalable et s'adaptant à un téléphone ; les cohéreurs habituels à limaille métallique furent conservés pour actionner l'appareil Morse.

Le nouveau "*détecteur*" de Marconi (fig. 23) est basé sur le principe suivant, connu sous le nom d'hystérésis magnétique: des barreaux minces d'acier, aimantés à saturation, subissent une désaimantation partielle lorsqu'ils sont soumis à l'action de courants de haute fréquence ; cet effet de désaimantation se produit de même sous l'action d'ondes électriques émises par un oscillateur, quand le barreau d'acier aimanté est placé dans un circuit soumis à l'influence de ces ondes. On conçoit que ce phénomène, étudié par Rutherford, ait pu être utilisé pour fournir un récepteur très sensible d'ondes hertziennes.

Voici une rapide description de cet appareil, qui fut présenté à la Société Royale de Londres par le professeur Flemming le 12 juin 1902.

Autour d'un noyau central formé de fils de fer doux F (fig.23) sont enroulés deux circuits Tr, isolés entre eux comme dans les transformateurs d'induction ; l'un est à gros fil, l'autre à fil fin. Les extrémités du premier circuit sont reliées, l'une à l'antenne réceptrice *Ca*, l'autre à la prise de terre *Ca'* ; celles du 2e circuit sont connectées aux bornes d'un téléphone T qui permet de déceler les variations de l'induction magnétique du noyau. Vis-à-vis du noyau F se trouve un aimant A en forme de fer à cheval que fait mouvoir un système d'horlogerie *Ro* ; par influence, les pôles de cet aimant agissent alternati-

vement pour produire une aimantation successivement de sens contraire en F. Les ondes hertziennes reçues par l'antenne ont pour effet d'affaiblir les courants d'induction dans le

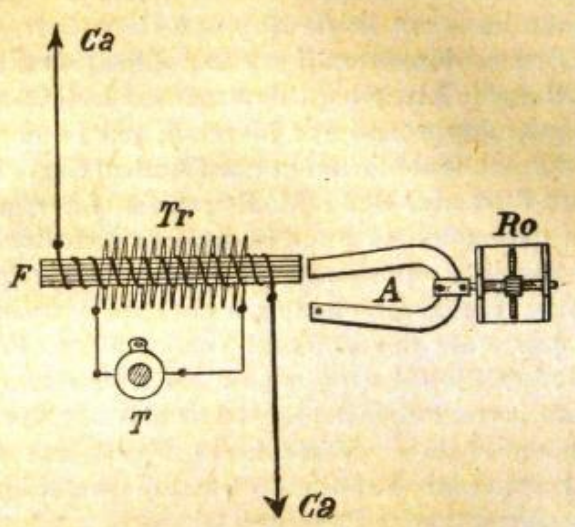

Fig. 23

circuit secondaire et un bruit particulier est perçu au téléphone. La lecture des signaux hertziens se fait ainsi au son.

Telle est l'analyse rapide du nouveau récepteur employé par Marconi, lequel serait plus sensible qu'un cohéreur à limaille. A cause de l'outillage très encombrant et très coûteux d'un très puissant appareil transmetteur, le croiseur "*Carlo Alberto*" ne fut aménagé que pour la réception ; ce poste comprit deux cohéreurs à limaille métallique du modèle ordinaire et trois détecteurs magnétiques ; un mât de perroquet supplémentaire de 16 mètres de long fut placé au bout du mât d'artimon et une quadruple antenne réceptrice, disposée en éventail, y fut suspendue ; les points d'attache étaient soigneusement isolés au moyen d'isolateurs de porcelaine et de tubes d'ébonite.

Le poste transmetteur, placé à la station de Poldhu (Cap Lizard), en Angleterre, fut installé d'après les mêmes principes que celui du Cap Breton en Amérique (*voir plus haut*); seulement 400 fils minces en cuivre étamé, au lieu de 150, formaient l'antenne radiatrice. Pendant les transmissions, la tension à laquelle ces fils se trouvaient était telle que de chacun d'eux on pouvait tirer des étincelles de 30 centimètres de longueur au moyen d'un conducteur relié au sol. L'énergie mécanique absorbée par les alternateurs puissants et les

transformateurs à haute tension était de 40 chevaux-vapeur. Aussi a-t-on pu à juste titre qualifier le poste de Poldhu de "manufacture de tonnerre".

