

Conditions d'utilisation des contenus du Conservatoire numérique

1- [Le Conservatoire numérique](#) communément appelé [le Cnum](#) constitue une base de données, produite par le Conservatoire national des arts et métiers et protégée au sens des articles L341-1 et suivants du code de la propriété intellectuelle. La conception graphique du présent site a été réalisée par Eclydre (www.eclydre.fr).

2- Les contenus accessibles sur le site du Cnum sont majoritairement des reproductions numériques d'œuvres tombées dans le domaine public, provenant des collections patrimoniales imprimées du Cnam.

Leur réutilisation s'inscrit dans le cadre de la loi n° 78-753 du 17 juillet 1978 :

- la réutilisation non commerciale de ces contenus est libre et gratuite dans le respect de la législation en vigueur ; la mention de source doit être maintenue ([Cnum - Conservatoire numérique des Arts et Métiers - https://cnum.cnam.fr](#))
- la réutilisation commerciale de ces contenus doit faire l'objet d'une licence. Est entendue par réutilisation commerciale la revente de contenus sous forme de produits élaborés ou de fourniture de service.

3- Certains documents sont soumis à un régime de réutilisation particulier :

- les reproductions de documents protégés par le droit d'auteur, uniquement consultables dans l'enceinte de la bibliothèque centrale du Cnam. Ces reproductions ne peuvent être réutilisées, sauf dans le cadre de la copie privée, sans l'autorisation préalable du titulaire des droits.

4- Pour obtenir la reproduction numérique d'un document du Cnum en haute définition, contacter [cnum\(at\)cnam.fr](mailto:cnum(at)cnam.fr)

5- L'utilisateur s'engage à respecter les présentes conditions d'utilisation ainsi que la législation en vigueur. En cas de non respect de ces dispositions, il est notamment passible d'une amende prévue par la loi du 17 juillet 1978.

6- Les présentes conditions d'utilisation des contenus du Cnum sont régies par la loi française. En cas de réutilisation prévue dans un autre pays, il appartient à chaque utilisateur de vérifier la conformité de son projet avec le droit de ce pays.

NOTICE BIBLIOGRAPHIQUE

Auteur(s)	Petit, Gaston-Emile (1877-?)
Auteur(s) secondaire(s)	Bouthillon, Léon (1884-....)
Titre	T.S.F. : la télégraphie sans fil, la téléphonie sans fil : applications diverses
Adresse	Paris : Librairie Ch. Delagrave (1913, copyright 1910)
Edition	Deuxième édition entièrement refondue
Collation	1 vol. (VIII-243 p.) : ill., couv. ill. ; 26 cm
Nombre de vues	257
Cote	CNAM-BIB 8 Sar 534
Sujet(s)	Ondes électromagnétiques Télégraphie sans fil Téléphonie sans fil
Thématique(s)	Technologies de l'information et de la communication
Typologie	Ouvrage
Langue	Français
Date de mise en ligne	21/01/2021
Date de génération du PDF	06/02/2026
Recherche plein texte	Disponible
Notice complète	https://www.sudoc.fr/024855278
Permalien	https://cnum.cnam.fr/redir?8SAR534

T.S.F

LA

RAPHIE SANS FIL

LÉPHONIE SANS FIL

ICATIONS DIVERSES

PAR

PETIT

LÉON BOUTHILLON

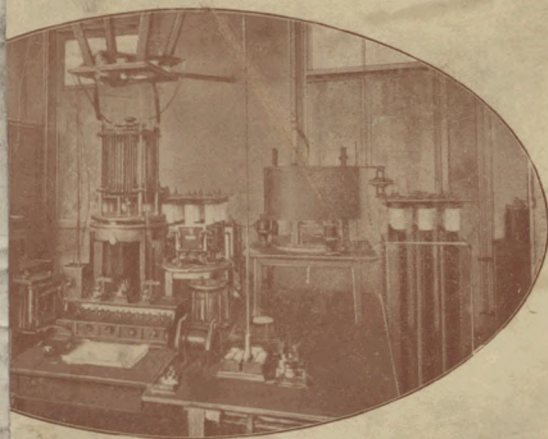
et Télégraphes
technique
diotélégraphique.

Ingénieur des Postes et Télégraphes
chargé du service
de la Télégraphie sans fil.

ar le Professeur A. D'ARSONVAL

Membre de l'Institut.

Deuxième édition entièrement refondue.



DELAGRAVE 15, Rue Soufflot. PARIS

A Monsieur E. Sartiaux

Reçu avec hommage
de l'auteur
G. E. Peiz

La
Télégraphie
sans fil

501 534

T. S. F.

La Télégraphie sans fil

La Téléphonie sans fil
Applications diverses

PAR MM.

G.-E. PETIT

Ingénieur des Postes et Télégraphes
Directeur technique
de la C^{ie} Générale Radiotélégraphique.

LÉON BOUTHILLON

Ingénieur des Postes et Télégraphes
chargé du service
de la Télégraphie sans fil.