Transmetteur et récepteur étaient accordés par tâtonnements successifs.

Parlons maintenant des résultats. Le "*Carlo Alberto*" quitta Naples le 10 juin ; le 18, arrivé dans les eaux anglaises, il reçut du Cap Lizard un message de bienvenue envoyé par Marconi lui-même. Le 26, l'habile inventeur italien vint à bord ; il revit avec soin les prises de terre et, pour les améliorer, attacha plusieurs câbles à différentes parties des machines et de la carène ; le 7 juillet, ayant tout réglé, il s'embarqua définitivement à Douvres sur le "*Carlo Alberto*" qui partit pour la Russie.

Les expériences commencèrent à 500 kilomètres du Cap Lizard et se continuèrent sans interruption jusqu'à Cronstadt où l'on arriva le 12 Juillet ; elles donnèrent en général, sinon des communications constantes et parfaites, du moins des résultats fort satisfaisants dans l'ensemble ; toutefois les décharges atmosphériques apportèrent fréquemment un grand trouble dans les signaux ; quant au " détecteur magnétique ", il se montra en général plus sensible que les cohéreurs.

Dans la rade de Cronstadt, distante du Cap Lizard de 2.600 kilomètres dont 1.300 de continent, avant la visite que devaient lui faire les souverains russes, Marconi améliora sensiblement la réception en portant à 54 au lieu de 4 le nombre des conducteurs aériens qui constituaient l'antenne.

Pendant tout le voyage de retour, ces belles expériences continuèrent avec succès et l'énergie électrique fournie par la station de Poldhu fut augmentée le plus possible. Néanmoins, dans la mer Baltique, on constata des arrêts brusques et prolongés de réception provenant de causes inconnues.

Le 24 Juillet, dans la rade de Kiel, beaucoup de dépêches furent clairement enregistrées au Morse.

Le 2 août, le " *Carlo Alberto* " arriva à Plymouth et compléta l'installation, jusqu'alors rudimentaire, des mâts qui supportaient les 54 conducteurs de l'antenne réceptrice. Jusqu'au Ferrol (Espagne) et dans ce port même, les télégrammes arrivèrent régulièrement du cap Lizard, bien que le croiseur fut mouillé au pied d'une haute colline formant obstacle. A partir du cap Saint-Vincent, l'effet de l'interposi-

tion de la terre d'Espagne entre transmetteur et récepteur se fit sentir : les communications continuèrent cependant ; même dans la partie la plus intérieure de la rade de Gibraltar, malgré 1.500 kilomètres de distance, le " *Carlo Alberto* " reçut des dépêches du cap Lizard, une entre autres provenant de la Maison Impériale de Russie et concernant la santé de la Czarine. Les résultats furent aussi heureux dans la mer Méditerranée, pendant la traversée de Gibraltar à Cagliari (Sardaigne) où le "*Carlo Alberto*" arriva le 7 septembre.

Enfin, dans le trajet de Cagliari à la Spezzia, au milieu de la mer Tyrrhénienne, deux télégrammes arrivèrent encore très distincts après avoir franchi une distance de plus de 1.800 kilomètres dont 1.000 de continent. Toutefois il a été prouvé qu'un certain nombre de dépêches échappèrent totalement aux appareils récepteurs ! Pendant toute la durée de ces expériences, la vitesse de transmission fut en moyenne de 15 mots par minute à des distances dépassant 2.000 kilomètres ; Marconi prétend même être arrivé à une vitesse de 22 mots par minute.

Voici maintenant les principales conclusions que, d'accord avec Marconi et avec l'amiral Mirabello, le lieutenant de vaisseau Solari croit pouvoir donner à la suite de ces belles expériences :

1° Il n'y a plus de limite à la propagation des ondes hertziennes sur la surface du globe à condition que l'énergie électrique mise en jeu au transmetteur soit proportionnée à la distance que ces ondes doivent franchir !

2° Les terres interposées n'empêchent pas les communications.

3° La lumière solaire amoindrit le champ de rayonnement des ondes hertziennes, et par suite leur puissance de transmission ; l'influence des décharges atmosphériques oblige à diminuer la sensibilité du récepteur de façon à l'en rendre indépendant ; dans les deux cas, pour une même distance à franchir, on est donc conduit à augmenter considérablement l'énergie électrique mise en jeu au transmetteur.

A ces conclusions du Lieutenant de vaisseau Solari, nous ne pouvons nous dispenser d'ajouter les considérations suivantes : —Il nous paraît incontestable que non seulement des signaux, mais des phrases et des dépêches entières ont franchi des distances considérables, malgré l'interposition d'obstacles de toute nature accumulés sur le passage des

ondes hertziennes ; mais il faut tenir compte de l'exceptionnelle énergie électrique mise en jeu au transmetteur et du prix très élevé qu'ont coûté ces expériences ; il ne nous semble pas qu'au point de vue pratique, commercial ou militaire, il y ait eu proportion entre l'importance des moyens employés et les résultats acquis, d'autant que, si Marconi a reçu à bord du " *Carlo Alberto* " un certain nombre de télégrammes du Poldhu, il paraît que beaucoup d'autres, envoyés dans les mêmes conditions, ne sont jamais arrivés à destination ! De plus, M. Maskelyne, qui avait établi à environ 20 milles du Cap Lizard une station de Télégraphie sans fil, affirme, avec preuves à l'appui, avoir reçu toutes les dépêches expédiées de la station de Poldhu au " *Carlo Alberto* ". On voit par ce seul fait ce qu'il faut penser de l'accord entre les postes soi-disant obtenu par Marconi.

Une autre considération s'impose : puisque les appareils de M. Maskelyne ont été influencés par ceux de Marconi, tous les récepteurs placés dans un rayon immense autour du Cap Lizard l'auraient été également ; d'où impossibilité pour d'autres opérateurs d'utiliser en même temps dans ce rayon la Télégraphie sans fil : leurs ondes auraient été noyées par celles plus puissantes émises par la station de Poldhu.

Il serait à désirer que, dans l'intérêt même de la nouvelle invention, des postes aussi puissants que ceux de Poldhu fussent réglementés, car autour d'eux, à des distances considérables, leurs ondes annihilent les autres communications d'ordre plus courant et plus pratique. Il est donc nécessaire qu'un accord international règle l'emploi de la Télégraphie sans fil.

Tout récemment le capitaine du " *Carlo Alberto* ", commandant Martini, a rendu compte au Ministre de la Marine italienne que, de par la Télégraphie sans fil, son bâtiment était resté en liaison constante avec la station de Poldhu (Cap Lizard) pendant toute la durée d'un voyage d'Angleterre au Canada. La distance de Poldhu à Sydney, en Nouvelle-Ecosse, où Marconi a encore reçu une dépêche, est d'environ 3.000 kilomètres.

Ainsi, ajoute le commandant du " *Carlo Alberto* ", se trouve confirmée la possibilité de communications pour les navires soit avec l'Amérique, soit avec l'Europe au cours de leur traversée transatlantique d'un continent à l'autre.

D'autre part, bien que Marconi affirme le réglage absolu et

exclusif de ses postes " transmetteur et récepteur " l'un pour l'autre, un journal technique anglais " *The Electrician* " assure que, pendant ces expériences, nombre de dépêches envoyées du cap Lizard furent recueillies par des stations auxquelles elles n'étaient pas destinées.

Ainsi ressortent une fois de plus, et le principal inconvénient, surtout en temps de guerre, de la Télégraphie sans fil actuelle, et la nécessité inéluctable pour la sûreté des communications d'arriver à la syntonisation absolue des appareils récepteur et transmetteur l'un pour l'autre.