Préface par le Professeur A. d'ARSONVAL
Membre de l'Institut.

~~~~~  
*185 Gravures*

DEUXIÈME ÉDITION ENTIÈREMENT REFONDUE  
CONTENANT :

- 1<sup>o</sup> LA CONVENTION RADIOTÉLÉGRAPHIQUE INTERNATIONALE.
- 2<sup>o</sup> LE RÈGLEMENT DE SERVICE ANNEXÉ.
- 3<sup>o</sup> L'INSTRUCTION A L'USAGE DES STATIONS RADIO-TÉLÉGRAPHIQUES.

**PARIS**

**LIBRAIRIE CH. DELAGRAVE**

15, RUE SOUFFLOT, 15

Tous droits de reproduction, de traduction et d'adaptation réservés  
pour tous pays.

---

*Copyright by Ch. Delagrave, 1910.*

---



## PRÉFACE

La télégraphie sans fil est aujourd'hui véritablement entrée dans la phase industrielle et commerciale; ne vient-elle pas de se mettre hardiment en concurrence avec les grands câbles transatlantiques? Déjà des distances supérieures à 6 000 kilomètres ont été franchies, et cela avec une vitesse de trafic qu'on ne peut ni obtenir ni espérer à l'aide des câbles les plus coûteux.

Le moment n'est pas loin sans doute où le suprême record de portée sera atteint par une communication entre une station et son antipode, à une distance de 20 000 kilomètres, comptée suivant les cercles méridiens, c'est-à-dire à peine triple de celles qui sont franchies facilement à l'heure actuelle.

Ce beau résultat ne marquera pas la fin des recherches en télégraphie sans fil, car il restera toujours à perfectionner le matériel des petites comme des grandes stations. Les émissions musicales ont déjà apporté aux communications radiotélégraphiques une sécurité qui leur manquait contre les perturbations atmosphériques, et leur emploi vient de se généraliser partout : même sur les avions, on a pu installer de petites stations musicales pesant une trentaine de kilogs et donnant des portées notablement supérieures à 100 kilomètres. Les beaux travaux de Wien sur l'excitation des antennes par impulsions ont permis à l'industrie de simplifier le matériel radiotélégraphique, tant dans sa construction que dans ses réglages et son fonctionnement, tout en réali-

sant des perfectionnements notables au point de vue de la portée et de la syntonie.

Il est heureux de constater qu'en France, après une hésitation un peu longue, les applications de la télégraphie sans fil se répandent rapidement : en moins d'un an, tous les grands paquebots français qui n'avaient pas encore d'installations radiotélégraphiques sont équipés, la plupart avec les derniers perfectionnements modernes ; des stations transportables sont créées pour le service des armées en campagne, pour les corps de débarquement de la Marine, pour les colonnes d'expéditions coloniales ; un matériel de grande puissance produisant des ondes continues est adopté, après examen par des techniciens français, en vue de la création d'un grand réseau colonial et d'une communication France-Amérique.

Les travaux scientifiques de Branly qui ont marqué le point de départ de la télégraphie sans fil n'ont donc pas été sans profit pour notre pays, de même que toutes les recherches faites par des Français à propos des applications médicales des courants de haute fréquence ; ces recherches ont beaucoup servi à la réalisation des appareils radiotélégraphiques.

On trouvera dans le présent livre un résumé clair et simple de l'état actuel de la question. Ses auteurs ne sont pas de simples théoriciens ; ils ont apporté nombre de perfectionnements à la T. S. F. pratique. J'ai pu les voir à l'œuvre et si j'avais un reproche à leur adresser ce serait de pécher par excès de modestie.

P. D'ARSONVAL

*de l'Institut.*

## PREMIÈRE PARTIE

---

### Les Oscillations électriques

#### et les ondes électromagnétiques.

Considérons deux corps conducteurs A et B (fig. 1), placés à distance l'un de l'autre. Si nous produisons en A une perturbation électrique de sorte que ce conducteur soit parcouru par un courant d'intensité variable, l'énergie émise n'est pas tout entière dépensée à l'intérieur du conducteur A.

Si tous les conducteurs A et B sont isolés dans l'espace, une partie de l'énergie rayonne autour du point d'émission; le conducteur B en capte une portion et devient à son tour le siège d'une perturbation électrique. On dit qu'il s'est produit un phénomène d'induction.

Si les conducteurs A et B sont réunis par un conducteur C, une partie de l'énergie se transmet en outre de A en B par conduction électrique par l'intermédiaire de C.

Si nous disposons en A d'appareils « *excitateurs* » permettant de changer périodiquement l'état électrique du conducteur; en B d'appareils « *détecteurs* » qui manifestent la présence des courants reçus en transformant l'énergie captée en énergie mécanique; si d'autre part le conducteur C représente le globe terrestre, nous aurons entre les points A et B de la surface de la terre une transmission d'énergie à distance sans fil, dont la télégraphie sans fil n'est qu'un cas particulier.

**Lois de l'induction.** — L'importance des phénomènes d'induction en B décroît rapidement avec la distance AB; ils durent tant que dure en A la variation du courant, et sont d'autant plus marqués qu'elle est plus rapide. Ils varient avec la forme des conducteurs A et B et la nature des corps qui les séparent.

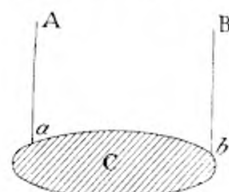


Fig. 1.

## CHAPITRE PREMIER

### Oscillations électriques.

**Oscillations électriques et phénomènes lumineux.** — S'il s'agissait uniquement de phénomènes d'induction, l'intensité du courant induit en B serait d'autant plus grande que la variation du courant dans le circuit inducteur est plus rapide. Mais cette vitesse peut-elle devenir assez grande pour nous permettre, avec les quantités limitées d'énergie dont nous disposons, d'atteindre des distances comparables aux immenses portées des transmissions télégraphiques avec fil?

Oui, l'expérience nous le montre tous les jours : nos postes optiques militaires échangent des signaux à plusieurs dizaines de kilomètres, les étoiles envoient leur lumière à travers des millions et des millions de lieues. L'étoile polaire, dont la lumière met cent ans à nous parvenir, est à 60 000 000 000 000 000 de kilomètres de la terre, et nous percevons cependant sa lumière.

Et il est bien démontré maintenant que les phénomènes lumineux sont produits par des vibrations électriques très rapides, dont la fréquence varie entre 790 000 000 000 000 et 400 000 000 000 000. Pourquoi ne pourrions-nous pas, dès lors, produire des vibrations électriques assez rapides pour franchir les quelques milliers de kilomètres qui représentent le maximum des distances entre deux points de la terre, l'infiniment petit par rapport aux espaces interstellaires que traverse la lumière. L'expérience, qui est ici la pratique de la télégraphie sans fil, a fixé l'ordre de grandeur de la fréquence à adopter. Elle varie actuellement de 15 000 à 3 000 000 par seconde.

#### A). *Production d'oscillations électriques au moyen d'alternateurs à haute fréquence.*

Ces oscillations électriques à haute fréquence, nous avons plusieurs moyens de les obtenir. Celui qui vient le premier à l'esprit consiste à employer un *alternateur*, qui produit des courants périodiques.

**Théorie de l'alternateur.** — Considérons une spire conductrice  $FGHABC$  qui tourne autour d'un axe  $OO_1$ , entre les pôles d'un aimant permanent  $N$  et  $S$  et dont les extrémités aboutissent à deux bagues fixées sur l'axe de rotation. Sur ces bagues appuient deux balais reliés au circuit d'utilisation.

Supposons que la spire tourne dans le sens indiqué par la flèche. Elle est le siège de phénomènes d'induction, et par conséquent d'un courant qui reprend évidemment la même valeur chaque fois que la spire reprend la même position, donc est périodique et a une fréquence  $F$  égale au nombre de tours  $N$  par seconde.

Dans la pratique, l'aimant permanent est remplacé par un électro-aimant.

S'il y a, au lieu d'une paire de pôles,  $2n$  pôles répartis sur une circonférence d'axe  $OO_1$ , et alternativement positifs et négatifs, la fréquence  $F$  est multipliée par le nombre de paires de pôles. Donc

$$F = Nn.$$

La période est le temps  $T$  compris entre deux moments consécutifs où tous les phénomènes repassent par les mêmes valeurs. Donc

$$T = \frac{1}{F}.$$

Si l'on porte sur l'axe des ordonnées les intensités, sur l'axe des abscisses les temps, l'intensité est représentée par une

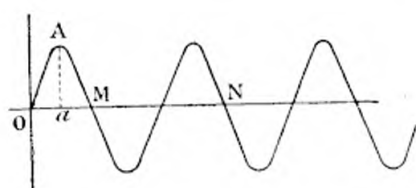


Fig. 3.

des abscisses les temps, l'intensité est représentée par une courbe du genre de celle de la figure 3. L'ordonnée maxima  $aA$  représente l'amplitude du courant, qui est la même pour toutes les oscillations; la longueur  $MN$  représente la période de l'oscillation.

**Construction des alternateurs à haute fréquence.** — La construction des alternateurs à basse fréquence, de l'ordre de 50 périodes à la seconde, est facile, et se fait couramment; il n'en est plus de même pour les fréquences de l'ordre de 100 000, nécessaires pour la télégraphie sans fil. Nous avons vu en effet que

$$F = Nn$$

où  $F$  est la fréquence,  $N$  le nombre de tours de l'induit par rap-

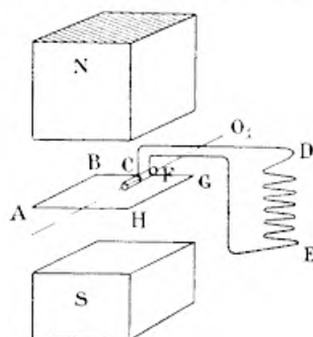


Fig. 2.

port à l'inducteur,  $n$  le nombre de paires de pôles. Pour augmenter la fréquence, il faut donc accroître, soit le nombre de pôles, soit la vitesse relative des deux enroulements.

On peut faire tourner l'inducteur, l'induit, ou tous les deux en sens contraire. Mais dans tous les cas on est rapidement arrêté dans l'augmentation de la vitesse par des considérations mécaniques de résistance des matériaux employés. La difficulté est d'autant plus grande que, dans le type d'alternateurs décrits ci-dessus, les pièces tournantes contiennent des enroulements, et, par conséquent, ne sont pas homogènes. Aussi, pour les hautes fréquences, emploie-t-on des machines dont le principe est le suivant (Mordey). L'inducteur est une bobine à noyau de fer

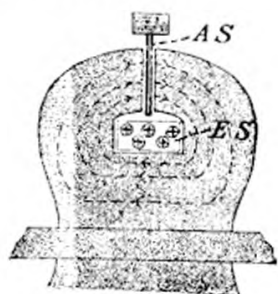


Fig. 4.

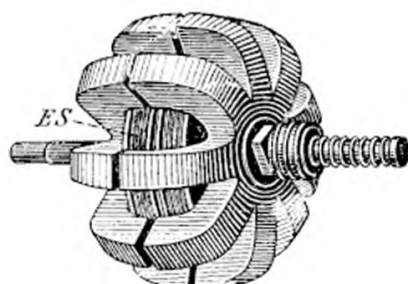


Fig. 5.

Extraits de J. Zenneck : « Elektromagnetische Schwingungen und drahtlose Telegraphie », avec autorisation.

prolongé par deux épanouissements polaires portant chacun une couronne de dents, les dents des deux couronnes étant en regard. Toutes les dents d'une même couronne sont aimantées du même sens, celles de l'autre étant de sens contraire. L'induit est plat et disposé entre les deux couronnes. Quand l'inducteur est excité, la force magnétique dans l'entrefer est alternativement maxima et minima, les maxima étant au milieu des dents, les minima au milieu des encoches. Si l'inducteur tourne, chacun des points de l'induit est donc soumis à une force magnétique périodique qui produit un courant induit. Rien n'est d'ailleurs changé si l'enroulement inducteur étant fixe, le noyau et ses épanouissements polaires tournent seuls. Mais alors la pièce tournante est tout entière homogène et en fer ou en acier et l'on peut atteindre des vitesses périphériques de 300 à 400 mètres par seconde, ce qui, pour un diamètre de 30 centimètres, correspond à 300 à 400 tours par seconde (fig. 4 et 5). Une grande difficulté résulte de l'équilibrage des pièces tournantes pour des vitesses aussi grandes. Enfin, le rendement est extrêmement mauvais, à cause de l'énorme résistance que l'air oppose alors au mouvement.

On pourrait encore songer, pour accroître la fréquence, à augmenter le nombre de pôles de l'inducteur. Mais il est proportionnel à la circonférence, donc au diamètre, tandis que c'est



l'inverse pour la vitesse angulaire admissible, et l'on voit que les deux moyens d'augmenter la fréquence se limitent l'un l'autre. Remarquons d'ailleurs que, plus le nombre de pôles est grand pour une circonférence inductrice donnée, plus petite est la surface de chaque pôle, et plus faibles sont les phénomènes d'induction dans l'induit, et par conséquent la puissance de la machine.

Toutes ces difficultés expliquent pourquoi le problème de la construction des alternateurs à haute fréquence est très difficile à résoudre.

En se basant sur les principes que nous venons d'exposer, Rühmer cons-

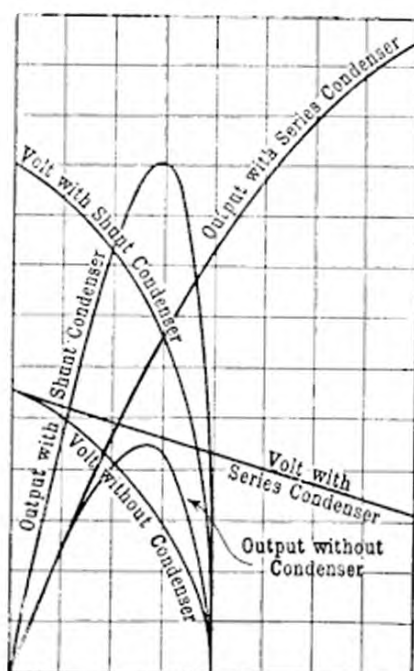
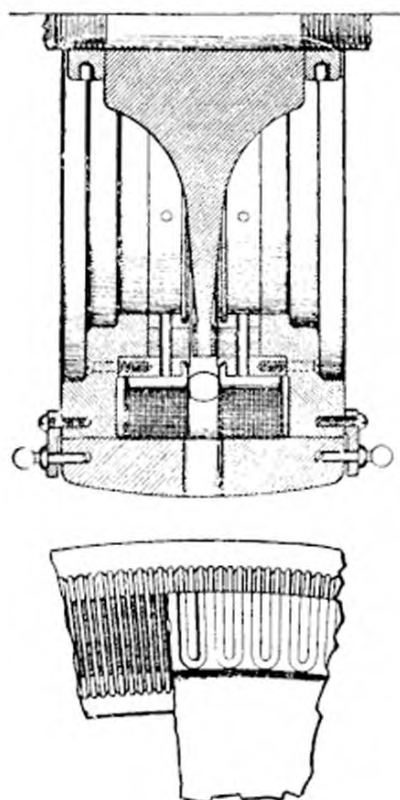


Fig. 6. — Alternateur à haute fréquence.  
Extrait de « The Electricien », avec autorisation.

truisit en 1904 une machine à 300 000 périodes par seconde, mais avec une puissance très faible (moins de 0,001 watt), ce qui limitait beaucoup son intérêt pratique. Parmi les autres savants qui s'appliquèrent aussi à la solution du problème, nous citerons Duddell, qui atteignit ensuite 120 000 périodes avec une puissance de 0,2 watt, et surtout les physiciens américains qui travaillent en vue de l'application de l'alternateur de haute fréquence à la télégraphie et la téléphonie sans fil.

**Alternateurs à haute fréquence d'Alexanderson.** — En particulier Alexanderson a construit des machines qui peuvent débiter plusieurs kilowatts pour la fréquence 200 000. Dans un de ses alternateurs à 100 000 périodes (fig. 6), la pièce tournante est un disque d'acier chrome-nickel portant trois cents dents réparties sur sa circonférence, et aimantées par l'enroulement inducteur de telle sorte que les dents se comportent comme de petits aimants ayant leurs pôles nord à droite par exemple et leurs pôles sud à gauche. L'enroulement induit est disposé de part et d'autre du disque tournant. La vitesse de rotation est de 20 000 tours à la minute. Cette machine, employée avec un condensateur à la résonance, donne 30 ampères sous 70 volts.

**Alternateurs en cascade.** — On a proposé encore, pour obtenir de hautes fréquences, l'emploi d'alternateurs en cascade, l'induit de chacun d'eux servant d'inducteur au suivant. Si en effet un alternateur à  $n$  paires de pôles tourne avec une vitesse de  $N$  tours par seconde et a son inducteur alimenté par du courant alternatif à la fréquence  $f$ , il se produit dans l'induit deux courants ayant comme fréquences respectives  $f - Nn$  et  $f + Nn$ . En ajoutant des capacités on peut par résonance, donner la prépondérance à la plus grande fréquence. Si  $m$  alternateurs identiques sont mis en cascade suivant ces principes, la fréquence du premier étant  $f_1$ , la fréquence du  $m^{\text{ème}}$  sera

$$f_m = f_1 + (m - 1) Nn = m Nn$$

puisque

$$f_1 = Nn.$$

Des machines de ce genre ont été étudiées et construites par MM. Marius Latour et Béthenod.

**Alternateur R. Goldschmidt.** — M. R. Goldschmidt a concentré en une seule machine les différentes machines d'un alternateur en cascade. Son alternateur comprend un inducteur et un induit, comme un alternateur ordinaire. L'inducteur est excité par du courant continu. Il fait naître, par le mécanisme ordinaire, du courant alternatif de fréquence fondamentale  $F$  dans l'induit de la machine. Ce courant, réagissant sur l'inducteur de la machine, donne naissance dans cet enroulement à un courant de fréquence  $2F$  qui, réagissant à son tour sur l'induit, y produit un courant de fréquence  $3F$  et ainsi de suite. L'inducteur est donc parcouru par des courants de fréquences  $0, 2F, 4F$ , etc., et l'induit par des courants de fréquences  $F, 3F, 5F$ , etc. On amplifie par l'utilisation des phénomènes de résonance, dont nous donnerons le principe plus loin, le courant à utiliser, de fréquence en  $F$ .

**Transformateurs de fréquence.** — On peut enfin, comme l'a fait M. Maurice Joly, obtenir de hautes fréquences en multipliant, à l'aide de transformateurs statiques de fréquence, la fréquence d'un alternateur ordinaire. C'est également sur ce principe qu'est fondé l'alternateur à haute fréquence du comte Arco, de la Société Telefunken.

B). *Oscillations électriques amorties, obtenues par la décharge d'un condensateur dans un circuit à étincelle.*

## 1<sup>o</sup> THÉORIE

**Analogies mécaniques.** — Les oscillations étudiées plus haut

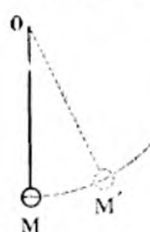


Fig. 7.

sont entretenues, c'est-à-dire d'amplitude constante. On peut en obtenir d'autres, dites amorties, dont l'amplitude décroît d'une manière continue. Elles se produisent quand un système naturel, primitivement en équilibre stable, est légèrement écarté de cette position, puis abandonné à lui-même. C'est le cas du pendule (fig. 7) qui, éloigné de la verticale, puis laissé libre de se mouvoir, revient à sa position d'équilibre après une série d'oscillations. C'est encore celui d'une masse liquide contenue dans un système de vases communicants, et qu'on abandonne



à lui-même après avoir provoqué une différence de niveau entre les deux portions (fig. 8).

**Représentation graphique d'oscillations amorties.** — Si  $Nn$  représente au temps  $t$ , la déviation de la masse  $M$  du pendule, ou la hauteur, au-dessus du niveau d'équilibre, de la surface de

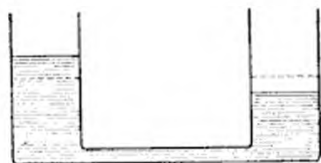


Fig. 8.



Fig. 9.

la masse liquide dans l'une des branches du système de vases communicants, la courbe qui représente les oscillations amorties est de la forme de la figure 9.

**Mécanisme de la production d'oscillations amorties par la décharge du condensateur.** — Il est à prévoir que, si, en électricité, nous produisons aussi des ruptures d'équilibre, nous obtiendrons des oscillations électriques. Si deux corps A et B, conducteurs d'électricité, sont mis en présence, ils forment ce qu'on appelle un *condensateur*, dont A et B sont les *armatures* (fig. 11).

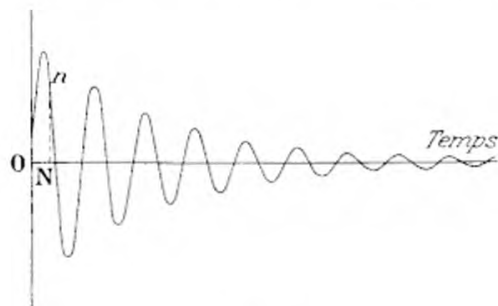


Fig. 10.



Fig. 11.

A l'état normal, les deux corps sont au même potentiel. Si on les réunit aux deux pôles d'une source d'électricité, une différence de potentiel s'établit entre eux. Supprimons maintenant la source d'électricité et réunissons A et B par un fil conducteur, le condensateur se décharge; les potentiels tendent à s'égaliser, l'égalisation ne se fait pas tout d'un coup, mais après une série d'oscillations amorties, la différence de potentiel changeant de signe à chaque demi-oscillation, et la courbe représentative de la variation aura l'aspect de celle de la figure 9. L'intensité du courant dans le fil de liaison et le champ magnétique auquel il donne naissance exécutent aussi une série d'oscillations représentée par une courbe semblable à celle de la figure 10

**Fréquence.** — Dans le cas où l'amortissement est faible, la période des oscillations est donné par la formule

$$T = 2\pi\sqrt{LC},$$

où  $T$  représente la période,  $L$  la self-induction,  $C$  la capacité du circuit oscillant.

**Cause de l'amortissement.** — Quelle est la cause de l'amortissement? Si dans le cas du pendule il n'y avait pas de frottement, qui transforme en chaleur l'énergie mécanique, les oscillations conserveraient indéfiniment leur amplitude primitive. Il en est de même dans le cas de la décharge du condensateur. Quand un courant passe dans un conducteur, il y a de nombreuses pertes d'énergie qui produisent l'amortissement.

**Conditions nécessaires pour la production des oscillations.** — Si dans le pendule le frottement était trop grand, ou si au lieu de laisser la masse pesante descendre d'elle-même de  $M'$  vers  $M$  on la retenait pendant la descente, il arriverait que, au lieu d'osciller autour de  $M$ , elle s'arrêtât dès qu'elle atteindrait ce point. Deux conditions sont donc nécessaires pour la production des oscillations : il faut que le frottement ne soit pas trop grand, et que le système soit abandonné brusquement à lui-même. Dans le cas du condensateur, il faudra :

1° Que les pertes d'énergie dans le conducteur de liaison ne soient pas trop grandes;