Aux Etats-Unis, des postes permanents existent ; ils servent à l'instruction des élèves télégraphistes appelés à faire usage des appareils de Télégraphie sans fil. Ces postes officiels, sur terre, sont distants d'environ 55 kilomètres (Washington - Annapolis) ; ils possèdent des mâts de 55 mètres de haut ; la hauteur des collines interposées entre les postes dépasse un peu celle des mâts.

D'autres expériences intéressantes ont été réalisées par MM. Schaefer, Tommasina et par l'ingénieur Blondel. M. Slaby, professeur à Charlottenbourg, put établir de bonnes communications sur terre en accordant les postes.

Le Commandant Boulanger et le Capitaine Ferrié, avec le concours de M. Blondel, réalisèrent dans les environs de Paris d'excellentes transmissions à une distance de 24 kilomètres avec des antennes de 27 mètres.

Conclusions à tirer de ces expériences. — Il est facile de constater que les communications entre postes sur terre se font beaucoup moins loin que celles réalisées au-dessus de la mer ; Marconi, dont les expériences ont fourni les résultats les plus élevés, a presque toujours opéré dans ces dernières conditions.

Au-dessus des grandes villes comme Paris, les transmissions aux grandes distances sont encore plus laborieuses et les distances franchies s'en ressentent, à moins d'employer des antennes élevées qui, par temps d'orage, ne sont pas sans danger pour les maisons qui les supportent.

Dans les pays très secs (déserts africains par exemple) et en l'état actuel de la Télégraphie sans fil, il paraît à peu près certain qu'à moins de disposer au transmetteur d'une énergie électrique très considérable et d'antennes très élevées, on ne pourrait établir pratiquement des transmissions à plus de 60 kilomètres environ à cause de la sécheresse de l'atmos-

phère ; il serait instructif d'établir pratiquement des postes d'essais dans ces régions au point de vue de la pénétration de l'influence française dans le centre africain ; ces essais suivis seraient utiles (Voir le § XXIII).

Comme l'indique le Lieutenant de vaisseau Solari dans ses conclusions sur les récentes expériences exécutées par Marconi à bord du croiseur italien "*Carlo Alberto*", l'action de la lumière solaire paraît diminuer sensiblement la portée des ondes hertziennes, du moins aux grandes distances. Marconi attribue ce résultat, déjà plusieurs fois constaté, à la désélectrisation des conducteurs de transmission sous l'influence de la lumière ; ce phénomène aurait pour effet de diminuer l'ampleur des oscillations électriques et par suite leur portée.

Sur mer, étant donnés des appareils connus de l'opérateur, celui-ci peut à priori dire à peu près à quelle distance il assurera les transmissions et avec quelle hauteur d'antenne.

Sur terre, au contraire, tout dépend de la situation des deux points qu'il s'agit de relier, de la nature du pays qui les sépare (plat, accidenté, nu, boisé, etc.), du nombre, de l'importance et de la position des obstacles, etc ; c'est un peu une question d'expérience et de tâtonnements qui peuvent être plus ou moins longs.

En tous cas, les expériences de Télégraphie sans fil ne s'improvisent pas : pour les réussir, il faut de l'argent, du temps et surtout de la pratique, afin d'acquérir l'habileté nécessaire au bon fonctionnement des appareils.

§ XXI. — **Expériences des Lieutenants P. Ducretet et Melin en Tunisie. — Conclusions.** — On nous permettra de consacrer quelques pages à ces modestes essais ; nous nous efforcerons d'en tirer plusieurs conclusions intéressantes pour ceux qui, à notre exemple, seraient tentés de passer de la théorie à la pratique de la Télégraphie sans fil. Les premières expériences eurent lieu à Bizerte entre deux postes, l'un sur la rive droite, l'autre sur la rive gauche du canal, l'avancée Nord de la ville étant au milieu : distance, 7 kilomètres environ.

Désirant se rapprocher le plus possible des conditions de la guerre, les opérateurs cherchèrent à aller vite et à faire simple ; ils n'utilisèrent que ce qu'ils avaient sous la main : de petites tentes pour abris, une main-d'œuvre indigène, comme supports d'antennes les mâts de signaux déjà sur

place. C'étaient, à priori, des conditions éminemment défavorables. Un des deux mâts surtout, celui de la rive droite, était fort mal placé pour de bonnes transmissions : la masse d'une colline s'interposait en effet à moins de 100 mètres de ce mât entre le transmetteur et le récepteur, de telle sorte qu'au transmetteur, la portion d'antenne efficace se trouvait réduite à environ 6 mètres. De plus, ce poste de la rive droite, à peine abrité, était au milieu d'une dune de sable. Enfin le temps fut constamment mauvais ; un jour de la pluie, le lendemain un vent violent soulevant d'épais tourbillons.

Cependant, grâce aux minutieuses mesures de détail qui furent prises (antennes multiples, capacité, isolateurs enduits de vaseline, prises de terre largement arrosées avec de l'eau et du sulfate de cuivre, etc.), les résultats furent inespérés : quelques signaux arrivèrent au Morse et la réception au radiotéléphone Popoff-Ducretet eut constamment lieu (voir § XIV). Malgré les intempéries, les appareils ne refusèrent pas une minute de fonctionner ; c'était une preuve irréfutable de leur endurance et de leur construction parfaite.

Nous tirerons de cette expérience les conclusions suivantes :

1° la masse de la colline voisine du transmetteur n'aurait pas du tout gêné les communications, même intercalée comme elle l'était entre transmetteur et récepteur, si elle s'était trouvée à une plus grande distance de l'antenne radiatrice ; nous savons en effet que si les ondes hertziennes perdent de leur portée lorsqu'elles rencontrent des obstacles, elles arrivent cependant à les contourner ; il n'est pas nécessaire que deux postes se voient pour pouvoir correspondre ; mais encore faut-il, à moins de mettre en jeu une énergie électrique très considérable, que l'obstacle ne soit pas trop près de l'un des deux postes, du transmetteur surtout ; car alors les ondes, à leur sortie de l'antenne, alors qu'elles ont encore toute leur intensité et n'ont pas eu le temps de rayonner dans l'espace, trouvent un conducteur meilleur dans la terre que dans l'atmosphère ambiante ; il y a dès lors un gros déchet.

2° Malgré la pluie, malgré les tourbillons de sable, les appareils à peine abrités ne cessèrent pas de fonctionner parfaitement. Pour une installation provisoire du temps de guerre, on aurait donc pu à la rigueur se contenter des petites tentes que les opérateurs possédaient ; mais il est incontestable que cette situation défectueuse n'aurait pu se prolonger ; le sable aurait fini par avoir raison de la délicatesse relative

des appareils. Evidemment les ondes hertziennes ne trouvent aucun obstacle dans les intempéries, mais les appareils, comme d'ailleurs ceux de la Télégraphie ordinaire, ont besoin d'être protégés, tout au moins dans une installation permanente. Il conviendrait de tenir compte de cette remarque si on se décidait à utiliser la Télégraphie sans fil dans les déserts de sable du Sud algérien ou tunisien.

L'organisation des postes ci-dessus, quoique se rapprochant beaucoup de la situation en campagne, ne doit donc pas être considérée comme définitive en temps de guerre.