**Rôle de l'étincelle.** — 2° Que la liaison conductrice entre  $A$  et  $B$  soit rapidement établie, le condensateur étant chargé. Il faut évidemment que le temps nécessaire pour cela soit une fraction très petite de la période du mouvement oscillant qui, en radiotélégraphie est, comme nous l'avons vu, 15 000 au moins. On ne peut donc se servir d'interrupteurs ordinaires, formés par exemple d'une clé qu'on appuie à la main sur un plot, ou d'interrupteurs mécaniques. Pour se tirer d'affaire, on établit entre les corps  $A$  et  $B$  une différence de potentiel progressivement croissante. Ils se chargent d'électricité jusqu'à ce que, la différence de potentiel étant trop élevée, une étincelle éclate entre eux. La présence de l'étincelle rendant l'air conducteur, le condensateur se décharge, et comme la durée d'établissement de l'étincelle est très faible, la décharge est oscillante.

Dans le cas où les seules dissipations d'énergie sont sous forme de résistance ohmique, c'est-à-dire proportionnelles au carré de l'intensité à chaque instant, la théorie montre que l'oscillation est amortie, le rapport de deux maxima successifs dans le même

sens étant constant. Le logarithme de ce rapport est appelé *décroissement logarithmique de l'oscillation*, et a pour valeur

$$\delta = \frac{R}{2nL} = \pi R \sqrt{\frac{C}{L}}$$

R étant la résistance et L la self-induction du circuit. L'amortissement est donc d'autant plus grand que la résistance est plus grande et que la self-induction est plus faible ou [la résistance et la self étant liées par la relation

$$n = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}]$$

que la capacité est plus grande

**Résistance de l'étincelle.** — La résistance du circuit comprend la résistance ohmique du conducteur et celle de l'étincelle, qui est toujours très grande par rapport à la première. Les circonstances qui influent sur la valeur de cette résistance sont encore mal connues, quoique la question ait fait l'objet de nombreuses études. Il semble que la résistance de l'étincelle augmente avec la résistance ohmique du conducteur, diminue quand la capacité devient plus grande et dépend très peu de la self-induction du circuit oscillant. Pour de petites longueurs d'étincelle, la résistance est très grande; elle passe par un minimum pour une longueur comprise entre 3 et 6 millimètres suivant la capacité employée, puis croît quand la longueur d'étincelle augmente. Les courbes de la figure 12, dues à Rempp, montrent la variation de résistance d'étincelle avec la capacité et la longueur de l'étincelle.

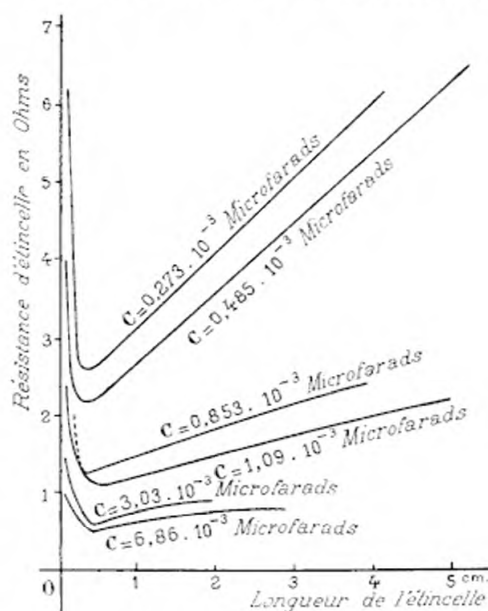


Fig. 12. — Courbes donnant la résistance de l'étincelle en fonction de sa longueur.

**Amortissement par rayonnement.** — Il y a d'autres causes d'amortissement, en particulier la dissipation d'énergie par rayonnement, qui produit dans les conducteurs extérieurs les

phénomènes d'induction. Ce rayonnement varie avec la forme des circuits; grand dans les circuits ouverts, il est plus faible dans les circuits fermés. Nous étudierons plus tard à ce point de vue les différentes formes de circuits.

**Hystérésis magnétique et hystérésis diélectrique.** — Enfin les phénomènes d'hystérésis magnétique, si le circuit oscillant contient du fer, et d'hystérésis diélectrique absorbent de l'énergie.

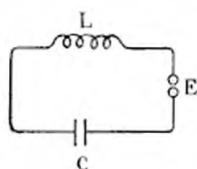


Fig. 13.



Fig. 14.



Fig. 15.

**Éléments d'un circuit oscillant.** — Un circuit oscillant se composera d'un condensateur  $C$ , d'une self-induction  $L$ , et d'un éclateur  $E$ , formé de deux

pôles entre lesquels jaillit l'étincelle (fig. 13). Les pôles de la source qui sert à charger le condensateur aboutiront, soit aux armatures du condensateur, soit aux pôles de l'éclateur.

**Cas particulier de l'antenne mise à la terre.** — Nous avons supposé jusqu'ici la capacité et la self concentrées en un point. Que se passe-t-il si elles sont réparties tout le long du circuit oscillant, comme dans le cas pratique de l'antenne, formée par un fil vertical mis à la terre? Si l'antenne est séparée de la terre par un éclateur soumis à une différence de potentiel progressivement croissante, un moment arrive où une étincelle éclate, et le condensateur formé par l'antenne et la terre se décharge avec oscillations, dont la période est la période propre du système (fig. 14).

Nous comparerons à l'antenne une corde extensible  $A_1 B_1$  (dont nous supposons le poids négligeable), suspendue en  $A_1$ . Allongeons-la de façon à l'amener en  $A_1 B_1'$  et abandonnons-la à elle-même. Elle reviendra à sa longueur primitive après une série d'oscillations (fig. 15). Nous ferons correspondre l'antenne à la corde suivant le tableau qui suit :

| CORDE EXTENSIBLE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | ANTENNE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Vitesse de déplacement d'un point <math>M_1</math>.</p> <p>Tension (ou compression) en un point <math>M_1</math>.</p> <p>Point <math>A_1</math> (fig. 15).</p> <p>Point <math>B_1</math> (fig. 15).</p> <p>La vitesse de déplacement, à un moment donné, croît constamment, depuis <math>A_1</math>, où elle est nulle, puisque ce point est fixe, jusqu'à <math>B_1</math>, où elle est maximum, puisque ce point est libre de se mouvoir.</p> <p>La tension ou la compression (suivant le sens du déplacement) est nulle au point <math>B_1</math>, qui est libre de se mouvoir, et constamment croissante jusqu'en <math>A_1</math>, où elle est maxima.</p> | <p>Intensité en un point <math>M</math>.</p> <p>Potentiel au point <math>M</math>.</p> <p>Point <math>A</math> (fig. 14).</p> <p>Point <math>O</math> (fig. 14).</p> <p>L'intensité croît constamment depuis <math>A</math> où elle est nulle, puisque ce point est isolé, jusqu'à <math>O</math>, où elle est maxima, puisqu'il n'y a aucune résistance à l'écoulement d'électricité, ce point étant à la terre.</p> <p>Le potentiel croît constamment depuis <math>O</math>, où il est nul, puisque ce point est à la terre jusqu'à <math>A</math>, où il est maximum.</p> |

La courbe *a* (fig. 16) représente la variation de potentiel le long de l'antenne; la courbe *b* représente la variation de l'intensité. L'antenne, dans ces conditions, vibre suivant sa période propre.

**Longueur d'onde.** — Soit  $V$  la vitesse de déplacement de l'électricité, on appelle longueur d'onde, et nous désignerons par  $\lambda$  la quantité

$$\lambda = VT,$$

$T$  étant la période d'oscillation. La longueur d'onde est donc le chemin parcouru pendant une période de l'oscillation. Quand l'antenne vibre avec sa période propre, la longueur d'onde est un peu plus de 4 fois la longueur de l'antenne.

**Harmoniques.** — On peut aussi faire vibrer l'antenne suivant les harmoniques de la période fondamentale, comme une corde peut vibrer suivant les harmoniques du son fondamental, avec cette condition qu'on ait toujours un nœud d'intensité (point où

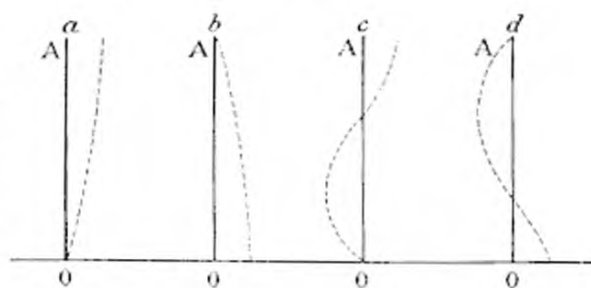


Fig. 16.

l'intensité est nulle) au sommet de l'antenne, un ventre d'intensité à la base (point où l'intensité est maxima); un nœud de potentiel à la base et un ventre de potentiel au sommet. Les harmoniques qu'on pourra avoir correspondront aux longueurs d'onde

$$\lambda_3 = \frac{\lambda}{3} \quad \lambda_5 = \frac{\lambda}{5} \quad \lambda_7 = \frac{\lambda}{7} \quad \text{etc.}$$

Les courbes *c* et *d* (fig. 16) correspondent à la longueur d'onde  $\lambda_3$ , *c* est celle du potentiel, *d* est celle de l'intensité.

## 2° MONTAGES ET APPAREILS

*Il s'agit de répéter périodiquement la charge d'un condensateur et sa décharge dans un circuit oscillant.*

I. — **Source de force électromotrice de charge.** — Si l'on appelle *C* la capacité du condensateur, *V* la différence de potentiel, l'énergie accumulée dans le condensateur à chaque charge est

$$W = \frac{1}{2} CV^2.$$

La capacité étant limitée il faut, pour mettre en jeu une énergie suffisante, employer une très grande différence de potentiel, en pratique au moins 20 000 volts. Pour l'obtenir, on ne peut se servir en général :

De machines électrostatiques, qui donnent bien une haute tension, mais trop peu d'énergie pour permettre la décharge à intervalles rapprochés ;

De piles ou de batteries d'accumulateurs, dont les éléments devraient être en nombre si grand que l'entretien en deviendrait très difficile ;

De machines dynamos à courant continu ou alternatif, qui ne se construisent pas pour de hautes tensions d'une façon courante.

On produit ordinairement, au moyen de dynamos, du courant dont on élève la tension au moyen de transformateurs.

**1° Emploi du courant continu.** — Il n'existe pas d'appareils industriels permettant d'élever directement la tension d'un courant continu. On transforme d'abord le courant en courant périodique au moyen d'un interrupteur, et on élève la tension par un transformateur, constitué en principe de deux enroulements superposés, le primaire à petit nombre de spires, où passe le courant à transformer, et le secondaire à grand nombre de spires, où l'on recueille la haute tension. Le montage est donc le



suivant : le circuit primaire contient la source de courant continu, un interrupteur I (qu'on shunte ordinairement par un condensateur C) et le primaire du transformateur T; on recueille la haute tension entre les extrémités du secondaire (fig. 17).

**Source de courant continu.**  
— La source à basse tension

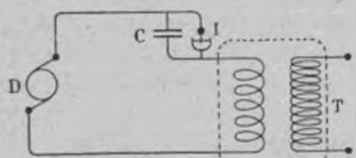


Fig. 17.

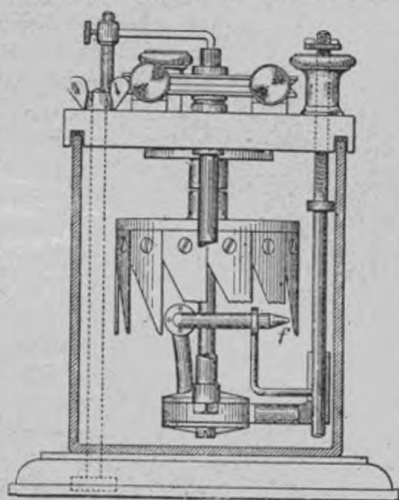


Fig. 18. — Interrupteur de Max Lévy.  
Extrait de « Elektrotechnische Zeitschrift ».

est une machine dynamo à courant continu, une batterie d'accumulateurs, ou le réseau de distribution.

**Interrupteurs.** — Les modèles d'interrupteurs sont très nom-

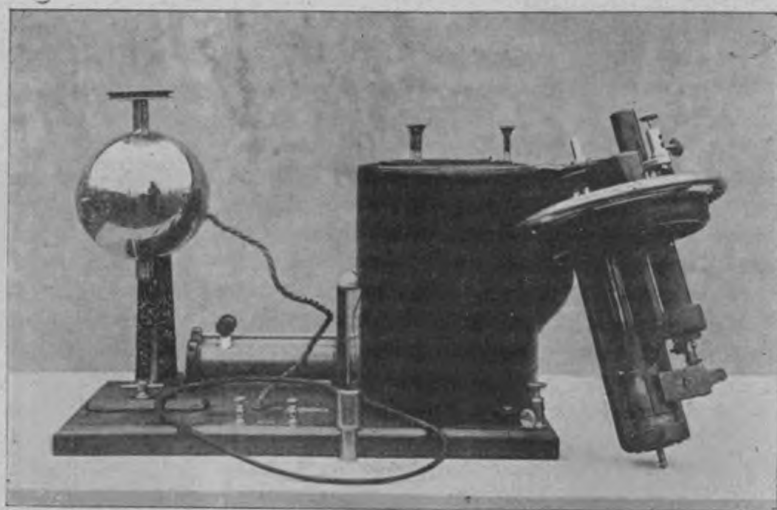


Fig. 19. — Interrupteur Klingelfuss.

breux; le plus simple est l'interrupteur à marteau de la bobine de Ruhmkorff; mais il ne peut couper que de faibles intensités.

Dans la plupart des modèles actuellement employés, le mouvement de la partie mobile est commandé par un moteur électrique.

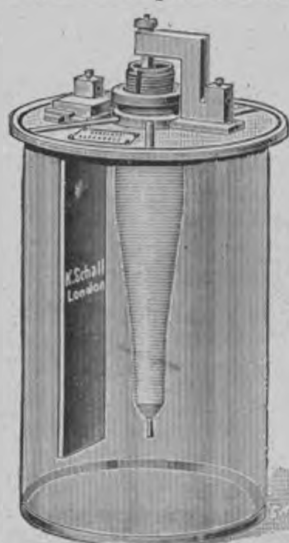


Fig. 20. — Interrupteur Wehnelt.

Dans certains *interrupteurs à turbine*, un jet de mercure, poussé par une pompe centrifuge, s'échappe par une petite ouverture et ferme le circuit, en venant frapper contre une plaque conductrice. Le circuit est ouvert périodiquement par l'interposition d'un écran non conducteur entre l'orifice du mercure et la plaque (fig. 18).

L'Administration française des Postes et Télégraphes emploie dans ses stations l'interrupteur Klingelfuss : un balai métallique frotte contre un cylindre qui tourne autour de son axe, et dont la surface est alternativement isolante et conductrice. L'ensemble est plongé dans un mélange de mercure et de pétrole dans des proportions telles qu'il soit isolant, mais amalgame constamment les surfaces en contact. Le mélange est monté au niveau utile par une vis d'Archimède. Ces interrup-



Fig. 21. — Interrupteur Wehnelt.

teurs fonctionnent bien sous une intensité maxima de 35 ampères. La fréquence des interruptions peut varier de 25 à 120 (fig. 19).



Citons enfin les *interrupteurs électrolytiques*. Dans la première forme, un vase rempli d'acide sulfurique dilué renferme deux électrodes, la négative formée d'une lame de plomb, et la positive, composée d'un fil de platine de 1 à 2 millimètres de diamètre, émergeant de 1 à 2 millimètres hors d'un tube de verre ou de porcelaine (fig. 20). Dans une autre forme, un vase plein d'acide sulfurique dilué contient deux larges électrodes séparées par une lame isolante percée de trous. Ces appareils mis en série avec une bobine de self convenable et une force électromotrice continue, jouent le rôle d'interrupteurs et donnent de 100 à 2 000 interruptions par seconde, mais ne permettent qu'une intensité restreinte.



Fig. 22.

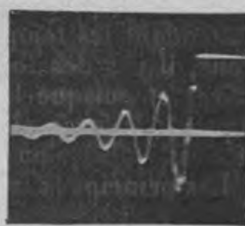


Fig. 23.

Au moment de la rupture du circuit, il se forme entre les contacts de l'interrupteur un arc qui détériore les contacts et prolonge la durée de la liaison conductrice, d'où une diminution de la force électromotrice induite qui est, d'après les lois de l'induction, d'autant plus faible que la rupture est moins brusque. La figure 22, obtenue dans ces conditions, représente en fonction du temps le courant dans la bobine à la rupture. Si, au contraire, on met un condensateur en dérivation entre les deux bornes de l'interrupteur, il se produit des oscillations (fig. 23). Le courant s'annule après une série d'oscillations amorties; alors, le courant se partageant entre

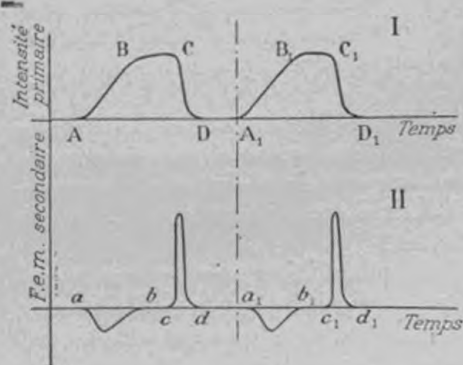


Fig. 24.

l'interrupteur et le condensateur, les contacts s'échauffent moins, et l'arc dure moins longtemps; de plus les variations du courant primaire sont plus rapides, et donc la force électromotrice secondaire est plus grande.

**Transformateurs.** — Dans le cas du courant continu, le transformateur est le plus souvent une bobine d'induction, formée de deux enroulements superposés, faits sur un noyau de fer doux, le primaire à gros fil et petit nombre de spires, le secondaire à fil fin et grand nombre de spires. Avec un courant primaire périodiquement interrompu, pendant une période, le courant éprouve les variations suivantes (fig. 24) :

Durée AB : établissement du courant; il s'élève lentement à sa valeur de régime;

Durée BC : période de régime;  
Durée CD : rupture du circuit, l'intensité tombe brusquement à zéro;

Durée DA<sub>1</sub> : courant nul.

Pendant les temps AB et CD où le courant éprouve des variations, il y a des forces électromotrices induites dans le secondaire, et puisque la variation du courant est plus rapide à la rupture, la force électromotrice de rupture sera la plus grande, et c'est celle qu'on utilisera généralement.

Les principaux facteurs à considérer dans la construction des bobines d'induction sont les suivants :

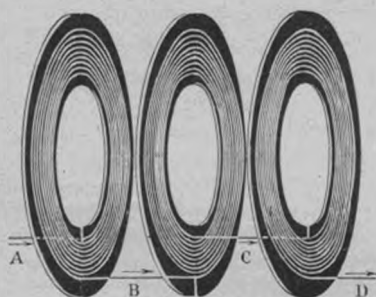


Fig. 25.

Extrait de J.-A. Fleming : « An elementary manual of radiotelegraphy and radiotelephony », avec l'autorisation de l'auteur.

Le rapport de transformation. Si  $N$  et  $n$  sont les nombres de tours du secondaire et du primaire,  $U$  et  $u$  les différences de potentiel primaire et secondaire, on a pour un courant sinusoïdal

$$\frac{U}{u} = \frac{N}{n} = \rho.$$

La quantité  $\rho$  est le rapport de transformation. On voit que, toutes choses égales d'ailleurs, la force électromotrice secondaire est d'autant plus grande que  $\rho$  est plus grand.

**La résistance du secondaire.** La force électromotrice secondaire ne s'établit pas instantanément. Elle n'arrive à son maximum qu'après un temps d'autant plus long que la résistance du secondaire est plus grande. Celle-ci doit donc être prévue d'après le nombre d'interruptions à produire.

**L'isolement.** Si l'on enroulait le secondaire en couches superposées allant d'un bout à l'autre de la bobine, la différence de potentiel serait trop grande entre les spires en contact qui terminent deux couches successives. Aussi le circuit secondaire est-il ordinairement formé d'un grand nombre de bobines plates mises en série, montées sur un tube d'ébonite à l'intérieur duquel est placé le primaire, et séparées les unes des autres par des disques isolants. Dans les bobines à très haut potentiel, on emploie quelquefois le système d'enroulement de M. Leslie Miller représenté figure 25. (Les disques ont été écartés l'un de l'autre pour la clarté de la figure.)

**Conclusion.** — L'emploi du courant continu présente l'avantage

que l'énergie peut être sous cette forme emmagasinée dans des accumulateurs. La partie la plus délicate est l'interrupteur qui est soumis à des à-coups un grand nombre de fois par seconde. Aussi l'usage en est-il ordinairement limité aux stations peu puissantes. On peut cependant arriver par une utilisation rationnelle à de très bons résultats comme l'expérience l'a montré dans la station d'Alger, qui, équipée en 600 mètres de longueur d'onde, a obtenu des portées de plus de 2000 kilomètres, et la station de Boulogne-sur-Mer (300 mètres) qui a dépassé 1500 kilomètres.

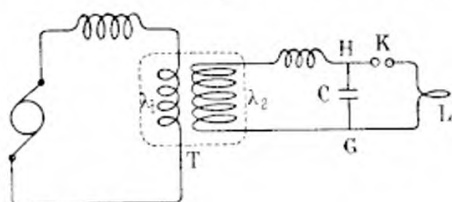


Fig. 26.

**2° Emploi du courant alternatif.** — Dans ce cas, qui est de plus en plus fréquent, l'alternateur est mis directement en série avec le primaire du transformateur. La haute tension de charge est prise aux bornes du secondaire.

Les alternateurs employés sont le plus souvent des machines à fréquence élevée (150 à 1000).

**Transformateurs.** — La théorie et la construction des transformateurs ont fait depuis quelques années de grands progrès. Le Pr. d'Arsonval, MM. Blondel et Béthenod, en France, ont en particulier fait sur

cette question de remarquables études.

Soit GHKL un circuit oscillant alimenté par du courant alternatif (fig. 26).

T le trans-

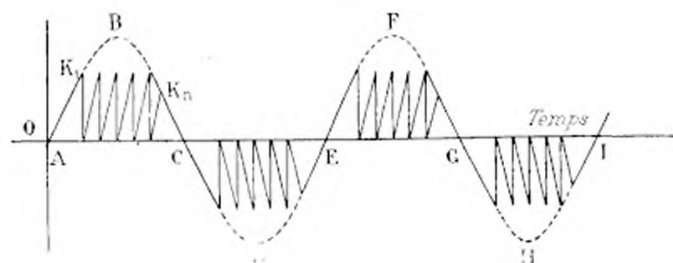


Fig. 27.

formateur,  $\lambda_1$ ,  $\lambda_2$  les self-inductions des deux enroulements.

$L_1$ ,  $L_2$  les self-inductions totales des circuits primaire et secondaire.

C la capacité du condensateur.

M le coefficient d'induction mutuelle des enroulements du transformateur.

Si les deux pôles de l'éclateur K sont très rapprochés, la différence de potentiel croissant à partir de zéro au début d'une période atteint la valeur correspondant à l'éclatement bien avant la valeur maxima qu'elle atteindrait s'il n'y avait pas d'éclateur. Alors le condensateur se décharge, et, s'il ne se forme

pas d'arc entre les deux boules de l'éclateur, la force électromotrice peut s'élever de nouveau à la valeur de charge, l'étincelle éclate de nouveau, et il peut en être ainsi plusieurs fois pendant une demi-période. La courbe de la force électromotrice prend alors l'aspect de la figure 27, qui correspond à 5 étincelles par demi-période.

Mais ce n'est pas le cas général. D'ordinaire, si l'on ne prend pas de précautions, il se forme, après la première décharge, entre les deux boules de l'éclateur, un arc qui maintient faible la différence de potentiel et empêche de nouvelles décharges

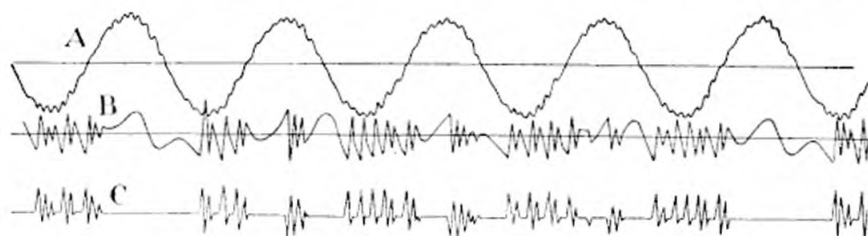


Fig. 28. — Extrait de A. Blondel : « Sur la décharge des condensateurs », avec l'autorisation de l'auteur.

A. Tension du réseau. — B. Tension aux bornes du condensateur. — C. Courant dans l'arc.

oscillantes. Pour en empêcher la formation, on a essayé plusieurs moyens d'abord employés par le Pr. d'Arsonval.

1° Souffler énergiquement l'étincelle par un courant d'air qui éteint l'arc ;

2° Former l'éclateur de parties mobiles l'une par rapport à l'autre. L'étincelle éclate quand les deux surfaces sont le plus proches l'une de l'autre. L'arc est coupé ensuite par l'éloignement des deux surfaces ;

3° A la fin d'une décharge du condensateur, la différence de potentiel entre ses deux armatures est à peu près nulle. Si les circuits sont réglés de façon que la différence de potentiel augmente lentement à partir de ce moment, l'arc ne peut pas s'établir, la différence de potentiel augmente jusqu'à la valeur qui correspond à l'éclatement, l'étincelle jaillit, et tout recommence. On peut avoir ainsi plusieurs étincelles par demi-période. Les courbes (fig. 28) ont été obtenues par M. Blondel dans ces conditions. La théorie montre que la différence de potentiel croît le plus lentement quand

$$(L_1 L_2 - M^2) C \omega^2 = L_1. \quad (1)$$

On dit alors qu'il y a *résonance*.

On peut, pour réaliser cette condition, utiliser des transformateurs à fuites convenablement calculés. On peut aussi employer des transformateurs industriels sans fuites, mais alors on a sensiblement

$$\lambda_1 \lambda_2 - M = 0$$

et la formule (1) montre qu'il faudra ajouter des selfs  $l_1$ ,  $l_2$ , soit au primaire, soit au secondaire. Le plus facile, en particulier pour des questions d'isolement de la self à ajouter, est de faire le réglage par le primaire. Alors  $\lambda_1 = L_1$ , et la valeur de la self  $l_1$  à ajouter au primaire est donnée par la formule (1). En supposant  $\lambda_2 C \omega^2$  très grand par rapport à 1 on trouve

$$l_1 = \frac{1}{\rho^2 \omega^2 C}$$

$\rho$  étant le rapport de transformation du transformateur.

La théorie montre encore que, si la résonance est obtenue, la différence de potentiel aux bornes du condensateur  $U$  est maxima, et peut être bien supérieure à la valeur  $\rho E_1$ , qui est la différence de potentiel secondaire à circuit ouvert,  $E_1$  étant la différence de potentiel primaire. La valeur  $\frac{U}{\rho E_1}$  qui mesure l'acuité de la résonance, n'est limitée que par les résistances des circuits secondaire et primaire. Elle peut atteindre 15 dans

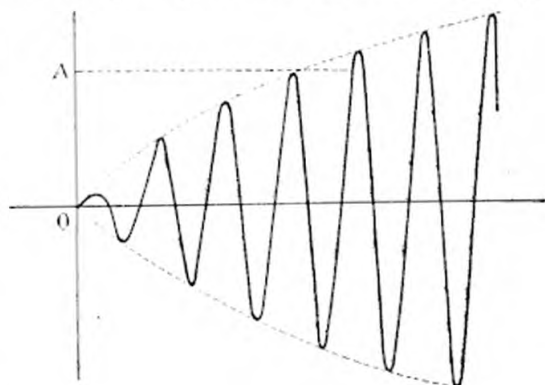


Fig. 29.

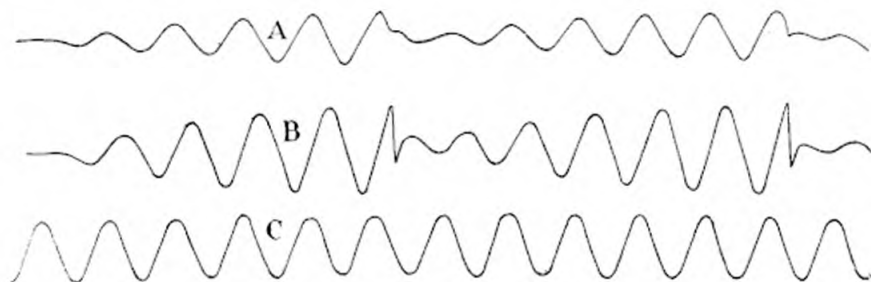


Fig. 30. — Extrait de A. Blondel : « Sur la décharge des condensateurs » avec l'autorisation de l'auteur.

A. Intensité dans le circuit primaire. — B. Tension aux bornes du condensateur.  
C. Tension aux bornes du réseau.

la pratique. Il faudra naturellement, si l'on utilise cette propriété du transformateur, proportionner son isolement aux tensions élevées qu'on lui fait supporter.

*A priori*, l'emploi de résonances aiguës semble donc très séduisant. On s'est demandé si l'on ne pourrait pas élever par résonance la tension de l'alternateur à une valeur suffisante pour qu'on pût se passer de transformateur. On est arrêté dans

cette voie par la remarque déjà faite que dans ce cas la tension atteint très lentement sa valeur de régime, la courbe représen-

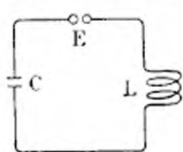


Fig. 31.

tative ayant la forme de la figure 29. Si par exemple la tension d'éclatement est OA, elle ne sera atteinte qu'après 5 périodes, c'est-à-dire, si l'alternateur donne 25 périodes à la seconde, après  $\frac{1}{5}$  seconde, et l'on

ne pourra faire éclater que cinq étincelles par seconde, ce qui est trop peu. La courbe (fig. 30), obtenue par M. Blondel à l'oscillographe, donne un exemple d'étincelle éclatant toutes les 6 périodes.

Le meilleur semble donc de régler les transformateurs à la résonance, mais sans employer une différence de potentiel beaucoup supérieure à celle qu'on obtient à circuit ouvert, sous peine de raréfier l'étincelle.

II. — Circuit oscillant. — Le circuit oscillant comprend l'éclateur E, le condensateur C et la self-induction L (fig 31).

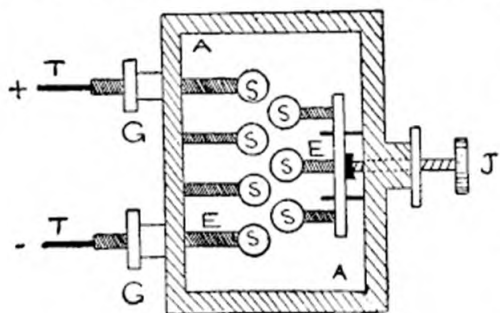


Fig. 33. — Éclateur multiple J.-S. Stone.

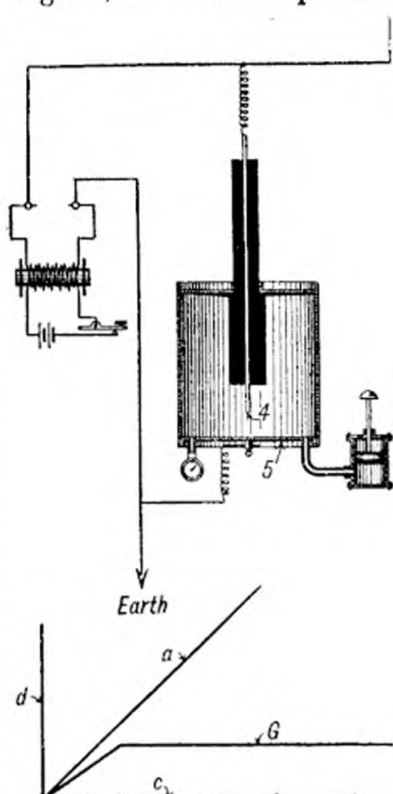


Fig. 32. — Éclateur Fessenden.

**Éclateur.** — Sous sa forme la plus simple, il est formé de deux boules métalliques en regard (sphères en laiton de 1 à 2 centimètres de diamètre).

S'il s'agit de grandes puissances, certaines précautions sont utiles.

Pour éviter l'échauffement, on fait souvent jaillir l'étincelle entre deux cylindres massifs, ou deux tores. L'étincelle se déplace alors tout le long de l'éclateur, ce qui répartit uniformément l'élévation de température et l'usure.







S est la surface du diélectrique,  $e$  son épaisseur, K son pouvoir inducteur spécifique.

Une bouteille de Leyde est formée par un tube diélectrique. Les armatures sont des feuilles métalliques appliquées à l'intérieur et à l'extérieur du tube. La capacité est

$$C = \frac{Kl \text{ centimètres}}{4,6052 \log_{10} \frac{D_1}{D_2}} = \frac{Kl}{41,4468 \log \frac{D_1}{D_2}} \text{ microfarads.}$$

$l$  est la longueur,  $D_1$  et  $D_2$  les diamètres extérieur et intérieur.

**Éléments à considérer dans la construction d'un condensateur.** — La quantité d'énergie emmagasinée dans un condensateur de capacité C chargé au potentiel V est  $\frac{1}{2} CV^2$ . Il y a donc deux éléments à considérer dans le choix d'un condensateur.

1° La *capacité*. Elle dépend uniquement de la forme géométrique des armatures et du pouvoir inducteur spécifique du diélectrique. Les pouvoirs inducteurs spécifiques des principaux diélectriques sont :

|                      |          |
|----------------------|----------|
| Air . . . . .        | 1        |
| Verre . . . . .      | 6,5 à 10 |
| Ebonite . . . . .    | 2 à 3    |
| Mica . . . . .       | 6,64     |
| Huile de paraffine . | 2        |

2° La *différence de potentiel* à laquelle il peut être porté. Elle n'est pas illimitée. Quand elle dépasse une certaine valeur, une étincelle éclate, et le diélectrique est percé. Elle est, pour les solides et les liquides, sensiblement proportionnelle à l'épaisseur du diélectrique. Les chiffres suivants représentent la différence de potentiel maxima en kilovolts par centimètre pour quelques diélectriques.

|                   |     |                             |    |
|-------------------|-----|-----------------------------|----|
| Cristal . . . . . | 200 | Huile de vaseline . . . . . | 60 |
| Ebonite . . . . . | 500 | Huile d'olive . . . . .     | 70 |

Pour l'air, on a les chiffres suivants, entre sphères métalliques polies de 2 centimètres de diamètre à la pression de 760 millimètres.

Table des voltages correspondant à des longueurs d'étincelles données, entre sphères métalliques de 2 centimètres de diamètre, dans l'air, à une pression de 760 millimètres. (Extrait de Fleming, *An Elementary Manual of Radiotelegraphy and Radiotelephony*.)

| LONGUEURS<br>D'ÉTINCELLE<br>EN m/m | VOLTAGE | LONGUEURS<br>D'ÉTINCELLE<br>EN m/m | VOLTAGE | LONGUEURS<br>D'ÉTINCELLE<br>EN m/m | VOLTAGE |
|------------------------------------|---------|------------------------------------|---------|------------------------------------|---------|
| 1                                  | 4 700   | 18                                 | 44 700  | 35                                 | 61 100  |
| 2                                  | 8 100   | 19                                 | 46 100  | 36                                 | 61 800  |
| 3                                  | 11 400  | 20                                 | 47 400  | 37                                 | 62 400  |
| 4                                  | 14 500  | 21                                 | 48 600  | 38                                 | 63 000  |
| 5                                  | 17 500  | 22                                 | 49 800  | 39                                 | 63 600  |
| 6                                  | 20 400  | 23                                 | 51 000  | 40                                 | 64 200  |
| 7                                  | 23 250  | 24                                 | 52 000  | 41                                 | 64 800  |
| 8                                  | 26 100  | 25                                 | 53 000  | 42                                 | 65 400  |
| 9                                  | 28 800  | 26                                 | 54 000  | 43                                 | 66 000  |
| 10                                 | 31 300  | 27                                 | 54 900  | 44                                 | 66 600  |
| 11                                 | 33 300  | 28                                 | 55 800  | 45                                 | 67 200  |
| 12                                 | 35 500  | 29                                 | 56 700  | 46                                 | 67 800  |
| 13                                 | 37 200  | 30                                 | 57 500  | 47                                 | 68 300  |
| 14                                 | 38 700  | 31                                 | 58 300  | 48                                 | 68 900  |
| 15                                 | 40 300  | 32                                 | 59 000  | 49                                 | 69 300  |
| 16                                 | 41 300  | 33                                 | 59 700  | 50                                 | 69 800  |
| 17                                 | 43 200  | 34                                 | 60 400  | 51                                 | 70 300  |

La différence de potentiel étant proportionnelle sensiblement, pour les solides et les liquides, à l'épaisseur du diélectrique; la capacité étant, pour les condensateurs plans et plus généralement pour les condensateurs à lame diélectrique mince, donnée par la formule

$$C = \frac{KS}{4\pi e} \quad \text{la quantité d'énergie} \quad \frac{1}{2} CV^2$$

qu'on peut emmagasiner dans un diélectrique donné est proportionnelle au volume.

Le diélectrique, qui est l'élément important du condensateur, peut être solide, liquide ou gazeux.

**Condensateurs à air.** — Le plus simple est l'air. L'élément de condensateur est alors formé de feuilles de métal parallèles séparées par de l'air, toutes les feuilles paires réunies entre elles formant une armature, toutes les feuilles impaires formant la deuxième armature (fig. 35).

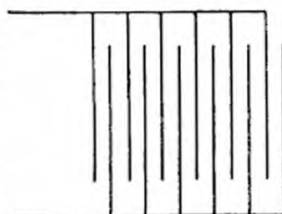


Fig. 35.

L'énergie emmagasinée, en admettant une différence de potentiel de rupture de 30 000 volts par centimètre d'épaisseur d'air est alors, par centimètre cube :

$$\frac{30\,000^2}{36,105,106 \cdot \pi} = \frac{8}{105} \text{ joule.}$$

Tandis que si l'on emploie, comme diélectrique, du verre dont le pouvoir inducteur spécifique est 10 et qui supporte 200 000 volts par centimètre d'épaisseur, la quantité d'énergie emmagasinée est, par centimètre cube :

$$\frac{10 \cdot 200\,000^2}{\pi \cdot 36,105,106} = \frac{3,5}{102} \text{ joule.}$$

Le condensateur à air est donc, à énergie emmagasinée égale,

$$\frac{3,5 \cdot 10^3}{10^2 \cdot 8} = 450 \text{ fois}$$

plus encombrant que le condensateur à plaques de verre. Les connexions reliant les éléments du condensateur entre eux et aux autres parties du circuit oscillant deviennent alors très longues, et par conséquent très gênantes à cause de leur self et de leur résistance.

On peut réduire l'encombrement en employant des gaz comprimés (Fessenden). La différence de potentiel maxima par unité de longueur du gaz diélectrique est en effet sensiblement proportionnelle à sa pression.

**Condensateurs à verre.** — Les seuls diélectriques solides indiqués pour de hautes tensions sont le verre, l'ébonite, la mica-nite. Le meilleur au point de vue du prix de revient est le verre.

**Condensateurs C. G. R.** — Les condensateurs à verre sont construits souvent sous forme de condensateurs plans, formés de feuilles métalliques séparées par des lames de verre, les feuilles paires réunies formant une armature, les feuilles impaires formant la deuxième armature. Dans le modèle C. G. R. (Compagnie générale radiotélégraphique), les lames diélectriques sont en aluminium, et l'ensemble est noyé dans du pétrole. Pour éviter l'usure progressive du verre qui se produit sur les bords des armatures, les bords de ces armatures sont isolés du diélectrique verre par une mince épaisseur de pétrole.

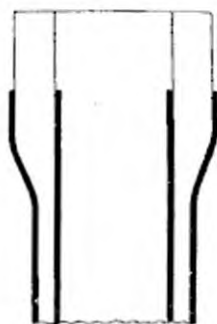


Fig. 36.

**Tubes Moscicki.** — On réalise aussi les condensateurs à verre sous forme de bouteilles de Leyde. L'un des meilleurs modèles est le tube Moscicki : les ruptures ayant toujours lieu au bord des armatures, le diélectrique est renflé à cet endroit. Les deux faces sont argentées et recouvertes d'un dépôt de cuivre électrolytique. L'armature extérieure est protégée par un

tube de cuivre en contact avec elle. Le tout est rempli d'eau glycerinée (fig. 36).

**Groupements de condensateurs.** — Les éléments de condensateurs sont réunis en série ou en parallèle suivant les besoins.

Soient  $C_1, C_2, C_3 \dots$  les capacités des différents éléments. Dans le montage en série (fig. 37) on a,  $j$  étant la capacité de l'ensemble

$$\frac{1}{j} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \dots$$

Dans le montage en parallèle on a (fig. 38) :

$$j = C_1 + C_2 + C_3 + \dots$$

**Self-inductions.** — Elles sont formées ordinairement d'hélices faites soit en tube de cuivre, soit en ruban de cuivre, les spires successives étant isolées l'une de l'autre par de l'air.

### C). Emploi de l'arc électrique.

**Principe.** — Soit A et B deux crayons conducteurs (en charbon ou en métal) placés en regard, et réunis aux bornes d'une source de courant continu S. Un arc jaillit entre les deux crayons. Si on relie les deux pôles de l'arc à un circuit contenant un condensateur C et une bobine de self-induction L, il se produit, dans certaines conditions, des oscillations électriques entretenues dans le circuit ABCL (fig. 39).

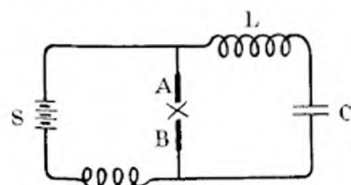


Fig. 39.

**Histoire.** — La présence d'oscillations, annoncée par Elihu Thomson en 1892 (son appareil permettait d'obtenir jusqu'à 50 000 oscillations par seconde), fut prouvée d'une manière directement perceptible par M. Duddell. Il montra en 1900 que, dans

certaines conditions, l'appareil décrit ci-dessus rend un son musical. C'est qu'il y a dans le circuit des oscillations électriques qui, réagissant sur l'air environnant, lui communiquent des vibrations de fréquence égale à la leur, qui impressionnent l'oreille. Ceci indiquait en même temps que la fréquence était de l'ordre de celles qui produisent des sons. En fait, les nombres d'oscillations obtenus par Duddell ne dépassaient pas 10 000 à la seconde. C'était beaucoup trop peu pour les besoins de la radiotélégraphie qui, nous l'avons vu, utilise des fréquences d'au moins 60 000.

Le phénomène de l'arc chantant excita un vif intérêt. De

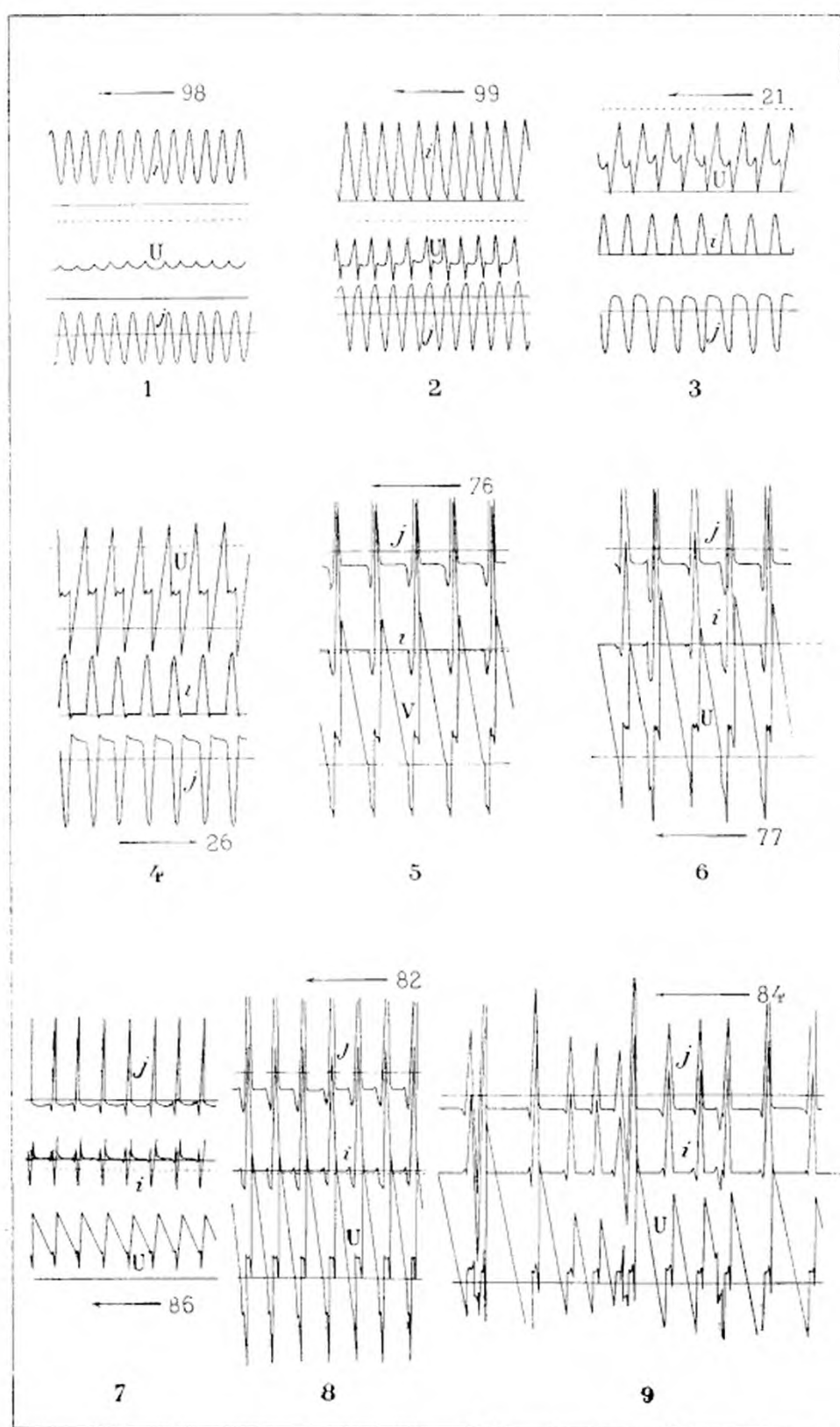


Fig. 40. — Extrait de A. Blondel : « Sur les phénomènes de l'arc chantant », avec l'autorisation de l'auteur.

$U$ . Tension aux bornes de l'arc. —  $V$ . Tension aux bornes du condensateur.  
 $i$ . Courant dans l'arc. —  $j$ . Courant dans le condensateur.

nombreux théoriciens cherchèrent à l'éclaircir; de nombreux expérimentateurs continuèrent les travaux d'Elihu Thomson et de M. Duddell. Les difficultés furent atténuées peu à peu, une fixité relative fut obtenue dans la fréquence et l'intensité; on imagina des dispositifs qui donnèrent des fréquences de plus en plus élevées (fréquence 3 500 000 obtenue en 1907 par M. Austin). Nous citerons parmi les travaux les plus importants ceux de M. Banti (1903); M. Blondel; M. Barkhausen (1907).

**Considérations théoriques.** — Le phénomène qui se produit le plus généralement est le suivant : supposons que, l'arc étant éteint, on place en dérivation le circuit contenant une self et un condensateur (fig. 39). Le condensateur se charge, la tension monte aux bornes de l'arc, et, pour une certaine valeur de cette tension, l'arc s'allume; le condensateur se décharge alors à travers l'arc, le voltage baisse aux bornes de l'arc, et quand la tension est suffisamment faible, l'arc s'éteint. Le condensateur se charge de nouveau, puis se décharge à travers l'arc qui se rallume, et le phénomène se répète indéfiniment. En somme, il se produit une succession de charges du condensateur et de décharges dans un circuit contenant l'arc, la self et le condensateur. Les courbes (3, fig. 40), montrent bien l'allure du phénomène. Elles ont été obtenues à l'oscillographe par M. Blondel. Comme l'arc présente une grande résistance, le circuit est très amorti, et la décharge du condensateur a lieu ordinairement sans oscillations.

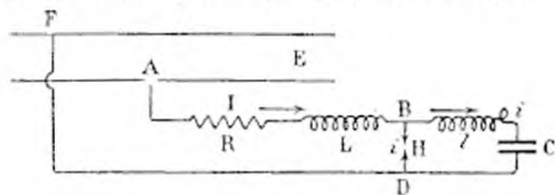


Fig. 41.

La fréquence des charges et décharges successives n'est pas, évidemment, la même que celle de la décharge du condensateur dans un circuit comprenant même self et même capacité. Elle dépend surtout de la facilité avec laquelle se fait le rallumage de l'arc après l'extinction et, par conséquent, du régime de la source d'alimentation, des causes de refroidissement de l'arc, de l'intensité du courant, de la longueur de l'arc.

Ce phénomène discontinu est celui qui se produit le plus souvent, notamment si l'arc est court par rapport au voltage employé, si le courant est faible, et surtout s'il y a de fortes selfs dans le circuit d'alimentation (Montage, fig. 41).

Mais on peut, en variant les constantes des circuits, obtenir d'autres phénomènes.

Quand la self-induction dans le circuit d'alimentation est faible ou nulle, quand l'intensité n'est pas trop voisine de la condition limite de stabilité, et que l'écart des charbons est plutôt fort, l'arc ne s'éteint jamais, le phénomène est continu, et la courbe de l'intensité dans le circuit oscillant est sensiblement sinusoïdale (1 et 2, fig. 40).

Si au contraire, partant des données qui produisent le phénomène discontinu représenté figure 3, planche 1, on augmente la self du circuit d'alimentation et la tension de la source, en même temps qu'on réduit la résistance ohmique, les décharges deviennent oscillantes, et l'on voit apparaître plusieurs elongations à chaque décharge (3 à 9, fig. 40).

**Applications pratiques. L'arc à haute tension (M. BLONDEL).** — Dans la pratique, deux méthodes sont employées. La première emploie l'arc sous haute tension. M. Blondel a indiqué, comme



déflagrateur basé sur ce principe, l'emploi de deux cylindres

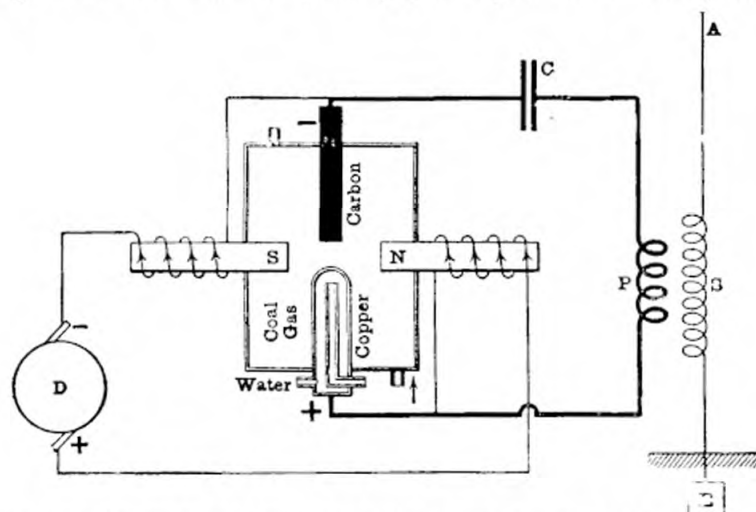


Fig. 42. — Extrait de J.-A. Fleming : « The elementary manual of radiotelegraphy and radiotelephony », avec l'autorisation de l'auteur.

placés dans le pétrole, ou dans un liquide isolant analogue, renouvelé par une circulation continue pour l'épurer et le maintenir suffisamment froid. Un premier appareil, fondé sur ce principe, a été construit en 1906 et a subi depuis différentes modifications ; une étude complète du dispositif a été faite par M. le capitaine Brenot, qui a constaté qu'on obtient ainsi des ondes très régulières et d'une grande intensité ; par exemple, avec une dynamo de 2000 volts, il obtient, dans l'antenne de la tour Eiffel, une intensité très régulière de 14 à 15 ampères moyens efficaces, chiffres bien supérieurs à ceux donnés par d'autres méthodes (1).

En Amérique, l'emploi de l'arc à haute tension paraît assez répandu. Dans des ex-

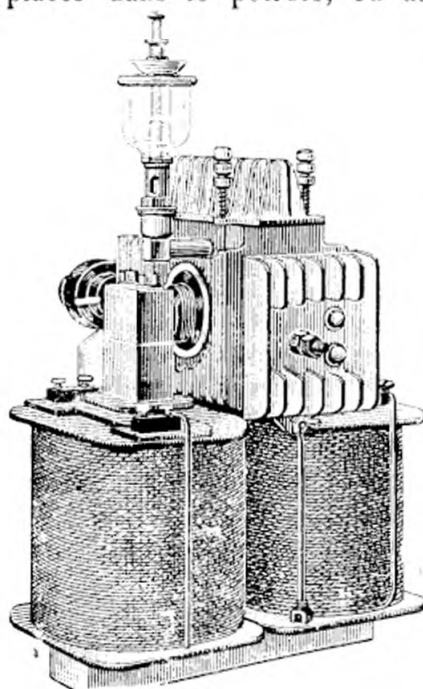


Fig. 43. — Arc Poulsen.  
Extrait de « The Electrician », avec autorisation.

(1) Nous extrayons les renseignements ci-dessus d'une note sur la production d'ondes électriques par l'étincelle-arc à haute tension que nous devons à l'amabilité de M. Blondel.



périences de M. Austin (1907), l'arc jaillissait dans l'air comprimé à 7 atmosphères, sous une différence de potentiel de 4500 volts. Les deux électrodes étaient refroidies par un courant d'eau. L'énergie utilisée dans un circuit relié par induction au circuit oscillant pourrait s'élever jusqu'à 66 0/0 de l'énergie mise en jeu. La fréquence a atteint 3 500 000, et on n'a pas obtenu d'autre fréquence (à l'ondemètre) que la fréquence fondamentale.