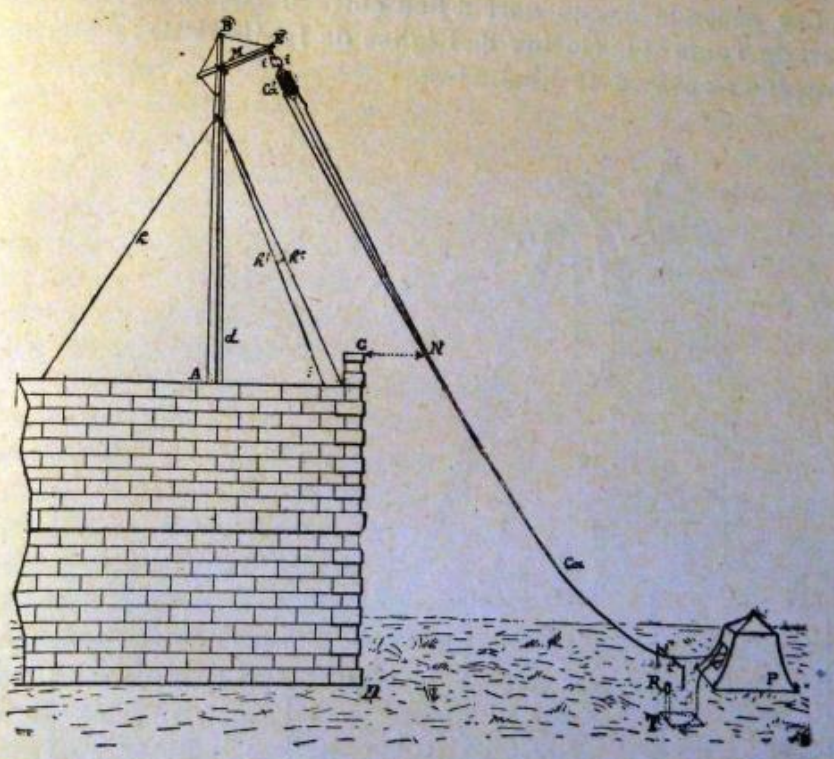

Fig. 24

La figure 24 montre un des mâts de cette installation de fortune :

CD — Mur de 10 mètres de haut.
AB — Mât de 16 » »
M — Mâtereau transversal supportant l'antenne Ca multiple à sa partie supérieure.
Ca — Capacité fixée à l'antenne et isolée en *i i*.
P — Tente portative recevant les appareils.
T — Plaque de terre avec tuyau d'arrosage R.
d — Drisse permettant d'amener l'antenne à volonté.

3° Alors que l'appareil à relais, par suite des conditions locales exposées ci-dessus ne fonctionnait qu'irrégulièrement, le radiotéléphone Popoff-Ducretet, décrit au § XIV, a donné des signaux permettant à un télégraphiste exercé de recevoir les dépêches. Cet appareil, qui constitue à lui seul un récepteur complet au son, n'a qu'un volume de quelques décimètres cubes ; il peut être porté soit à la main, soit en bandoulière comme un appareil photographique ; il permet d'augmenter la distance à laquelle on peut percevoir les signaux avec l'appareil à relais et Morse.

Les seconds essais eurent lieu entre le mât de signaux du port de Tunis et le clocher de l'église de La Goulette ; distance franchie : environ 12 kilomètres.