**Procédé Poulsen.** — De bons résultats pratiques ont aussi été obtenus par M. Poulsen, qui emploie l'arc à basse tension, jaillissant entre les pôles d'un électro-aimant dans une atmosphère conductrice d'hydrogène ou de gaz d'éclairage; l'électrode positive est en charbon, l'électrode négative en cuivre et refroidie par un courant d'eau. La présence d'hydrogène ou de gaz d'éclairage semble mauvaise au point de vue de la pureté de l'onde émise; on obtient, en réalité, plusieurs ondes de fréquences différentes (fig. 42 et 43). Plusieurs expérimentateurs ont repris et perfectionné le procédé Poulsen. Nous citerons en particulier M. Majorana, en Italie, et MM. Colin et Jeance, en France.

## CHAPITRE II

### Détecteurs d'ondes.

Quand les ondes émises par le poste transmetteur rencontrent l'antenne réceptrice, elles y provoquent des courants oscillants induits dont il s'agit d'utiliser l'énergie pour produire un travail mécanique.

L'appareil de réception proprement dit sera variable suivant le but à atteindre. Ce sera un galvanomètre, dont on suit à l'œil les indications; un relais qui ouvre ou ferme le circuit d'un appareil moteur; un téléphone. Mais cet appareil, quel qu'il soit, ne peut être placé directement sur le circuit oscillant. Les courants induits dans l'antenne de réception ont en effet une intensité extrêmement faible dès que les stations sont un peu éloignées; et d'une part on ne construit pas de galvanomètres ou de relais sensibles aux faibles courants alternatifs; d'autre part l'emploi du téléphone ne donne pas de meilleurs résultats, car, ou bien les oscillations sont entretenues, mais alors leur fréquence, qui est aussi celle de la plaque vibrante, est beaucoup trop élevée pour qu'il se produise un son; ou bien il s'agit de trains d'ondes amorties, et chacun d'eux produit bien une modification dans le noyau du récepteur, mais ce changement est beaucoup trop faible pour que l'appareil rende un son perceptible.

Il est donc, en pratique, impossible d'employer les courants induits dans l'antenne réceptrice pour faire fonctionner directement l'appareil d'utilisation. Il faut un organe intermédiaire, qui est le *détecteur*.

**Détecteurs.** — Il y a deux sortes de détecteurs.

**Détecteurs d'amplitude.** — Ou bien l'appareil est un organe de déclenchement, et l'arrivée des ondes a pour effet de provoquer dans un circuit voisin une émission d'énergie venant d'une source indépendante, et capable de mettre en mouvement l'appareil indicateur. La réception est alors indépendante de l'énergie des ondes incidentes; l'appareil fonctionnera si l'amplitude néces-

saire au déclenchement est atteinte pendant un instant; il sera plus sensible à un train d'oscillations amorties qu'à une série d'oscillations entretenues, l'amplitude du début étant, à énergie égale, plus grande dans le premier cas. C'est un *détecteur d'amplitude*.

**Détecteurs d'énergie.** — Ou bien, l'énergie qui produit le mouvement de l'appareil de réception est empruntée au courant oscillant lui-même. L'amplitude du mouvement dépend alors de l'énergie des ondes elles-mêmes, et le détecteur est un *détecteur d'énergie*. Son emploi est particulièrement indiqué dans le cas d'ondes entretenues.

**Détecteurs d'amplitude.** — Les uns sont sensibles à la différence de potentiel, comme les cohéreurs; les autres à l'intensité, comme les détecteurs magnétiques.

**Cohéreurs.** — Un contact imparfait, formé de deux corps conducteurs se touchant par un nombre fini de points, oppose une très grande résistance au passage du courant, mais devient conducteur dès qu'il est traversé par des oscillations électriques, et cet état persiste même quand il n'y a plus de courants oscillants. On rend à l'appareil sa grande résistance primitive en lui donnant un léger choc. Il est sensible à la différence de potentiel.

Sous sa forme la plus répandue, c'est un tube de verre contenant de la limaille métallique et fermé par deux électrodes A et B (fig. 44).

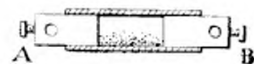


Fig. 44.

Les propriétés des limailles métalliques ont été étudiées autrefois par Münck (1835), Varley (1852-1866), Hughes (1878), Calzecchi-Onesti (1884). En 1890, M. Branly montra que la diminution de résistance a lieu sous l'action de la décharge du condensateur à distance et fit une étude complète des contacts imparfaits. M. Minchin (1893) fit voir nettement que l'effet est dû, non à la lumière de l'étincelle, mais aux ondes électromagnétiques. Dès

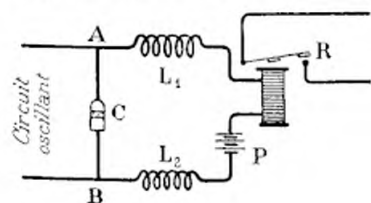


Fig. 45.

lors, l'application à la télégraphie sans fil s'imposait. Les premiers succès à grande distance furent obtenus par M. Marconi en 1896, et le cohéreur, seul détecteur employé pendant plusieurs années, fut perfectionné par de nombreux savants.

Dans l'application à la télégraphie sans fil, on met l'appareil entre deux points A et B, du circuit oscillant où la différence de potentiel est maxima.  $L_1$ ,  $L_2$  sont deux bobines de self-induction, P une pile, R un relais. Quand des oscillations se produisent, elles ne peuvent, à cause des bobines  $L_1$ ,  $L_2$ , se dériver dans le circuit de pile; le cohé-

reur devient conducteur, le courant de la pile passe et ferme le circuit de l'appareil enregistreur; en même temps le frappeur est mis en mouvement, le cohéreur reçoit des chocs, et la décohération se produit (fig. 45).

Avec le cohéreur, les difficultés de réglage sont nombreuses, l'appareil instable; il est impossible de distinguer deux émissions simultanées, ou une émission utile d'avec les signaux parasites. La réception est peu sensible par rapport à la réception téléphonique; enfin l'obligation de décohérer ajoute une grande complication; aussi s'explique-t-on

que ces appareils, autrefois seuls employés, soient de plus en plus délaissés.

De nombreux inventeurs ont construit, avec plus ou moins de succès, des cohéreurs *autodécohérents*. Dans celui de Walter (1908) un fil de tantale immergé dans du mercure forme le contact imparfait. Les deux éléments sont reliés d'une part au circuit oscillant, d'autre part à un circuit comprenant un téléphone et une force électromotrice réglable (fig. 46).

**Détecteurs magnétiques.** — L'action des oscillations électriques sur les corps magnétiques a servi de principe à plusieurs détecteurs. Nous décrirons seulement celui de Marconi, sous sa forme actuelle, très répandue dans les stations de la Compagnie Marconi (fig. 47).

Deux poulies placées dans un même plan vertical, et commandées par un mouvement d'horlogerie, tournent lentement autour de leurs axes. Un ruban sans fin, fait d'un faisceau de fils de fer fins recouverts de soie, passant sur les deux poulies à la façon d'une courroie, avance à la vitesse de 7 à 8 centimètres par seconde. Il passe dans un tube de verre sur lequel est montée une bobine *gb* de fil isolé, placée dans le circuit oscillant. Une deuxième bobine, enroulée autour de la première, est reliée aux bornes du récepteur téléphonique. Deux aimants en fer à cheval sont disposés avec deux pôles de même nom en face de cette dernière bobine.

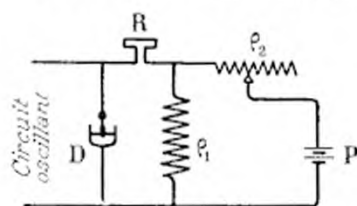


Fig. 46.

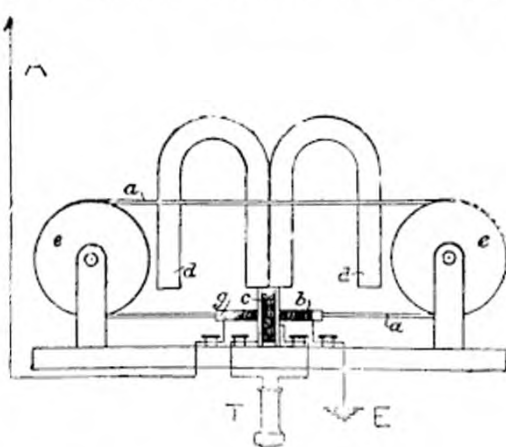


Fig. 47. — Détecteur magnétique.

Extrait de J.-A. Fleming : « The principles of electric Wave Telegraphy ».

Si des oscillations se produisent dans la bobine  $gb$ , l'état magnétique du fer est changé, un courant induit se produit dans la deuxième bobine, et l'on entend un bruit dans le téléphone. Si des trains d'ondes amorties arrivent à intervalles réguliers, le téléphone rend un son continu.

L'appareil paraît sensible à l'amplitude de l'intensité.

**Détecteurs d'énergie.** — Nous distinguerons les détecteurs thermiques, les détecteurs à gaz ionisé, et les détecteurs à contact imparfait.

**Détecteurs thermiques.** — Tout conducteur parcouru par un courant électrique s'échauffe, l'énergie calorifique ainsi dépensée étant égale à l'énergie employée à maintenir le courant. Si nous mesurons cette quantité de chaleur, l'indication variera avec l'énergie des oscillations, et nous posséderons un détecteur d'énergie.

L'élévation de température produit différents effets : dilatation du conducteur, augmentation de sa résistance, dilatation de l'air environnant, naissance d'une force électromotrice aux bornes d'une pile thermo-électrique voisine. Des détecteurs ont été construits, dont le principe repose sur l'un ou l'autre de ces effets.

**Barretter de Fessenden.** — Dans le *barretter de Fessenden* (fig. 48), on apprécie la variation de résistance d'un fil de platine obtenu de la manière suivante : on prend un fil bimétallique d'un diamètre total de 2 millimètres et formé d'une âme de platine de 0 mm. 008 recouvert d'argent ; on le passe à la filière de manière à ramener son diamètre total à 0 mm. 0015. On coupe une faible longueur de ce fil, on la courbe en une boucle dont on plonge le sommet dans l'acide azotique qui dissout l'argent et laisse, sur une faible longueur, un fil de platine extrêmement fin. La boucle est alors enfermée dans une ampoule de verre où l'on fait le vide, à la manière du filament d'une lampe à incandescence, et qu'on entoure d'une ampoule d'argent, pour la préserver des influences calorifiques extérieures.

Dans l'application, le montage est celui de la figure 46. Quand des oscillations prennent naissance, le fil s'échauffe, sa résistance augmente, l'intensité du courant diminue dans le circuit téléphonique, et l'on entend un son dans le téléphone.

**Détecteurs à contact imparfait.** — D'autres détecteurs d'énergie

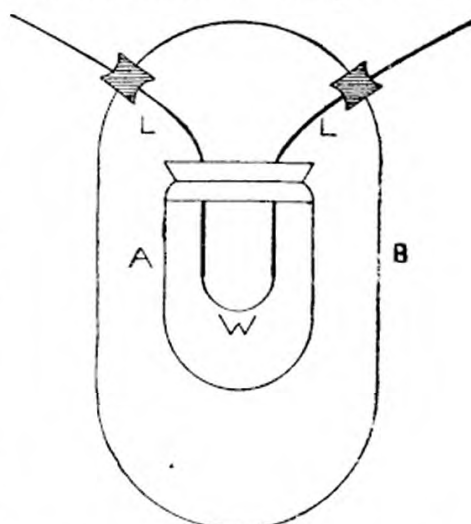


Fig. 48. — Extrait de « The Electrician » avec autorisation.

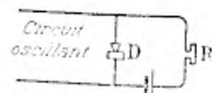


Fig. 49.

dont l'action est encore inexpiquée sont formés d'un contact imparfait entre une pointe conductrice et une surface ordinairement cristalline et moyennement conductrice.

Dans le détecteur de *Dunwoody* (1906), une pointe d'acier appuie sur un morceau de carborundum, et le fonctionnement est meilleur si l'on intercale une pile dans le circuit du téléphone (montage fig. 52). Les appareils que nous allons maintenant citer

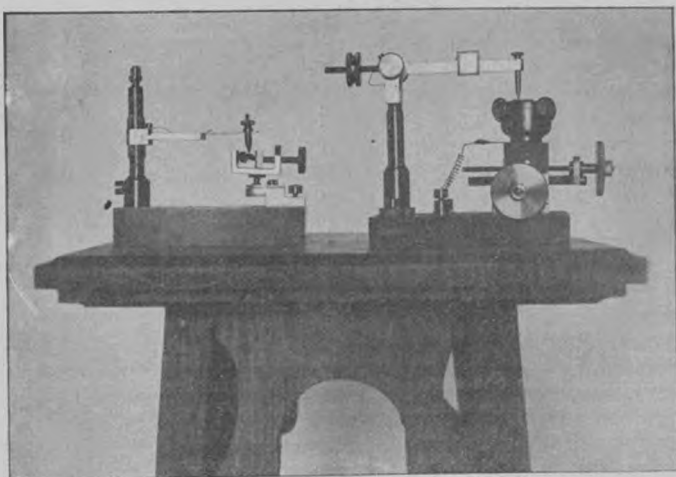


Fig. 50. — Détecteur Meunier.

se passent complètement de pile, et le montage est celui de la figure 49 : dans l'appareil d'*Austin* (1906), les deux éléments sont le tellure et l'aluminium; dans le « *perikon* », de *Pickard* (1906), ce sont la chalcoppyrite (sulfure de cuivre et de fer), et la zincite (oxyde de zinc); dans le *silicon*, de *Pickard*, une pointe d'acier repose sur une plaque de silicium poli; en Allemagne, on emploie depuis plusieurs années un contact imparfait dont les éléments sont la galène (sulfure de plomb naturel), et une pointe de charbon. Enfin l'administration française des Postes et Télégraphes se sert d'une pyrite de fer naturelle cristalline sélectionnée par *M. Meunier* : les points sensibles de la pyrite semblent être des points de cristallisation anormale; la pyrite repose sur un chariot mobile dans le plan horizontal (fig. 50), suivant deux sens rectangulaires; l'autre électrode est une pointe métallique portée à l'extrémité d'un fléau, et l'on peut, en déplaçant un contrepoids, faire varier la pression de la pointe sur la pyrite. Cet appareil, très sensible, a l'avantage de



ne pas se dérégler sous l'influence d'émissions voisines, même très fortes.

**Détecteur à gaz ionisé.** — Le professeur *Fleming* a construit, sous le nom de *valve*, un appareil formé d'une lampe à incan-

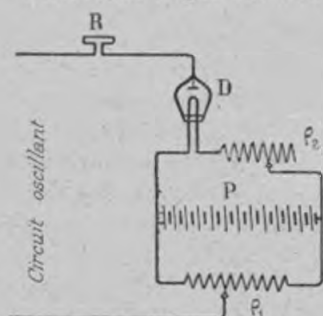


Fig. 51.

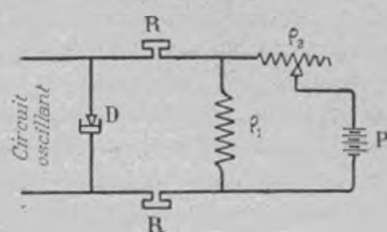


Fig. 52.

descence entourée d'un cylindre métallique. Quand la lampe est portée à l'incandescence, un courant passe entre le filament et le cylindre froid. Si l'on produit une force électromotrice os-

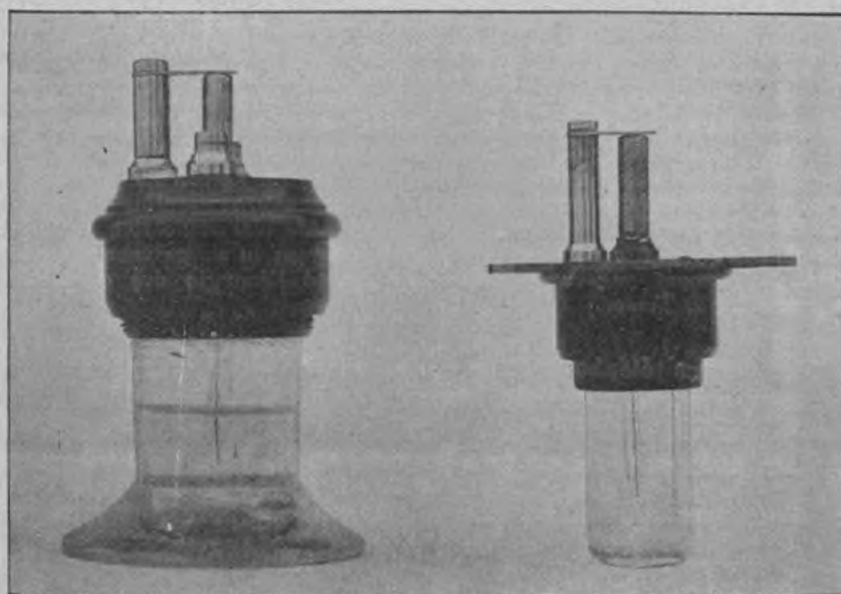


Fig. 53. — Détecteur électrolytique.

cillante entre la lame et le cylindre, elle s'ajoutera ou se retranchera suivant son sens à la force électromotrice produite dans le gaz, et il y aura rectification du courant oscillant, qui agira comme un courant continu sur un récepteur téléphonique placé dans le circuit. La figure 51 représente le montage de Fleming.



**Détecteurs électrolytiques.** — Le principe est le suivant. Dans un vase rempli d'électrolyte (acide sulfurique ou acide azotique dilué) plongent deux électrodes, l'une formée de fil de platine fin, d'environ  $\frac{1}{100}$  de millimètre de diamètre, l'autre constitué par une plaque de métal de grande surface. Les deux pôles sont reliés d'une part au circuit oscillant, d'autre part à un circuit contenant un récepteur téléphonique et une force électromotrice réglable (fig. 52). Dans ces conditions, il passe normalement dans le téléphone un courant continu très faible. Quand un train d'oscillations se produit, l'intensité augmente brusquement, et il se produit un bruit dans le téléphone.

Le principe de l'appareil fut indiqué en 1900 par le commandant Ferrié. Le détecteur électrolytique fut construit en 1903 par M. Fessenden en Amérique, M. Schloemilch et le commandant Ferrié en Europe, et est maintenant très répandu.

Dans une des formes les plus employées, la petite électrode est un fil de platine extrêmement fin émergeant à peine d'un tube de verre; la grande électrode est une lame de plomb (fig. 53).

Le détecteur électrolytique peut aussi s'employer sans force électromotrice auxiliaire, mais, dans la forme ordinaire, il est alors très peu sensible. Si l'on met un galvanomètre à la place du téléphone, le courant qui passe quand des oscillations se produisent, est proportionnel au carré du courant efficace dû aux oscillations. M. Jegou a récemment (1909) construit un détecteur électrolytique sensible sans force électromotrice. L'électrode positive est la même que dans le modèle ordinaire, l'électrode négative en mercure contenant des traces d'étain. Si au contraire on emploie le détecteur électrolytique de la façon usuelle, avec une force électromotrice auxiliaire, il semble agir à la façon d'un cohéreur, le courant lu au galvanomètre tendant rapidement vers une limite fixe quand l'énergie des oscillations augmente. (M. Tissot.)

**Récepteurs téléphoniques.** — Les appareils indicateurs employés presque uniquement dans la pratique de la télégraphie sans fil en connexion avec les détecteurs sont les récepteurs téléphoniques, à cause de leur très grande sensibilité. Ils révèlent en effet des courants de l'ordre de  $\frac{1}{100}$  de microampère. Les meilleurs sont les récepteurs à grande résistance. Nous citerons en particulier les modèles Sullivan et Ducretet, dans lesquels la résistance atteint 4000 ohms.

## CHAPITRE III

### La propagation des ondes électromagnétiques.

**Explications préliminaires.** — Nous avons jusqu'ici limité notre étude aux conducteurs où l'on produit des oscillations. Que se passe-t-il dans l'espace environnant?

Nous introduirons d'abord les notions de force électrique, de force magnétique, et de ligne de force.

**Force électrique.** — Soient P et N les deux armatures positive et négative d'un condensateur chargé. Amenons en un point A voisin de l'armature P une petite charge électrique positive. Elle sera repoussée par P, attirée par N, et, si nous l'abandonnons à elle-même, décrira une trajectoire ACB (fig. 54). Si F est la force qui, en un point quelconque C, sollicite la quantité d'électricité q, la quantité

$$f = \frac{F}{q}$$

est appelée *force électrique* au point C. La trajectoire ACB, tangente en chacun de ses points à la force électrique en ce point, est appelée *ligne de force*.

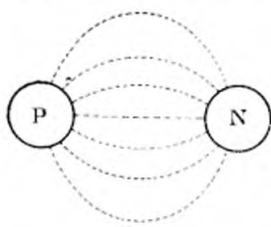


Fig. 55.

Au point de rencontre B ou A d'un conducteur et d'une ligne de force, celle-ci est normale au conducteur. Car, s'il n'en était pas ainsi, nous pourrions décomposer la force F en deux autres, l'une normale au conducteur, l'autre tangente, et qui mettrait en mouvement la charge électrique placée au point considéré.

Mais ceci est impossible, puisque nous supposons le système en équilibre.

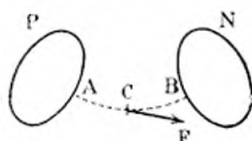
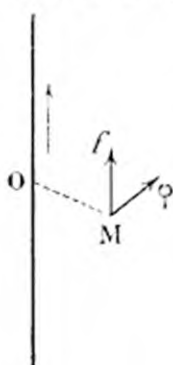


Fig. 54.

Nous pourrions représenter l'état électrique du milieu environnant les conducteurs de la façon suivante. Divisons la surface A en petites aires contenant des petites quantités égales d'électricité  $q$ , et traçons les lignes de force partant du centre de chacune d'elles. Nous obtenons une figure telle que la figure 55.

Laissons les corps P et N libres de se mouvoir; ils se rapprocheront l'un de l'autre, puisqu'ils ont des charges de sens contraires. En même temps les lignes de force prennent une plus grande courbure et s'écartent les unes des autres. Tout se passe comme si les lignes de force tendaient à se fermer, deux lignes de force voisines se repoussant. Et l'on voit qu'on peut représenter les variations de l'état électrique du milieu par des mouvements des lignes de force.

**Force magnétique.** — Passons maintenant à la notion de force magnétique. Quand un courant passe dans un conducteur, il produit alentour un champ magnétique; c'est-à-dire que si l'on introduit dans le voisinage une charge magnétique  $q'$  positive, elle est soumise à une force  $\Phi$ . On appelle force magnétique au point considéré la quantité



$$\varphi = \frac{\Phi}{q'}$$

Fig. 56.

**La force magnétique est perpendiculaire à la force électrique.** — Cette règle est générale. En tout point du champ, la force électrique est perpendiculaire à la force magnétique.

## I. INFLUENCE DE LA FORME DES CIRCUITS SUR LA PROPAGATION

### A). Étude des circuits non dirigés.

**Circuits fermés.** — Que se passe-t-il maintenant dans un conducteur parcouru par des oscillations électriques? Considérons d'abord un circuit oscillant parfaitement fermé, tel que celui que représente la figure 57, où C représente un condensateur. En deux points en regard A et B, les intensités et les potentiels sont les mêmes et de signes contraires. Le potentiel en D étant pris pour zéro, les forces électrique et magnétique en un point M

extérieur, dues aux éléments A B, sont donc égales et de signes contraires, et la résultante est nulle. Les champs en M sont donc constamment nuls, et il n'y a pas d'énergie rayonnée.

**Circuit ouvert.** — Considérons au contraire un conducteur formé d'un fil rectiligne coupé en son milieu par un éclateur, et chargeons-le au moyen d'une source de force électromotrice. Les deux moitiés jouent le rôle des deux armatures d'un condensateur, et l'état du champ extérieur peut être représenté par des lignes de force tracées suivant les principes indiqués plus haut. Quand la différence de potentiel est suffisante, l'étincelle éclate et il se produit des oscillations. Nous allons étudier les variations du champ pendant une période (voir fig. 58). Partons du moment où le condensateur est chargé.

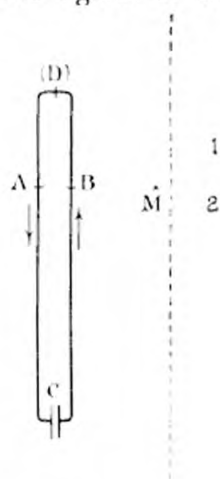


Fig. 57.

**Mécanisme de l'oscillation.** — L'état du champ est alors représenté par 1. Les lignes de force vont de la moitié supérieure à la moitié inférieure du conducteur.

1° Décharge. Les quantités égales et de signes contraires qui chargeaient les deux moitiés du conducteur se recombinaient et les lignes de force correspondantes se ferment (2); les différentes lignes de force se ferment successivement, jusqu'à ce que la décharge soit complète (3).

2° A partir de ce moment, le condensateur se charge en sens contraire, et de nouvelles lignes de force se forment, repoussant les précédentes, et le champ prend l'aspect de 4. Quand la charge est complète, le champ est de nouveau représenté par 1.

3° Nouvelle décharge. De nouvelles boucles se détachent, chassant les précédentes. Et ainsi de suite tant que durent les oscillations. De sorte qu'au bout d'un nombre d'oscillations, le champ autour du conducteur est représenté sensiblement par la figure 58.

Les explications que nous venons de donner montrent que l'antenne unifilaire verticale est un bon radiateur.

Remarquons d'ailleurs que rien ne sera changé si nous plaçons une surface conductrice plane normale au radiateur en son milieu et que nous supprimons ensuite la moitié inférieure du conducteur, puisque, avant comme après, la force électrique sera en tous les points du plan médian, perpendiculaire à ce plan.

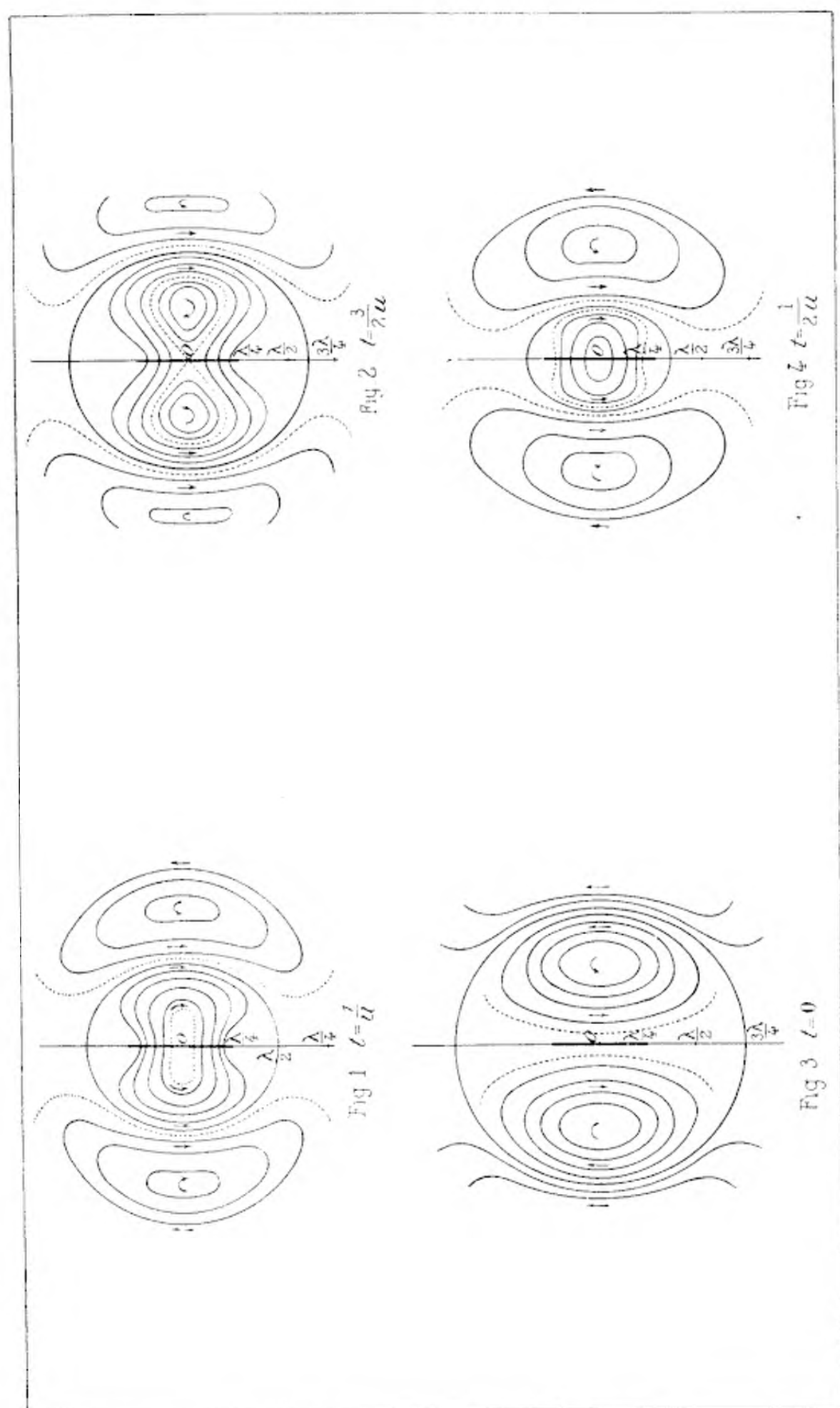


Fig. 58. — Diagramme montrant la forme des lignes de forces électriques autour d'un oscillateur à différents instants.

Dessiné par le Dr. F. Hack, d'après les équations obtenues par M. Abraham.

**L'antenne verticale mise à la terre.** — Et nous avons ainsi donné la théorie de l'antenne ordinairement employée en télégraphie

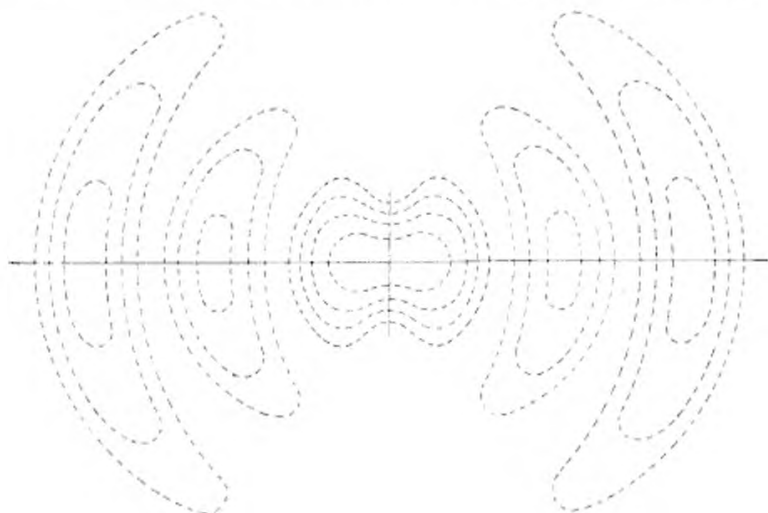


Fig. 59. — Extrait de J.-A. Fleming : « An elementary manual of radiotelegraphy and radiotelephony », avec l'autorisation de l'auteur.

sans fil, qui est formée par un fil ou un groupe de fils verticaux mis à la terre à leur base.

La propagation des ondes autour de l'antenne se fera finalement comme l'indique la figure 60. Elle se fait avec la même vitesse que celle des ondes lumineuses. Nous avons appelé plus haut longueur d'onde le chemin parcouru pendant une période. La figure 60, où cette quantité est représentée par  $\lambda$ , montre la raison de cette dénomination.

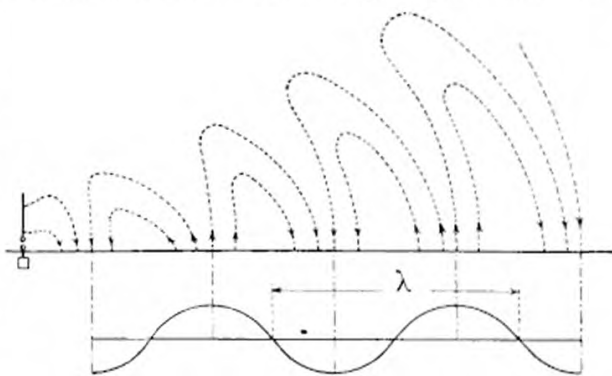


Fig. 60. — Extrait de J.-A. Fleming : « An elementary manual of radiotelegraphy and radiotelephony », avec l'autorisation de l'auteur.

**L'antenne est un bon capteur d'ondes.** — L'antenne

verticale mise à la terre, qui est un bon radiateur s'il s'agit d'émission, est un bon capteur d'ondes s'il s'agit de réception. Car les forces électromotrices induites dans les différents points de l'antenne par une onde au moment où elle l'atteint, sont de même sens. Au contraire dans un circuit fermé tel que celui de la figure 57, les forces électromotrices induites sont égales pour les deux éléments opposés



A B de l'antenne, et la force électromotrice résultante est nulle. Donc dans les deux cas considérés, un circuit bon radiateur est aussi bon capteur d'ondes, et réciproquement. La loi est d'ailleurs générale, et s'applique à toutes les formes de circuit.

**L'énergie à la réception décroît avec la distance des postes.** — La surface de l'onde s'agrandissant à mesure que la distance augmente, l'énergie qui traverse une surface donnée diminue. Quelle est la loi de cette variation? Si l'on admet que l'atmosphère est isolante, la surface d'onde est, à grande distance, sensiblement une sphère, et l'énergie varierait en raison inverse du carré de la distance. Si l'on admet au contraire que les couches supérieures de l'atmosphère sont conductrices, la forme des surfaces d'onde se rapprocherait du cylindre, puisque les lignes de force sont constamment perpendiculaires aux conducteurs, et l'énergie diminuerait moins rapidement. Des expériences de M. Duddell et de M. Tissot semblent donner raison à la première hypothèse.

Pratiquement, nous avons à considérer deux éléments, l'antenne et la prise de terre.

**L'antenne au point de vue pratique.** — Les antennes sont formées de fils métalliques, non magnétiques (bronze, cuivre, aluminium, etc.), supportés par des mâts ou des pylônes.

**Antennes unifilaires.** — S'il s'agit de faibles distances, et par conséquent de faibles quantités d'énergie, l'antenne peut être un simple fil vertical, supporté par un mât, dont il est isolé à sa partie supérieure, et mis à la terre à sa base. La longueur d'onde est alors un peu supérieure à quatre fois la longueur du fil, et la capacité est donnée par la formule

$$C = \frac{1}{2 \log \frac{2l}{r}} \frac{1}{9} 10^{-20} \text{ unités CGS}$$

dans l'air ( $l$  est la longueur du fil et  $r$  son rayon).

**Antennes multifilaires.** — Quand il s'agit de grandes quantités d'énergie, on ne peut plus employer l'antenne unifilaire, qui est toujours de faible capacité, et rayonne de petites quantités d'énergie. On emploie alors des antennes multifilaires. Les effets sont les suivants :

- 1° Diminution de la résistance, donc de la perte par chaleur oule et de l'amortissement;
- 2° Diminution de la self-induction;
- 3° Augmentation de la capacité, et par conséquent de l'énergie



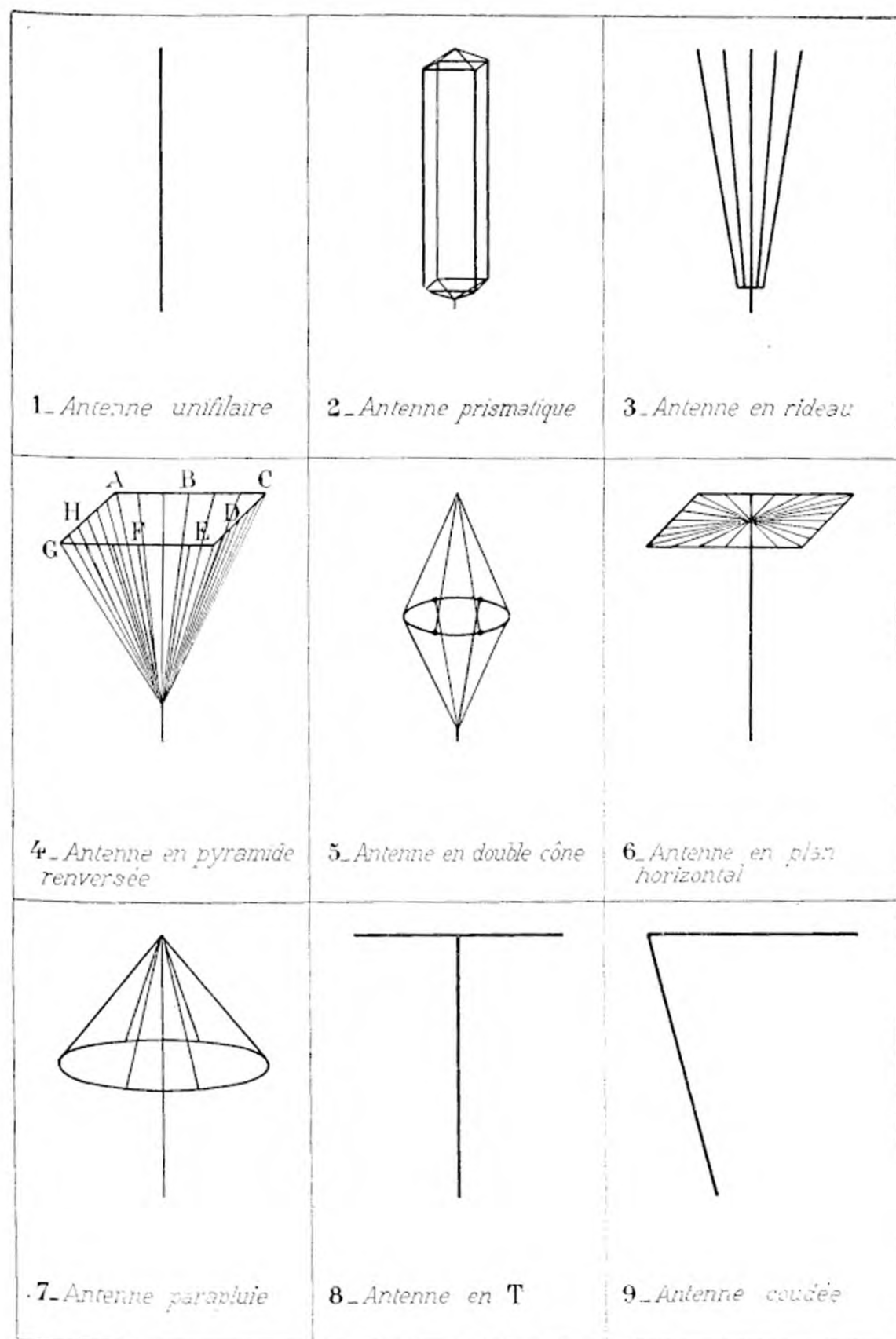


Fig. 61. — Différentes formes d'antennes

que peut emmagasiner l'antenne pour une différence de potentiel donnée;

Le tableau suivant, emprunté à l'ouvrage de M. Fleming (*Electric Wave Telegraphy*) donne les capacités mesurées pour différents types d'antennes.

| CAPACITÉS D'ANTENNES<br>en micro-microfarads (MMFDS) 1 mmfd = $10^{-6}$ microfarads                                                                                        | CAPACITÉ<br>en MMFDS |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| 1 fil vertical de 2 m/m 54 de diamètre, 33 m. 6 de longueur, suspendu dans l'air, sa base étant à 1 m. 50 du sol.                                                          | 205                  |
| 1 fil presque vertical de 2 m/m 54 de diamètre, 61 mètres de longueur, suspendu dans l'air, la base près du sol.                                                           | 380                  |
| 1 fil vertical de 3 m/m 56 de diamètre et 3 m. 56 de longueur.                                                                                                             | 32                   |
| 1 fil vertical de 2 m/m 54 de diamètre et 4 m. 27 de longueur.                                                                                                             | 40                   |
| 4 fils verticaux de 2 m/m 54 de diamètre, de 33 m. 6 de longueur, et formant les arêtes d'un prisme dont la base est un carré de 1 m. 85 de côté.                          | 583                  |
| 25 fils verticaux de 2 m/m 54 de diamètre, 61 mètres de longueur, en éventail la distance de 2 fils à l'extrémité supérieure étant 61 centimètres.                         | 1 640                |
| 160 fils de 2 m/m 54 de diamètre et 30 m. 5 de longueur, disposés suivant les génératrices d'un cône. Distance de 2 fils voisins : en haut 61 centimètres, en bas 3 m. 05. | 2 685                |

4° Augmentation de la longueur d'onde, l'influence de l'accroissement de capacité l'emportant sur celle de la diminution de self.

La figure 61 représente quelques types d'antennes employées le plus souvent en pratique :

- Antenne unifilaire (fig. 1).
- Antenne prismatique (fig. 2).
- Antenne en rideau (fig. 3).
- Antenne en pyramide renversée (fig. 4).
- Antenne en double cône (fig. 5).
- Antenne en plan horizontal (fig. 6).
- Antenne-parapluie (fig. 7).
- Antenne en T (fig. 8).
- Antenne coudée (fig. 9).

Les deux dernières formes d'antennes sont particulièrement indiquées pour les navires à deux mâts.

Les antennes sont supportées par des mâts ou des pylônes. Il est de la plus grande importance d'éloigner l'antenne du pylône,

s'il est métallique. Un bon isolement électrique ne suffit pas. Si par exemple, dans le cas de l'antenne en pyramide renversée (fig. 4), il y avait huit pylônes en fer aux points ABCDEFGH, ces pylônes feraient l'effet d'une cage de Faraday qui isolerait l'antenne du milieu extérieur.

**La plaque de terre.** — L'antenne à sa base est reliée au sol par une prise de terre. Il ne suffit pas que la résistance ohmique de la prise soit faible et que pour cela on choisisse un sol bon conducteur pour y fixer la plaque de terre. Ce qu'il faut considérer, c'est l'impédance pour les courants de haute fréquence. Pour cela il convient de faire des plaques de terre de grande surface, ce qui augmente la capacité. On peut les constituer en filets métalliques de plusieurs milliers de mètres carrés.

*B). Le problème de la direction et de la localisation du point d'émission.*

Avec une antenne verticale et cylindrique, le rayonnement est évidemment le même dans toutes les directions. Ce fait, très avantageux quand les stations correspondantes sont mobiles ou ignorent leur position réciproque, cesse de l'être quand les stations se trouvent en des lieux parfaitement déterminés et connus. Il serait alors avantageux d'envoyer l'énergie dans une seule direction. S'il pouvait en être ainsi, si l'on pouvait par exemple envoyer un faisceau dans une direction déterminée comme on fait pour la lumière, l'énergie émise se transmettrait intégralement dans la direction voulue, sans autre perte que les absorptions dans le milieu intermédiaire, le rendement serait très bon, et l'on aurait une véritable transmission d'énergie à distance. La localisation du point d'émission aurait d'autres avantages. Supposons qu'un navire A soit entendu de deux stations côtières B et C capables de déterminer la direction du point d'émission : la position du navire est exactement connue. Si c'est le bateau qui est pourvu d'appareils spéciaux, il pourra, en déterminant la direction de deux postes côtiers connus B et C, déterminer sa position. On peut aussi se proposer d'émettre dans certaines directions à l'exclusion de certaines autres. Des postes situés dans cette dernière ne seront alors plus gênés par la station qui transmet et ne pourront capter ses télégrammes.

Le problème, dans sa généralité, est loin d'être résolu. On possède toutefois déjà quelques solutions particulières qui, sans être absolument satisfaisantes, présentent beaucoup d'intérêt.

**Miroirs et lentilles.** — On a songé d'abord à employer, pour diriger les ondes électromagnétiques, des dispositifs analogues à ceux qui servent à canaliser les ondes lumineuses (miroirs, lentilles); malheureusement, il faut pour cela que les miroirs ou lentilles aient des dimensions qui soient au moins de l'ordre de la longueur d'onde, et ceci est impraticable pour les longueurs d'onde de l'ordre de 1 000 mètres utilisées en radiotélégraphie.

**L'antenne coudée de Marconi.** — Une première solution approchée du problème est due à Marconi. Il utilise en chacun des postes transmetteur et récepteur une antenne coudée formée d'une partie verticale relativement de faible hauteur mise à la terre à sa base et reliée à son sommet à une partie horizontale de grande longueur. Les antennes réceptrice et transmettrice sont dans le même plan, les extrémités mises à la terre se faisant face. Si l'antenne est transmettrice, on constate que la radiation

est minima dans le prolongement de l'extrémité libre, maxima dans la direction de l'extrémité mise à la terre.



Fig. 62.

**Théorie.** — Les considérations que nous avons développées jusqu'ici ne suffisent pas pour expliquer l'efficacité de l'antenne de M. Marconi. En effet, l'antenne de M. Marconi mise à la terre est équivalente au dispositif de la figure 63 où la terre est remplacée par le symétrique  $O A_1 B_1$  de  $O A B$  par rapport au sol. Mais il est évident qu'à grande distance les actions exercées sur un point M situé au niveau du sol par les deux parties  $A B, A_1 B_1$  qui sont parcourues par des courants égaux et de sens contraires, seront elles aussi égales et de sens contraires. Les parties horizontales de l'antenne



Fig. 63.

n'auront donc aucune action en M, et seule, la partie verticale de l'antenne agirait en M.

La théorie que nous avons donnée n'explique donc pas l'efficacité de la disposition de M. Marconi.

Il faut, pour l'expliquer, supposer, comme l'ont fait le Dr. J. Zenneck et après lui M. Harald von Horschelman, que la terre n'est pas parfaitement conductrice et possède un pouvoir inducteur spécifique fini. Avec ces hypothèses, Harald von Horschelman est arrivé à retrouver théoriquement les diagrammes construits expérimentalement par M. Marconi.

**Diagrammes.** — L'expérience a justifié ces prévisions. La courbe (fig. 64) représente l'intensité de la radiation suivant la direction (expé-

rience de M. Marconi), On constate bien un minimum dans la direction de l'extrémité libre (correspondant à  $180^\circ$ ), un maximum dans la direction opposée ( $0^\circ$ ) et deux autres minima dans des directions à  $120^\circ$  environ du plan de l'antenne.

On a trouvé que la propriété directive de cette antenne est plus accentuée encore si l'extrémité libre est recourbée vers la terre. Le diagramme (fig. 65) se rapporte à ce cas.

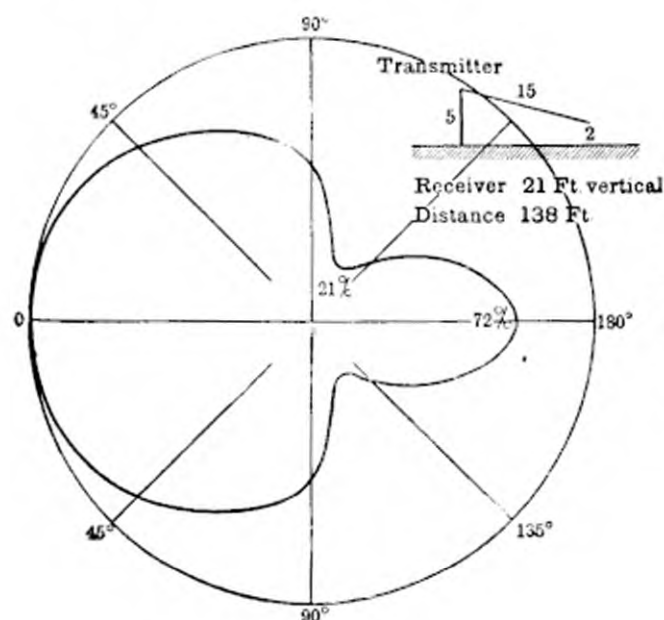


Fig. 64.

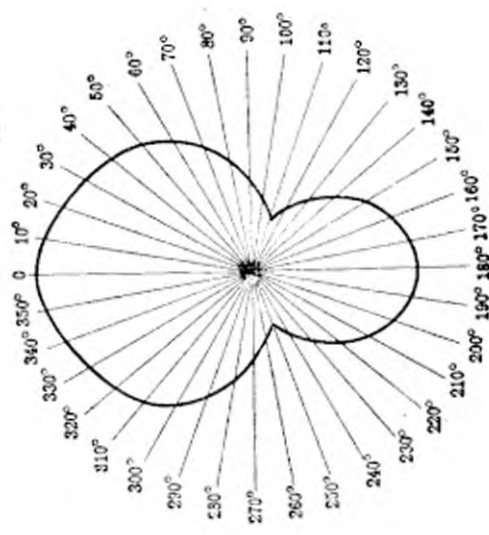


Fig. 65.

Extraits de J.-A. Fleming : « An elementary manual of radiotelegraphy and radiotelephony », avec l'autorisation de l'auteur.

**Expériences de M. Braun.** — Un grand nombre d'expériences ont été faites par M. Braun sur la télégraphie sans fil dirigée. Malheureusement les dispositifs décrits sont peu pratiques, ce qui a empêché l'essor de ses procédés très intéressants au point de vue théorique.

**Système Bellini-Tosi. Système G. E. Petit.** — Nous étudierons enfin plus loin, avec plus de détails (note III), les phénomènes qu'on obtient avec deux antennes verticales parcourues par des oscillations de même période et de même amplitude, mais de phases différentes, et dont des applications très intéressantes sont le procédé de MM. Bellini et Tosi et le système de M. G. E. Petit.

## II. INFLUENCE DU MILIEU EXTÉRIEUR SUR LA PROPAGATION.

*Les nouvelles théories de la propagation des ondes électromagnétiques. — Rôle du sol. — La courbure de la terre. — Les obstacles. — Rôle de l'atmosphère.*

**Objections à l'ancienne théorie.** — La théorie de la propagation que nous venons d'exposer, et qui, née des travaux de Maxwell et de Hertz, fut successivement développée par le Prof. M. Abraham, M. Brillouin et M. Henri Poincaré, semblait, dans les premières années de l'histoire de la télégraphie sans fil, rendre compte de tous les faits connus. Les ondes électriques étaient traitées comme des ondes lumineuses, et l'on pouvait attribuer aux phénomènes de diffraction les cas observés de correspondance entre stations séparées par des obstacles; mais, précisément, comme la théorie de Hertz semblait suffisante, l'habitude était prise de traiter les phénomènes de propagation d'ondes électriques exactement comme les phénomènes de propagation de la lumière, et de croire que les obstacles jouaient dans le premier cas exactement le même rôle que dans le second. Ceci explique l'incrédulité avec laquelle fut accueillie dans beaucoup de milieux, en 1902, la nouvelle que M. Marconi avait réussi à recevoir en Amérique des signaux émis en Europe. Mais, la télégraphie sans fil se développant, il fallut bientôt se rendre à l'évidence: les ondes ne sont pas arrêtées par la courbure de la terre, qui constitue un obstacle gigantesque, de plusieurs centaines de kilomètres, quand il s'agit de correspondre entre l'Europe et l'Amérique. Comment expliquer ce phénomène?

Et d'abord l'ancienne théorie de la diffraction pouvait-elle en rendre compte, en supposant comme l'avaient fait les savants qui avaient jusque-là abordé le problème, la terre parfaitement conductrice et le milieu qui l'entoure parfaitement diélectrique et indéfini? Le prof. H.-M. Macdonald fit en 1903 une première analyse du problème, qui semblait expliquer les faits par la théorie usuelle de la diffraction. Cette analyse souleva de nombreuses critiques. Lord Rayleigh fit observer que, dans tous les problèmes de cette nature, le résultat est déterminé par le rapport des dimensions linéaires de l'obstacle à la longueur d'onde de la perturbation, et que le cas de la télégraphie sans fil correspond à celui de la lumière ordinaire rencontrant une sphère de 3 centimètres de diamètre; il fit, ainsi que M. Henri Poincaré, d'autres objections d'ordre mathématique à la théorie du prof. H.-M. Macdonald. La question fut remise à l'ordre du jour



en 1910 par la publication presque simultanée de travaux de M. Henri Poincaré et du prof. J.-W. Nicholson. Après quelque hésitation due à l'extrême complexité du problème, M. Henri Poincaré arriva à cette conclusion que le rapport de l'action à grande distance, suivant que l'on suppose l'existence ou l'absence de l'obstacle formé par la courbure de la terre, décroît très rapidement quand la distance des stations augmente, et ce résultat fut confirmé par le prof. J.-W. Nicholson, qui étudiait le problème plus général de l'oscillateur placé près d'une sphère conductrice et, plus récemment, par H.-W. March. La question semble donc définitivement résolue : la théorie de la diffraction, en supposant la terre parfaitement conductrice, et l'air parfaitement diélectrique et indéfini, n'explique pas la propagation des ondes électromagnétiques à grande distance, malgré la courbure de la terre.

Elle ne rend pas compte non plus du pouvoir dirigeant de l'antenne coudée de Marconi, formée d'une partie verticale et d'une partie horizontale beaucoup plus longue ; ce pouvoir de direction s'explique bien, à petite distance, par l'action de la partie horizontale de l'antenne ; mais cette action devient nulle à grande distance, d'après la théorie, comme l'ont montré en particulier le Dr J. Zenneck et M. Henri Poincaré.

Elle ne rend pas compte des expériences de M. F. Kiebitz qui, à l'aide d'antennes horizontales situées près de Berlin, fixées à des piquets plantés dans le sol, ou même posées dans des tranchées, et par conséquent très mauvaises pour absorber l'énergie rayonnée suivant la théorie de Hertz, a pu recevoir les signaux des stations de la tour Eiffel, de Norddeich, de Clifden et de Glace-Bay.

Enfin, l'ancienne théorie ne rend pas compte de toute une série de phénomènes qui semblent tenir aux conditions atmosphériques, des perturbations qui se produisent dans la réception au lever et au coucher du soleil, de la grande différence des portées de jour et de nuit. Pourquoi, si une station émet à la fois deux ondes, l'une d'elles est-elle mieux reçue que l'autre, sans que rien fasse prévoir la raison de cette différence, d'ailleurs variable, l'onde favorisée étant à certains moments remplacée par l'autre, sans cause apparente ? Pourquoi, dans le cas des longueurs d'onde faibles, les obstacles naturels ont-ils plus d'importance le jour que la nuit ? Pourquoi les signaux de grande longueur d'onde sont-ils moins affectés que les autres par toutes ces irrégularités ?

Comment expliquer ces phénomènes ? Deux hypothèses ont été suggérées par Heaviside dès 1900. Ou bien on suppose que la terre ne peut pas être considérée comme parfaitement conductrice pour les fréquences employées, et ceci conduit à admettre qu'il existe, outre l'onde qui se propage dans l'espace, une onde



qui se propage à la surface de la terre. Ou bien on admet que les couches supérieures de l'atmosphère sont conductrices et réfléchissent les ondes qui les rencontrent.