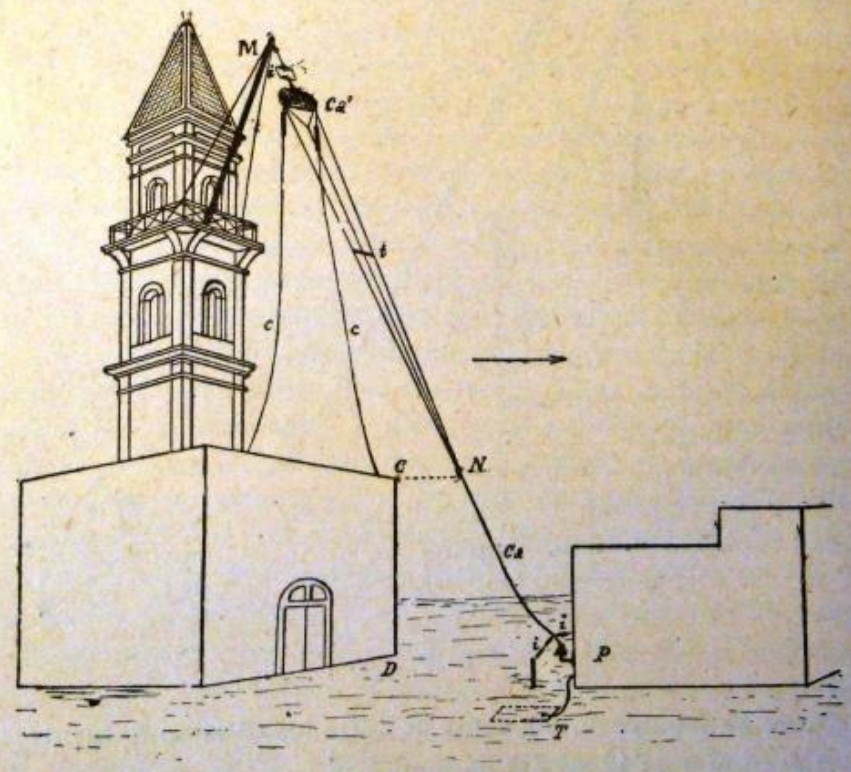

Fig. 25

N.-B. *Les détails de la figure 24 s'appliquent à cette figure 25, sauf que la capacité Ca', placée horizontalement, avait une direction voulue maintenue par les cordes cc munies d'isolants.*

Les communications furent établies en trois heures et pourtant les expérimentateurs n'avaient à leur disposition que des

équipes prises au hasard et nullement exercées. Dès le début et sans aucun tâtonnement, d'emblée, les réceptions furent absolument parfaites au Morse comme au radiotéléphone et des radiotélégrammes ne cessèrent d'être envoyés pendant deux jours en présence de nombreux spectateurs.

La figure 25 représente le poste récepteur installé à l'église de La Goulette.

Les conclusions suivantes furent tirées de ces expériences :

1° Bien que ces installations eussent été faites pour des communications de courte durée, il n'y aurait eu que peu de modifications à apporter au dispositif pour rendre chaque poste capable de fonctionner d'une façon permanente. En particulier, le placement des appareils dans un local bien disposé aurait suffi pour assurer aux transmissions une durée illimitée.

2° L'installation a été rapide (environ 3 heures) ; ce temps aurait pu être encore réduit avec des aides connaissant leur affaire. Le montage et le réglage des appareils n'entrent que pour une fraction très faible dans la durée de l'installation ; la pose du mâtereau transversal *M* (fig. 25) et l'établissement de la prise de terre constituent la partie la plus longue et la plus délicate de l'opération.

3° La capacité *Ca'* placée horizontalement (fig. 25) à chaque poste, au lieu d'être verticale comme dans les expériences faites à Bizerte (fig. 24), semble avoir donné de bons résultats : en effet l'antenne présente alors à son extrémité supérieure une surface plus grande d'émission ou de réception qu'il suffit d'orienter, au moyen de cordes isolées *c c*, dans la direction de l'autre antenne.

4° La plaque de terre T était difficile à placer verticalement dans le sol, car il fallait creuser un trou assez profond pour qu'elle fût complètement enterrée ; en outre l'eau s'infiltrant à travers la terre, seul le bas de la plaque métallique était maintenu constamment humide ; avec la plaque enterrée à plat (fig. 24 et 25), l'excavation est moins profonde et la conductibilité par l'eau mieux assurée ; donc simplification du travail et meilleure prise de térre.

5° Au début de l'expérience, bien que le ciel fût peu nuageux, certains points parasites s'inscrivirent sur le Morse, sans d'ailleurs nullement gêner la lecture des radiotélégrammes, car ces points étaient facilement reconnaissables. Ceci indiquait que le tube à limaille, étant trop sensible pour la distance à franchir relativement faible (12 kilomètres), recevait, en

plus des signaux de Tunis, ceux fournis par une perturbation atmosphérique plus lointaine. Le radioconducteur (fig. 13), fut rapidement réglé à une sensibilité moindre et les points parasites disparurent complètement.

Il paraît donc possible, tout au moins aux petites et aux moyennes distances, de régler un tube à limaille pour qu'il reçoive les ondes hertziennes d'un poste situé dans un rayon donné et ne soit que peu ou pas influencé par les signaux provenant d'une source électrique plus éloignée : il suffit de réduire la sensibilité du récepteur et s'il est possible, de faire usage au transmetteur d'une énergie plus considérable. Cette constatation semble de nature à faire rejeter, dans la pratique de la Télégraphie sans fil, les récepteurs avec radioconducteurs de trop grande sensibilité.