*A) Le rôle du sol dans la propagation. — Influence de la résistance ohmique et du pouvoir inducteur spécifique du sol.*

Dès 1907, le Dr J. Zenneck avait insisté sur le rôle de la terre en télégraphie sans fil. La croûte terrestre est composée principalement de matières qui doivent leur conductibilité à la présence de l'eau (conducteurs électrolytiques); le marbre et l'ardoise, quand ils ne contiennent pas d'oxydes, sont isolants; le sable sec et les roches dures sont mauvais conducteurs. L'eau salée de la mer est beaucoup meilleure conductrice que l'eau douce. Le tableau suivant donne, d'après M. J. Zenneck, les résistances ohmiques et les constantes diélectriques de quelques matières minérales.

| MATÉRIAUX                     | RÉSISTANCE<br>SPÉCIFIQUE EN OHMS<br>PAR MÈTRE CUBE | POUVOIR INDUCTEUR<br>SPÉCIFIQUE K |
|-------------------------------|----------------------------------------------------|-----------------------------------|
| Eau de mer. . . . .           | 1                                                  | 80                                |
| Eau douce . . . . .           | 100 à 1 000                                        | 80                                |
| Terre humide . . . . .        | 10 à 1 000                                         | 5 à 15                            |
| Terre sèche . . . . .         | 10 000 et plus                                     | 2 à 6                             |
| Sable humide . . . . .        | 1 à 1 000                                          | 9                                 |
| Sable de rivière sec. . . . . | très grande                                        | 2 à 3                             |
| Glaise humide . . . . .       | 70 à 100                                           | »                                 |
| Glaise sèche . . . . .        | 10 000 et plus                                     | 2 à 5                             |
| Ardoise . . . . .             | 10 000 à 100 000                                   | »                                 |
| Marbre. . . . .               | 5 000 000                                          | 6                                 |
| Mercure . . . . .             | 0,000 001                                          | infini                            |

Si le sol était parfaitement conducteur, les ondes glisseraient à la surface, la force électrique étant verticale en tous les points de la surface, il n'y aurait pas de courant à l'intérieur de la croûte terrestre et par conséquent pas de perte d'énergie de ce fait.

Si au contraire le sol est mauvais conducteur, des courants oscillants s'établissent à sa surface avec perte d'énergie.

La profondeur à laquelle pénètrent les ondes a été calculée par M. J. Zenneck pour des ondes de 300 mètres de longueur. Les courbes de la figure 66

indiquent à quelle profondeur en mètres il faut descendre pour que l'amplitude de l'onde soit réduite à  $\frac{1}{367}$  de sa valeur à la surface. Les profondeurs sont indiquées en ordonnées, les résistances en abscisses ; chaque courbe

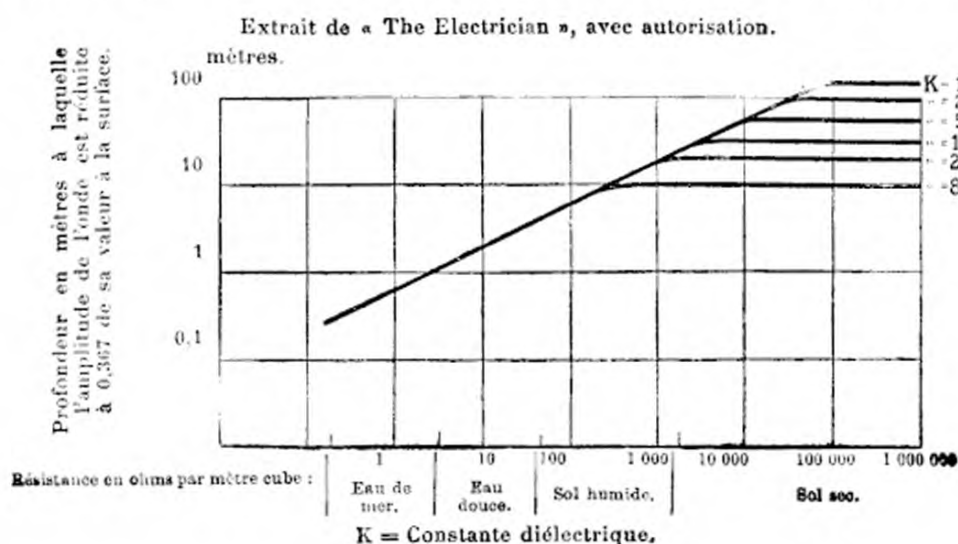


Fig. 66. — Profondeur de la pénétration des ondes de 300 mètres.

correspond à une valeur donnée du pouvoir inducteur spécifique. En même temps la force électrique en un point n'est plus verticale, mais inclinée dans le sens de la propagation.

Les principaux résultats de l'étude de M. J. Zenneck sont les suivants :

1° La portée est réduite dans une proportion considérable, quand la propagation, au lieu d'avoir lieu sur mer, a lieu le long d'un sol mauvais conducteur. Pour la télégraphie sans fil à grande distance, il est donc de la plus grande importance de

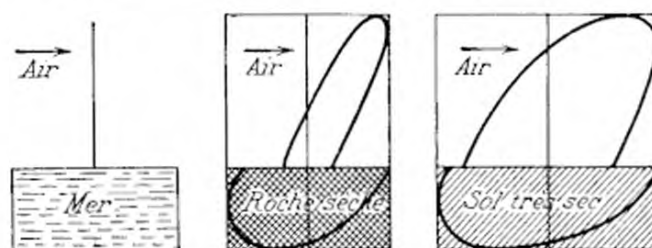


Fig. 67. — Courbes représentant la variation de la force électrique au niveau du sol. La force électrique est variable, et son maximum est incliné dans le sens de la propagation.

construire les stations au bord de la mer. La figure 68 donne une idée des grandes diminutions de portées causées par la résistance du sol.

2° Les grandes longueurs d'onde sont considérablement plus favorables que les petites à la transmission des ondes à la surface de la terre. Par exemple, dans le cas de la propagation

sur mer, la portée serait 25 fois plus grande avec la longueur d'onde de 5 kilomètres qu'avec la longueur d'onde de 1 kilomètre. La figure 69 représente la variation de la portée en fonction de la longueur d'onde. Les abscisses représentent les distances en

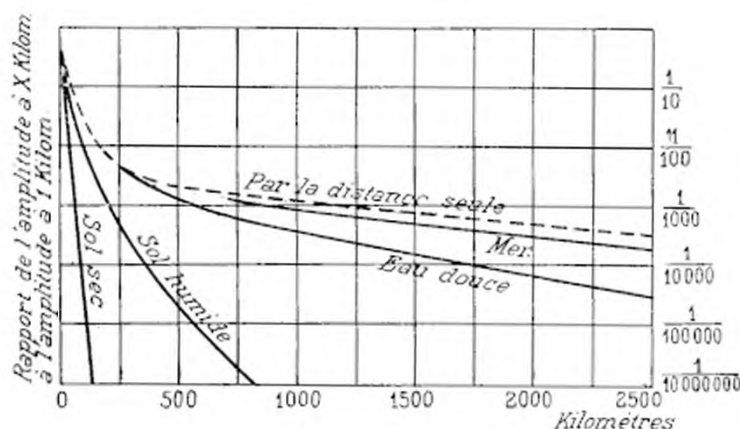


Fig. 68. — Courbes montrant la décroissance de l'amplitude avec la distance pour des ondes de 300 mètres de longueur.

kilomètres à la station de transmission, et les ordonnées le produit de l'amplitude à une distance et par cette distance.

Le prof. A. Sommerfeld, développant les idées du Dr Zenneck,

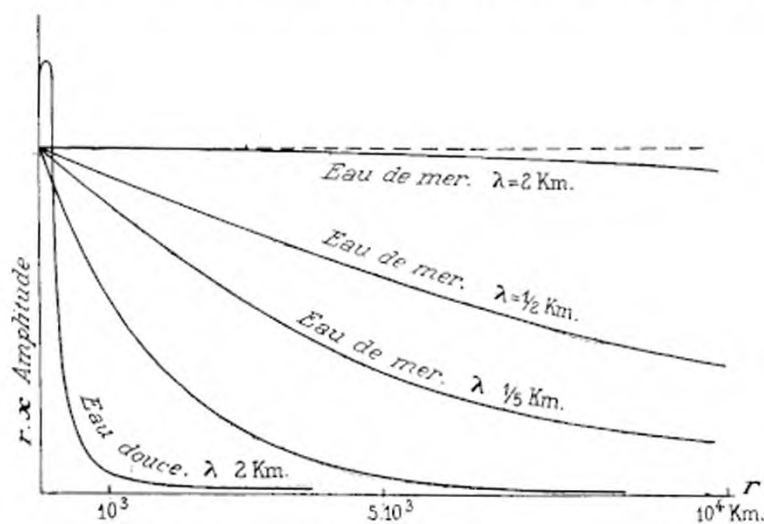


Fig. 69.

établit la théorie de la propagation en supposant la terre imparfaitement conductrice et douée d'un pouvoir inducteur spécifique fini. Dans un très important travail, il a montré qu'il se produit, outre l'onde électromagnétique de Hertz, qui se propage dans l'atmosphère, et dont l'énergie décroît comme le carré de la distance au point d'émission, une onde électrodynamique, qui se

propage à la surface de séparation des deux milieux terre et air, et dont l'énergie décroît seulement comme la distance au point d'émission. Tant qu'il s'agit de petites longueurs d'onde, l'onde spatiale, qui correspond à l'énergie rayonnée dans l'atmosphère, est prépondérante, mais, à mesure que la longueur d'onde devient plus grande, l'onde superficielle, qui correspond à l'énergie transmise par conductibilité, prend de plus en plus d'importance; comme elle décroît beaucoup moins vite que l'énergie rayonnée quand la distance augmente, elle devient la plus importante à grande distance, et ceci expliquerait les grandes portées obtenues en télégraphie sans fil, malgré la courbure de la terre.

Si la théorie du prof. A. Sommerfeld est exacte, le rendement radiotélégraphique à grande distance est d'autant meilleur que la longueur d'onde est plus grande, et la pratique doit s'orienter vers l'augmentation continue des longueurs d'onde. C'est ce qui se passe en effet; les progrès successifs de l'histoire de la télégraphie sans fil correspondent à des longueurs d'ondes sans cesse croissantes, depuis les quelques centaines de mètres employées au début, en passant par les 2 000 mètres environ des stations de la tour Eiffel et de Norddeich, jusqu'aux 6 000 mètres de Clifden, de Glace-Bay, et de Nauen. Cette loi de l'augmentation continue des longueurs d'onde, qui a été une loi du passé, semble devoir être aussi celle de l'avenir. Dans le projet qu'elle a établi en 1912 pour la construction d'un réseau impérial britannique de télégraphie sans fil, la Compagnie Marconi prévoyait des longueurs d'onde allant jusqu'à 15 000 kilomètres. Dans un discours à l'« Institute of Electrical Engineers », de Londres, M. W. Duddell proposait d'essayer l'application à la télégraphie sans fil d'alternateurs à 10 000 périodes, correspondant à des longueurs d'ondes de 30 000 mètres, et M. Bouthillon a récemment proposé la construction d'une antenne de 100 kilomètres de longueur d'onde propre, qui serait excitée avec des ondes de plusieurs centaines de kilomètres de longueur.

La théorie du prof. Sommerfeld, qui explique l'évolution suivie par la pratique de la télégraphie sans fil à grande distance, donne également la raison des expériences que le Dr F. Kiebitz, et beaucoup d'autres depuis, ont faites avec des antennes horizontales tendues près du sol; elle explique pourquoi ces expériences ne réussissent qu'avec de grandes longueurs d'onde.

Cela explique enfin, comme l'a montré un élève du prof. A. Sommerfeld, M. Harald von Horschelman, le pouvoir de direction de l'antenne coudée de M. Marconi: il se produirait, au voisinage de l'antenne, à la surface de la terre, des courants verticaux qui interféreraient entre eux, et le problème se trouverait ramené à celui de l'émission avec un système d'antennes verticales parcourues par des courants entre lesquels existent certaines différences de phases.

**Influence des obstacles.** — Les ondes électromagnétiques, qui ne sont pas arrêtées par la courbure de la terre, franchiront évidemment sans difficulté les petits obstacles (collines, montagnes, rochers) qui se trouvent à la surface du globe. Nous diviserons ces obstacles en deux classes :

**Obstacles non conducteurs :** sables secs, marbres et ardoises sans oxyde, roches dures. Ils sont traversés par les ondes électromagnétiques comme l'est l'air lui-même. Il y a seulement des réfractions au passage d'un milieu dans un autre.

**Obstacles conducteurs :** minerais métalliques... Ils ne peuvent être traversés par les ondes électriques, ils sont contournés. Les ondes électriques les franchissent à la façon dont une vague dépasse un rocher, en le contournant, les deux parties se rejoignant après la traversée du rocher et continuant leur chemin; il n'y a d'ailleurs aucune agitation immédiatement derrière le rocher.

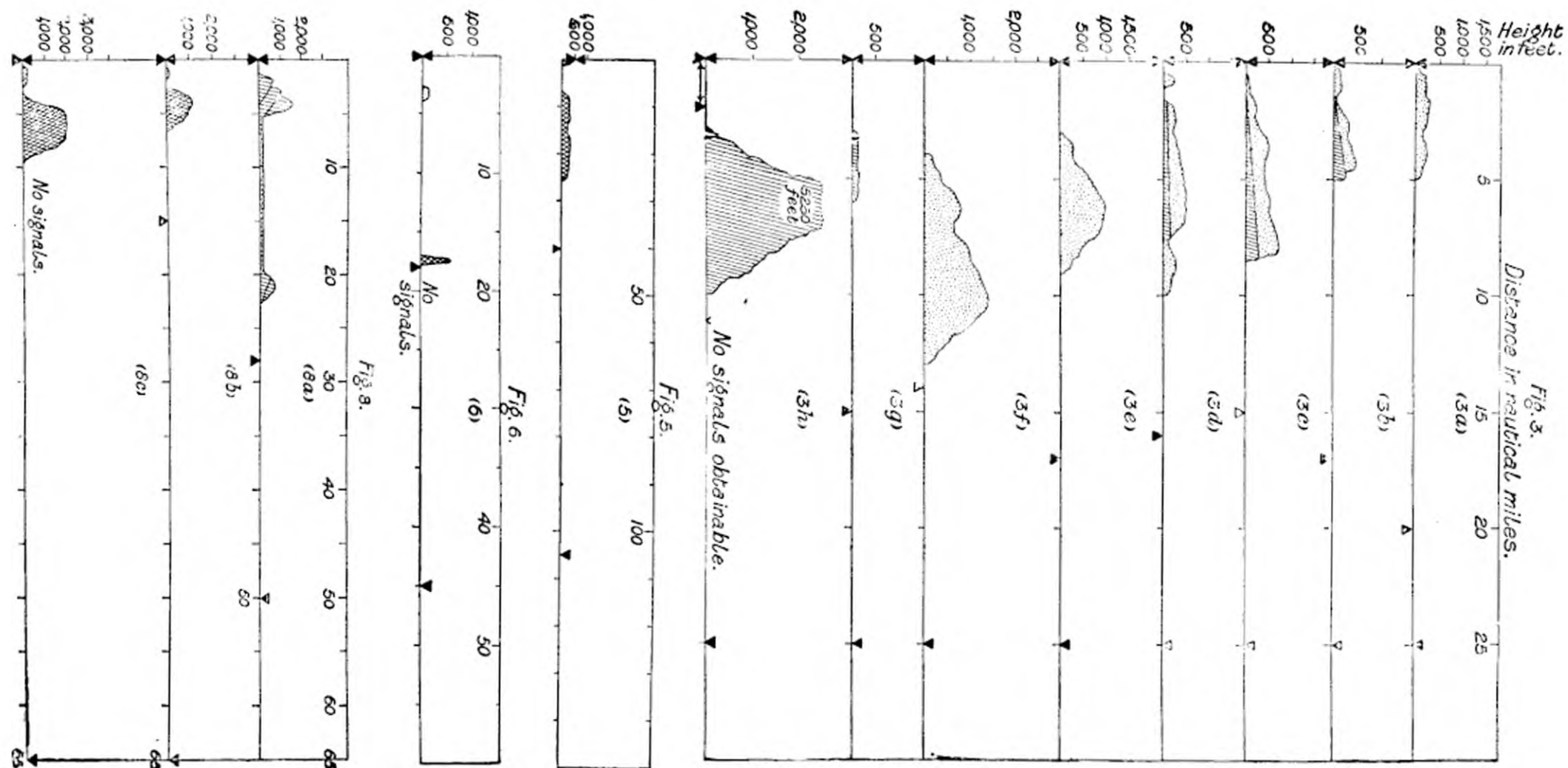
Ces vues théoriques ont été confirmées par de belles expériences de sir Henry Jackson, de la marine anglaise. Les graphiques de la figure 70 et le tableau suivant résument quelques-unes de ces expériences :

TABLEAU RÉSUMANT QUELQUES EXPÉRIENCES DE L'AMIRAL JACKSON  
SUR L'INFLUENCE DES OBSTACLES (Voir graphiques de la planche IV).

| Numéro de la figure<br>correspondante. | DISTANCE<br>du<br>poste<br>transmetteur<br>à l'obstacle. |               | OBSTACLE    |              |              |              |                                       |          | PORTÉE           |              |                         |              | RAPPORT de la portée<br>à travers l'obstacle<br>à la portée en pleine mer. |
|----------------------------------------|----------------------------------------------------------|---------------|-------------|--------------|--------------|--------------|---------------------------------------|----------|------------------|--------------|-------------------------|--------------|----------------------------------------------------------------------------|
|                                        |                                                          |               | HAUTEUR     |              | ÉPAISSEUR    |              | NATURE                                | SURFACE  | EN PLEINE<br>MER |              | A TRAVERS<br>L'OBSTACLE |              |                                                                            |
|                                        |                                                          |               | En<br>pieds | En<br>mètres | En<br>milles | En<br>kilom. |                                       |          | En<br>milles     | En<br>kilom. |                         |              |                                                                            |
|                                        |                                                          |               |             |              |              |              |                                       |          |                  |              |                         |              |                                                                            |
| 3 a                                    | Yards<br>250                                             | Mètres<br>230 | 250         | 70           | 6            | 11           | Grès poreux.                          | Cultivé. | 25               | 46           | 20                      | 37           | 0,80                                                                       |
| 3 c                                    | Milles<br>3                                              | Kilom.<br>5,5 | 120         | 37           | 3            | 5,5          | Pierre à chaux demi-<br>cristallisée. | Sec.     | 25               | 46           | 15                      | 28           | 0,60                                                                       |
| 3 b                                    | 1 à 2,5                                                  | 2 à 4         | 5 250       | 1 600        | 7            | 13           | — —                                   | —        | 25               | 46           | Rien                    | Rien         | Très petit.                                                                |
| 5                                      | 3                                                        | 5,5           | 500         | 155          | 17           | 31           | Pierre à chaux et<br>minéral de fer.  | Cultivé. | 105              | 195          | 40                      | 74           | 39                                                                         |
| 6                                      | Yards<br>100                                             | Mètres<br>90  | 800         | 245          | 0,25         | 0,45         | — —                                   | —        | 45               | 83           | Rien<br>à 18            | Rien<br>à 33 | < 40                                                                       |
| 8 c                                    | 2                                                        | 3,7           | 2 060       | 630          | 6            | 11           | — —                                   | Sec.     | 65               | 120          | Rien<br>à 15            | Rien<br>à 28 | < 23                                                                       |



Fig. 70. — Diagrammes relatifs aux observations du capitaine H.-B. Jackson, sur l'effet de l'interposition d'obstacles sur la transmission des signaux radiotélégraphiques.



**Les brouillards.** — Remarquons enfin que les brouillards, qui arrêtent la lumière, n'empêchent pas la propagation des ondes électromagnétiques, parce que le diamètre des vésicules d'eau qui les forment, grand par rapport aux longueurs d'ondes lumineuses, est très petit par rapport à celles que l'on utilise en radiotélégraphie.

### B) *Le rôle de l'atmosphère dans la télégraphie sans fil*

**Influence de la conductibilité de l'atmosphère.** — La théorie du prof. A. Sommerfeld, qui tient compte de la conductibilité et du pouvoir inducteur spécifiques limités du sol, laisse inexpliqués certains faits qui semblent tenir aux conditions atmosphériques. L'idée que l'air atmosphérique n'est pas un isolant parfait et que sa conductibilité, d'autant plus grande que l'on s'élève, joue un rôle dans la propagation des ondes, a été suggérée par Heaviside et M. Henri Poincaré, et développée récemment par M. W.-H. Eccles.

La théorie de M. W.-H. Eccles peut se résumer ainsi :

La lumière solaire a pour effet de disséminer à travers l'atmosphère des particules électrisées; elle *ionise* l'air. Mais, d'une part, la vitesse de propagation des ondes électromagnétiques dans l'air ionisé augmente à mesure qu'augmente le degré d'ionisation, d'autre part, l'ionisation produite par la lumière solaire augmente d'intensité à mesure qu'augmente l'altitude de la masse d'air considérée, de sorte qu'à une hauteur suffisante on peut considérer l'air comme conducteur. Si l'on suppose une onde, dont le front d'onde était vertical au début, les parties supérieures de la surface de l'onde se courberont donc vers l'avant; autrement dit, les rayons électromagnétiques issus de la station transmettrice, au lieu d'être rectilignes, suivront une trajectoire courbe, dont la concavité sera tournée vers le sol.

L'ionisation de l'atmosphère augmentant à partir du matin jusqu'à midi pour décroître ensuite jusqu'à minuit, il devra y avoir de grandes différences de portée entre le jour et la nuit; les grandes perturbations observées dans les signaux de télégraphie sans fil au lever et au coucher du soleil ont pour cause les brusques changements d'ionisation de l'air à ces moments. Le fait que l'indice de réfraction varie en raison inverse de la fréquence explique pourquoi les différences de portée entre la nuit et le jour sont beaucoup plus accentuées pour les petites longueurs d'onde que pour les grandes. On voit enfin pourquoi l'influence des montagnes dans le sens d'une réduction de portée pendant le jour est beaucoup moindre avec les signaux de grande longueur d'onde qu'avec les transmissions à ondes courtes; car, la nuit, la couche conductrice supérieure réfléchit également les ondes de toutes longueurs, le ciel est, en un sens, éclairé par le rayonnement qui vient de la station d'émission et renvoie ce rayonne-

ment dans les vallées au-delà des montagnes, tandis que, le jour, la couche inférieure de l'atmosphère s'ionise et réfracte les ondes; mais le fait, que cette réfraction est beaucoup plus importante pour les ondes de grande longueur, montre que l'influence des montagnes doit être, pour celles-ci, beaucoup moins importante que pour les ondes courtes. M. W.-H. Eccles explique enfin, à l'aide de sa théorie, un certain nombre de phénomènes particuliers relatifs à la communication Clifden-Glace-Bay, aux parasites atmosphériques, à l'influence des aurores boréales, etc.

**Signaux parasites.** — Signalons, dans les appareils récepteurs, la présence fréquente de signaux parasites, dont la cause n'est pas encore clairement connue, et quelquefois si nombreux qu'ils font, dans le cas de la réception téléphonique, l'effet d'une friture continue.

Ils paraissent dus aux décharges oscillantes produites par les coups de foudre, et aux variations de potentiel de la prise de terre de l'antenne, produites par les variations du champ magnétique terrestre et les courants vagabonds.

Il n'existe pas encore de moyen efficace de s'en débarrasser, et ils sont souvent très gênants. Nous verrons au paragraphe suivant comment on essaie de les rendre le moins nuisibles possible.

### C) Conclusion.

Le court exposé que nous venons de faire suffit à donner une idée de l'activité déployée dans ces dernières années par les savants pour trouver l'explication des phénomènes observés dans la pratique de la télégraphie sans fil. Cette activité s'est développée dans deux directions différentes : explication par l'hypothèse d'un sol dont la conductibilité et le pouvoir inducteur spécifique sont limités; explication par l'hypothèse d'une atmosphère ionisée. La vérité est probablement dans une combinaison des deux théories qui tiendrait compte des éléments de vérité que l'une et l'autre possèdent, et qui ont déjà réussi à éclaircir un grand nombre de phénomènes restés jusque-là mystérieux.

## III. LA SYNTONIE

Nous avons étudié jusqu'ici l'influence de la forme des circuits radiateur et récepteur. Quelle est maintenant l'influence des dimensions réciproques de ces circuits? Cette étude se rattache à celle des phénomènes de résonance, qui intervient chaque fois qu'il s'agit d'oscillations.

**Courbes de résonance.** — Considérons deux antennes, l'une transmettrice  $A_1$ , l'autre réceptrice  $A_2$ . Soient  $n_1$ ,  $n_2$ , leurs fré-

quences propres,  $J_1$ ,  $J_2$ , les courants efficaces dans les deux circuits. Si, toutes choses égales d'ailleurs, la fréquence propre de l'un des circuits varie, on constate