Pour le réglage, nous nous sommes servis du petit radiateur d'essai, ainsi que nous l'avons expliqué en détail au § XVI.

CHAPITRE VIII.

TABLEAU DES SIGNAUX MORSE APPLIQUÉS AUX RADIOTÉLÉGRAMMES

LETTRES

a	▬ ▬	n	▬ ▬
b	▬ ▬ ▬ ▬	o	▬ ▬ ▬
c	▬ ▬ ▬ ▬	p	▬ ▬ ▬ ▬
d	▬ ▬ ▬	q	▬ ▬ ▬ ▬
e	▬	r	▬ ▬ ▬
é è	▬ ▬ ▬ ▬ ▬	s	▬ ▬ ▬
f	▬ ▬ ▬ ▬	t	▬
g	▬ ▬ ▬	u	▬ ▬ ▬
h	▬ ▬ ▬ ▬	v	▬ ▬ ▬ ▬
i	▬ ▬	w	▬ ▬ ▬
j	▬ ▬ ▬ ▬	x	▬ ▬ ▬ ▬
k	▬ ▬ ▬	y	▬ ▬ ▬ ▬
l	▬ ▬ ▬ ▬	z	▬ ▬ ▬ ▬
m	▬ ▬	ch	▬ ▬ ▬ ▬

CHIFFRES

1	▬ ▬ ▬ ▬ ▬	6	▬ ▬ ▬ ▬ ▬
2	▬ ▬ ▬ ▬ ▬	7	▬ ▬ ▬ ▬ ▬
3	▬ ▬ ▬ ▬ ▬	8	▬ ▬ ▬ ▬ ▬
4	▬ ▬ ▬ ▬ ▬	9	▬ ▬ ▬ ▬ ▬
5	▬ ▬ ▬ ▬ ▬	0	▬ ▬ ▬ ▬ ▬

Barre de fraction ▬ ▬ ▬ ▬ ▬ ▬

PRINCIPAUX SIGNES CONVENTIONNELS

Souligné.	▬ ▬ ▬ ▬ ▬ ▬
Appel.	▬ ▬ ▬ ▬ ▬ ▬ ▬
Compris, reçu	▬ ▬ ▬ ▬ ▬
Erreur	▬ ▬ ▬ ▬ ▬ ▬ ▬ ▬
Fin de transmission	▬ ▬ ▬ ▬ ▬
Attente	▬ ▬ ▬ ▬ ▬
Invitation à transmettre . .	▬ ▬ ▬ ▬ ▬ ▬ ▬
Réception terminée . . .	▬ ▬ ▬ ▬ ▬ ▬ ▬ ▬ ▬

Observation.— En Télégraphie sans fil, la manipulation est un peu plus lente qu'en Télégraphie électrique ordinaire : la bande du Morse étant réglée à une vitesse de déroulement de 75 à 80 centimètres de longueur à la minute, il faut arriver à transmettre pendant ce même temps environ 12 fois le mot *Paris*.

Le premier exercice consiste à faire des points égaux et réguliers ; l'espace qui sépare un point d'un autre devant être égal à la longueur d'un point, la main restera également levée et baissée pendant la manipulation ; on augmente graduellement la vitesse qui d'ailleurs s'acquiert rapidement avec l'habitude ; quand, au début, on manipule trop vite, c'est au détriment de la régularité des signaux. On s'exerce ensuite à faire des traits, également égaux et réguliers : les traits doivent avoir la longueur de trois points et l'intervalle de séparation a la longueur d'un point. Le troisième exercice se compose de traits et de points : on s'exerce d'abord lentement, puis on augmente peu à peu la vitesse. On reproduit l'alphabet Morse en le lisant sur un modèle, enfin on s'habitue à répéter de mémoire chaque lettre ou signal.

L'espace qui sépare les signaux d'une même lettre est égal à un point ; l'espace entre deux lettres d'un même mot est égal à 3 points ; l'espace entre 2 mots à 5 points.

La lecture au son des signaux Morse s'apprend rapidement.

P. DUCRETET

(*Fin*)