que le rapport  $\frac{J_2}{J_1}$  varie aussi. La variation peut être représentée par une courbe semblable à celle de la figure 71, où l'on porte en abscisses le rapport  $\frac{n_2}{n_1}$ , en ordonnées le rapport  $\frac{J_2}{J_1}$ . Cette courbe

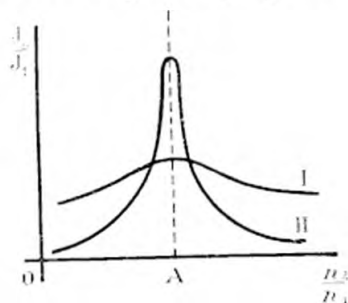


Fig. 71.

présente un maximum, correspondant au point A, où les périodes propres des deux circuits sont égales. On dit alors que les deux circuits sont en *résonance* et la courbe est dite *courbe de résonance*.

Le maximum est d'autant plus aigu que les circuits sont plus amortis. La courbe I correspond à des circuits très amortis, la courbe II à des circuits peu amortis.

**Influence de la longueur d'onde.** — Pour nous expliquer ces faits, considérons un pendule auquel nous appliquons périodiquement des impulsions. Si leur période est égale à la période propre du pendule, celui-ci, à la première impulsion  $n$ , est lancé, monte jusqu'en  $M_1$  et exécute une oscillation. Au bout de cette première

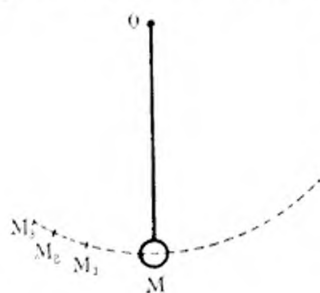


Fig. 72.

oscillation, il reçoit une deuxième impulsion, qui accélère son mouvement, et monte jusqu'en  $M_2$ . Après la deuxième oscillation, il reçoit une troisième impulsion, qui le fait monter en  $M_3$ , et ainsi de suite. On voit que l'amplitude du mouvement augmente à chaque impulsion (fig. 72).

Si au contraire la période de l'impulsion est différente de celle du mouvement du pendule, il y aura des cas où l'impulsion s'opposera au mouvement du pendule, qui se ralentira. Et l'amplitude moyenne sera plus faible que dans le cas de la résonance.

Il en est de même pour les oscillations électriques. Si les ondes excitatrices ont une période différente de celle du circuit récepteur, le courant induit sera tantôt de même sens, tantôt de sens contraire à celui qui circule à ce moment dans le circuit récepteur, et le résultat pourra être un affaiblissement de ce courant. Si, au contraire, les ondes excitatrices ont la même période propre que le circuit récepteur, il y a à chaque période une augmentation de l'amplitude dans ce circuit.

**Influence de l'amortissement.** — L'amplitude augmenterait même indéfiniment, si les circuits n'étaient pas amortis, comme dans le cas du pendule s'il n'y avait pas de frottements qui s'opposent à l'augmentation de la vitesse, de sorte que si nous appelons  $M_1, M_2$ , les elongations maxima successives dans le même sens, elles sont réparties sur une courbe, qui a une asymptote horizontale dont l'ordonnée OA est d'autant plus faible que les frottements sont plus grands. De même, dans le cas des oscillations électriques, le maximum de  $\frac{J_2}{J_1}$  est d'autant moins élevé que les amortissements sont plus grands, toutes choses égales d'ailleurs.

Expliquons enfin pourquoi, dans le cas de circuits très amortis, la courbure de la courbe de résonance est beaucoup plus faible que dans le cas de circuits peu amortis. Pour cela, passons immédiatement au cas extrême d'une impulsion amortie après la première oscillation : c'est le cas d'un choc donné au pendule. Mais un choc, quel qu'il soit, met en mouvement un pendule de n'importe quelle longueur, qui se met à osciller avec sa période et son amortissement propres. Il en sera de même dans notre cas, où des ondes très amorties exciteront le système récepteur, quelle que soit sa longueur d'onde.

**Conséquences pratiques.** — Il reste à tirer les conséquences de ces phénomènes.

Ils donnent l'explication des difficultés rencontrées dans la recherche de la syntonie, c'est-à-dire de l'isolement réciproque de deux postes voisins, et l'indication des moyens les plus propres à la réaliser.

1° La syntonie rigoureuse n'est réalisable qu'avec l'emploi d'ondes entretenues à l'émission et de circuits très peu amortis à la réception.

2° Un poste transmetteur très amorti impressionnera tous les postes récepteurs situés dans son rayon d'action, et sera très gênant.

3° Un poste transmetteur peu amorti n'impressionnera que les postes récepteurs accordés sur lui et sera peu gênant.

4° Un poste récepteur très amorti sera impressionné par des longueurs d'ondes même très différentes de la sienne propre. Il sera donc bon comme organe de recherche, dans une station qui peut avoir à recevoir de postes de longueurs d'ondes différentes. En revanche, à intensité émise égale, les signaux seront moins forts que pour un poste récepteur identique à amortissement moindre.

5° Un poste récepteur peu amorti sera impressionné beaucoup plus fortement par les postes transmetteurs ayant sa longueur

d'onde propre. C'est donc un bon dispositif de réception une fois connue la longueur d'onde de la station transmettrice.

6° Enfin, il est très difficile de se débarrasser des signaux parasites, qui sont en général très amortis. Le meilleur moyen semble être d'employer une antenne non accordée avec la station transmettrice, agissant sur le détecteur par l'intermédiaire d'un circuit accordé sur la longueur d'onde de transmission. Les parasites font vibrer l'antenne, mais, comme celle-ci n'est pas accordée avec le circuit intermédiaire, celui-ci n'est pas influencé. Au contraire des émissions utiles exciteront un peu l'antenne qui fera vibrer le circuit intermédiaire suivant la même longueur d'onde, et le détecteur fonctionnera. Il y a évidemment une réduction de l'intensité des ondes reçues.

---



## CHAPITRE IV

### Excitation directe et excitation indirecte.

### Réception directe et réception indirecte.

Nous avons étudié plus haut :

- 1° Le moyen de produire des oscillations dans un circuit;
- 2° Le moyen de déceler les oscillations induites dans un circuit;
- 3° Les formes et les dimensions des circuits aptes à la radiation et à la captation des ondes.

Il s'agit maintenant de relier ensemble les circuits producteur et radiateur d'une part, capteur et récepteur d'autre part pour obtenir les meilleurs résultats.

#### A). — *Transmission.*

**Excitation directe.** — On peut produire directement des oscillations dans l'antenne. (Excitation directe.) Si l'on emploie comme source de courants à haute fréquence un alternateur, il suffit de relier l'un des pôles de la machine à l'antenne, et l'autre pôle à la terre (Fessenden, fig. 73). Si l'on emploie la méthode de la décharge du condensateur dans un circuit à étincelle, les deux pôles de l'éclateur seront réunis d'une part à l'antenne et à la terre (fig. 74), d'autre part aux extrémités du secondaire du transformateur (montage Marconi). Ce système a des inconvénients. En effet,

est  $\frac{1}{2} CV^2$ ,  $V$  étant la différence de potentiel entre les deux pôles de l'éclateur, et  $C$  la capacité de l'antenne par rapport à la terre.



Fig. 73.



Fig. 74.

Mais les antennes ayant des capacités très faibles, ceci conduit, dès que les puissances sont un peu grandes, à des potentiels énormes. Si par exemple, on veut mettre en jeu une puissance de 1 kilowatt, avec 50 étincelles par seconde, soit 20 watts par étincelle, et une capacité  $C=10^{-3}$  microfarad, on a :

$$20 = \frac{1}{2} \cdot 10^{-3} \cdot 10^{-6} V^2,$$

$$V = 200\,000 \text{ volts.}$$

Mais il est très difficile de construire des transformateurs donnant, avec une telle tension, un nombre suffisant d'étincelles par seconde. Car (voir ch. III), pour une quantité de cuivre donnée sur le transformateur, l'augmentation de la tension à obtenir, entraînant une augmentation de résistance secondaire, diminue le nombre d'étincelles qu'on peut avoir par seconde.

De plus, les différences de potentiel de cet ordre de grandeur exigent une très grande longueur d'étincelle (environ 10 centimètres). Mais la résistance de l'étincelle devient alors très grande, et la perte d'énergie de ce fait est considérable. D'où : 1° mauvais rendement de l'installation; 2° grand amortissement et par conséquent poste très gênant pour les voisins.

Enfin, ces grandes différences de potentiel rendent très difficile l'isolement des antennes, surtout des parties supérieures, où le potentiel est maximum.

**Excitation indirecte.** — Aussi le système par excitation directe est-il de moins en moins employé, du moins dans le cas où l'on se sert d'étincelles. Les méthodes d'excitation les plus usitées maintenant sont indirectes.

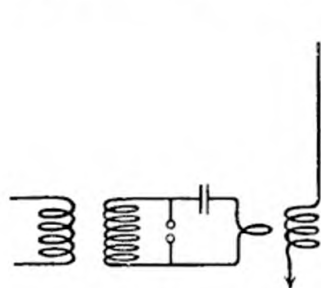


Fig. 75.

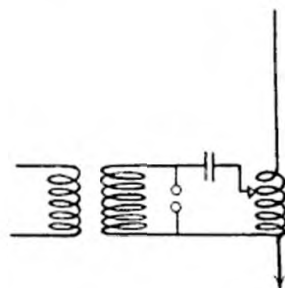


Fig. 76.

**Circuit à étincelle peu amorti.** — La première (Braun), et la plus répandue actuellement, consiste à produire des oscillations dans un circuit fermé à étincelle, dont l'amortissement est faible puisque les seules pertes d'énergie sont sous forme de chaleur dans l'étincelle. Ces oscillations en produisent d'autres dans le radiateur par induction (fig. 75) ou par dérivation (fig. 76).

**Théorie du couplage.** — Pour obtenir l'effet maximum il faut, pour des raisons de résonance analogues à celles exposées chapitre III, que les deux circuits, circuit à étincelle et circuit radiateur, considérés isolément, soient accordés, c'est-à-dire aient la même période propre d'oscillations. La théorie montre que dans ces conditions, il y a dans le système production d'oscillations de deux longueurs d'ondes différentes, entre lesquelles est comprise la longueur d'onde propre commune des deux circuits, et que le sécrément d'amortissement est sensiblement à la moyenne

des sécréments. Il est donc beaucoup plus faible que dans le cas de l'excitation directe, où les deux causes principales d'amortissement (chaleur Joule et rayonnement) s'ajoutaient, l'une d'elles étant d'ailleurs considérablement amplifiée et la syntonie est bien meilleure.

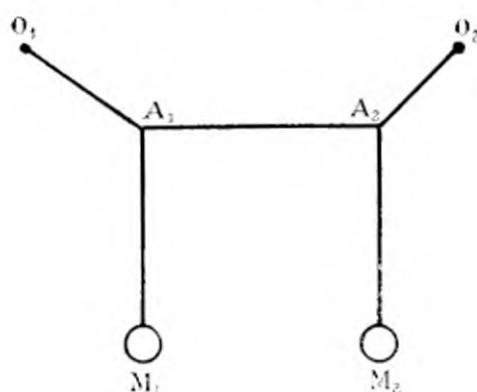


Fig. 77.

les extrémités sont fixées en  $O_1, O_2$ . Mettons en mouvement le pendule  $A_1, M_1$  en écartant la masse  $M_1$  perpendiculairement au plan  $O_1, A_1, A_2, O_2$ . Il oscille, et donne au lien et par conséquent au pendule  $A_2, M_2$  de petites impulsions et ce dernier commence à osciller. A partir de ce moment, l'amplitude du mouvement de  $A_1, M_1$  diminue jusqu'à devenir nulle. La raison en est évidente, puisque, l'action et la réaction étant opposées, le premier pendule ne peut accélérer le second qu'en ralentissant son propre mouvement. Quand l'amplitude du mouvement du pendule  $A_1, M_1$  est nulle, celle de  $A_2, M_2$  est maxima. Celui-ci met à son tour en mouvement le pendule  $A_1, M_1$ , et ainsi de suite. Mais, quand un pendule joue le rôle d'entraîneur, son mouvement doit être ralenti, donc il oscille un peu plus lentement qu'il ne ferait s'il était seul. Quand, au contraire, il est entraîné, il oscille un peu plus vite. Le mouvement se compose en définitive de deux oscillations de périodes différentes, encadrant la

période propre commune des deux pendules supposés isolés (fig. 77). La différence entre ces deux périodes est évidemment d'autant plus grande que la liaison entre les deux pendules est plus rigide, et par conséquent que l'action réciproque des deux mouvements l'un

sur l'autre est plus grande. La courbe représentant la variation de l'élongation des deux pendules en fonction du temps a l'aspect de la figure 78.

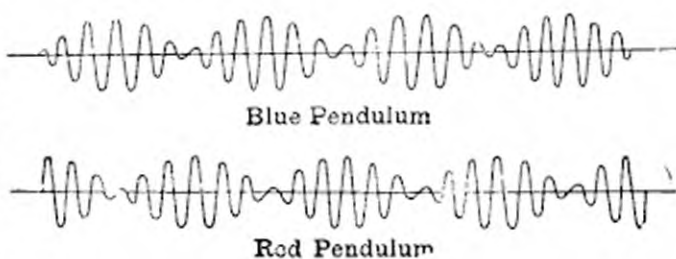


Fig. 78.

La même chose se passe dans le cas des oscillations électriques. Les oscillations du primaire ne peuvent en provoquer dans le secondaire qu'en créant dans ce circuit une force élec-

tromotrice et dans le primaire une force contre-électromotrice; les deux circuits agissent et réagissent l'un sur l'autre comme les deux pendules, et il se forme des oscillations qui sont alternativement plus et moins rapides que les oscillations propres des deux circuits. La courbe représentant l'intensité dans l'un des circuits en fonction du temps doit donc avoir l'aspect de la figure 78, et c'est bien ce que l'expérience vérifie, comme le montre la figure 79 qui représente une photographie faite à l'oscillographe par le professeur E. Taylor Jones.



Fig. 79. — Oscillogramme des oscillations du circuit secondaire.

Extrait de « The Electrician », avec autorisation.

**Couplage lâche et couplage serré.** — Quand l'accouplement est serré, les deux longueurs d'onde sont notablement différentes. Si, au contraire, les deux circuits induit et inducteur sont éloignés, l'accouplement est lâche, et les deux longueurs d'onde sont très rapprochées et finissent, si l'on continue à éloigner les deux circuits, à se confondre avec la longueur d'onde propre commune.

Soient :

A la longueur d'onde propre commune  $\lambda_1, \lambda_2$  les longueurs d'onde résultantes  $L_1, L_2$  les selfs des deux bobines dans l'excitation par induction (fig. 3)  $M$  leur induction mutuelle;  $L'_1$  la portion du transformateur d'oscillations qui fait partie du circuit à étincelle, (cas de l'excitation par dérivation, fig. 4).  $L'_2$  la self-induction du circuit induit (antenne, transformateur d'oscillations, terre); et posons :

$$K = \frac{M}{\sqrt{L_1 L_2}} \quad (\text{Cas de l'excitation par induction})$$

$$K = \sqrt{1 - \frac{1}{1 + \frac{L'_1}{L'_2}}} \quad (\text{Dérivation})$$

$K$  est ce qu'on appelle le coefficient d'accouplement des deux circuits, et l'on a

$$\begin{aligned} \lambda_1 &= \lambda \sqrt{1 + K}, \\ \lambda_2 &= \lambda \sqrt{1 - K}, \\ K &= \frac{2(\lambda_1 - \lambda_2)}{\lambda_1 + \lambda_2}. \end{aligned}$$

Il est évident que la station sera d'autant moins gênante pour les postes voisins que le coefficient  $K$  sera plus petit.

En pratique un couplage trop lâche, avantageux au point de

vue de la syntonie, serait mauvais en ce que l'énergie rayonnée serait très faible, le circuit excitateur étant éloigné du circuit excité; un couplage très serré, bon au point de vue de la quantité totale d'énergie émise, serait très gênant pour les stations voisines. On détermine pratiquement le couplage à adopter suivant qu'on veut établir des records de portée

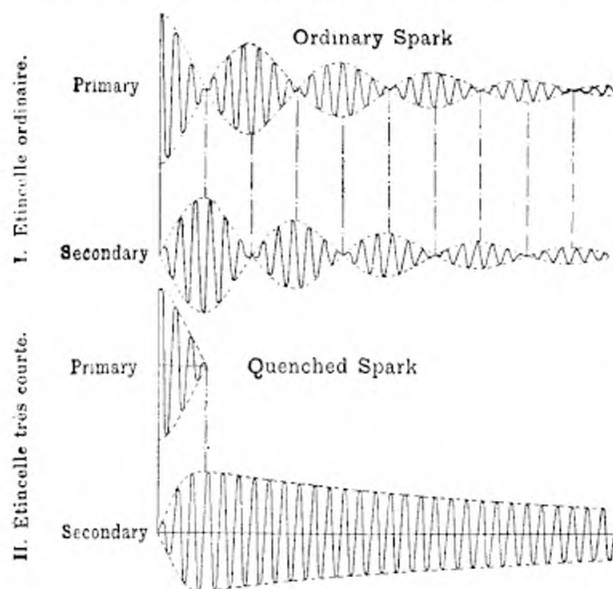


Fig. 80.

ou qu'on se préoccupe de ne pas troubler les postes extérieurs.

Ces méthodes d'excitation indirecte sont jusqu'à présent les plus employées.

**Circuit à étincelle très amorti.** — Un autre procédé, où l'on utilise encore des circuits à étincelles, a été récemment appliqué par M. de Lepel et la Compagnie générale radiotélégraphique et par la société Telefunken. Il repose sur la remarque suivante (Wien): Si l'on donne un choc à un pendule, il oscille suivant sa période propre et son amortissement propre. De même si l'on donne à un circuit un choc électrique (ce qui se fait en produisant dans un circuit auquel il est lié par induction ou dérivation une oscillation extrêmement amortie), il se produira des oscillations ayant la fréquence propre et l'amortissement propre du circuit (fig. 80). Pour produire dans le circuit excitateur des oscillations très amorties on se sert d'étincelles extrêmement courtes, et par conséquent de grande résistance (voir les courbes de Rempp, ch. I).

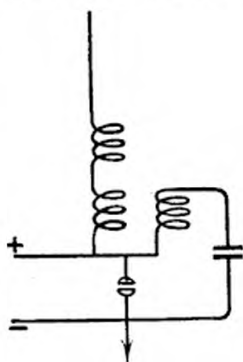
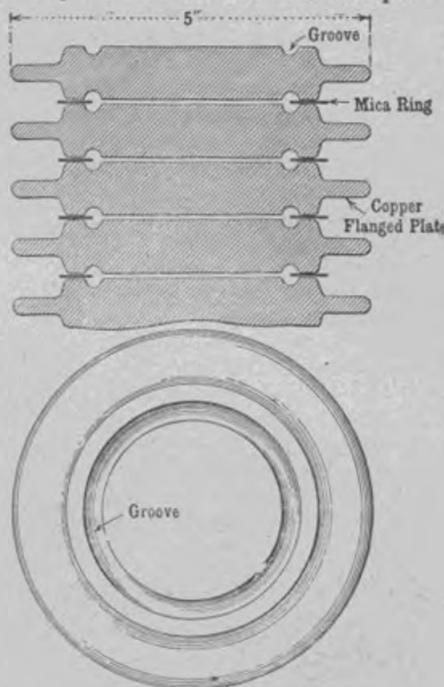


Fig. 81.

Extrait de « The Electrician », avec autorisation.

**Procédé Lepel.** — Dans le procédé Lepel l'éclateur est constitué par deux plateaux métalliques en regard séparés par un ou deux disques de papier mince percés d'un trou en leur centre. La source d'alimentation est à courant continu. La longueur de l'étincelle est 0 mm. 05. L'excitation de l'antenne se fait suivant le montage de la figure 81.



Plan of Copper Flanged Plate

Fig. 82. — Éclateur Telefunken.

Reproduit avec l'autorisation de la « Gesellschaft für drahtlose Telegraphie ».

**Procédé Telefunken.** — L'éclateur employé par la Telefunken consiste en douze disques de cuivre, de 13 centimètres de diamètre, ayant sur chaque face une rainure circulaire (fig. 82) et empilés. Des rondelles de mica séparent deux disques successifs. La distance des disques est environ 0 mm. 25. L'excitation de l'antenne se fait par dérivation. Les résultats semblent bons. L'amortissement est faible : c'est l'amortissement propre de l'antenne, et la syntonie est bonne.

**Procédés de la Compagnie Radiotélégraphique.** — La Compagnie générale Radiotélégraphique a adopté, en outre de l'éclateur Lepel, qui fonctionne toujours à la station de Kingston (Jamaïque), deux autres types d'éclateurs à étincelles multiples originaux et d'un fonctionnement irréprochable.

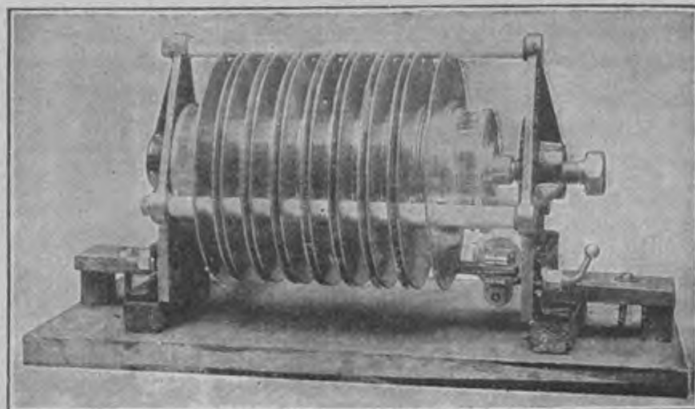


Fig. 83. — Eclateur Telefunken.

Reproduit avec l'autorisation de la « Gesellschaft für drahtlose Telegraphie ».

Le premier comporte des disques  $D_1 D_2 D_3 D_4 D_5$  de cuivre rouge argenté tournant autour d'axes parallèles  $O_1 O_2 O_3 O_4 O_5$  et les étincelles  $C_1 C_2 C_3 C_4$ .



$C_s$  (d'ailleurs réglables) parcourent sur chaque cercle argenté des séries de courbes; il suffit de disposer les poulies ou les pignons d'entraînement de deux disques voisins de manière à ce que leur vitesse soit dans un rapport théoriquement incommensurable (pratiquement dans le rapport de deux nombres entiers consécutifs assez grands) pour qu'un point d'une surface, d'une électrode, soit en regard successivement de tous les points de l'électrode voisine; c'est le seul éclateur employé en télégraphie sans fil qui jouisse de cette propriété, réduisant ainsi tout risque de court circuit ou d'irrégularité par formation de champignons sur les électrodes; pratiquement les surfaces d'argent restent indéfiniment lisses, chaque disque ayant une masse

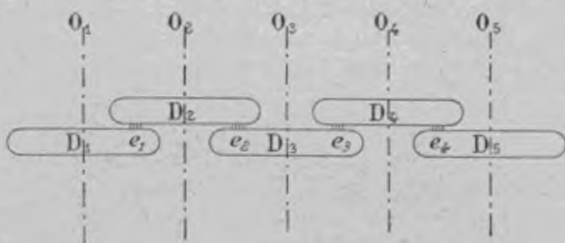


Fig. 84.

et une surface de rayonnement suffisantes pour ne pas dépasser  $100^\circ$ ; la Compagnie générale Radiotélégraphique emploie ce type d'éclateurs à deux ou plusieurs étincelles de moins d'un dixième de millimètre pour

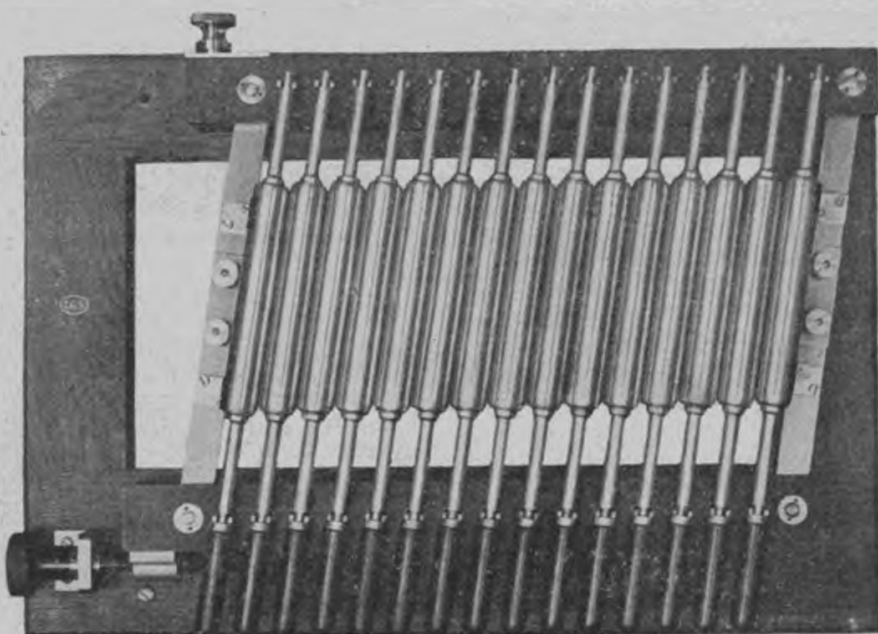


Fig. 85. — Éclateur à grille C. G. R. réglable micrométriquement.  
Extrait de la Revue T. S. F. Valenciennes, avec autorisation.

obtenir des notes musicales lorsque l'énergie proposée pour l'alimentation du circuit d'excitation est du courant continu (au-dessus de 500 volts) ou du courant alternatif de fréquence industrielle.

Le second type d'éclateur plus généralement employé par la Compagnie générale Radiotélégraphique avec les alternateurs à fréquence musicale de 400 à 600 périodes est l'éclateur grille C. G. R. à étincelles multiples variables micrométriquement. Sur la figure on voit qu'il suffit de tourner le bouton molleté pour déformer les parallélogrammes formés par les axes

des rouleaux de cuivre entre lesquels jaillissent les petites étincelles; dans le type normal des bateaux de commerce un tour de bouton molleté fait varier chaque étincelle d'un centième de millimètre environ, et cette variation infime se traduit cependant par un résultat nettement apparent dans l'ampèremètre d'antenne et par suite dans la portée. Les électrodes de ces grilles diffèrent naturellement de dimensions et de nombre suivant la puissance de la station; elles sont toujours en cuivre rouge nu et il a été reconnu qu'il n'y avait pas intérêt par l'argenture à favoriser le déplacement de chaque étincelle sur les génératrices des rouleaux; en prenant soin de temps en temps de tourner à la main les électrodes pour répartir leur usure, l'éclateur à grille dure indéfiniment.

**Système C. G. R. multiplex.** — La Compagnie générale Radiotélégraphique a mis au point récemment un perfectionnement important à son

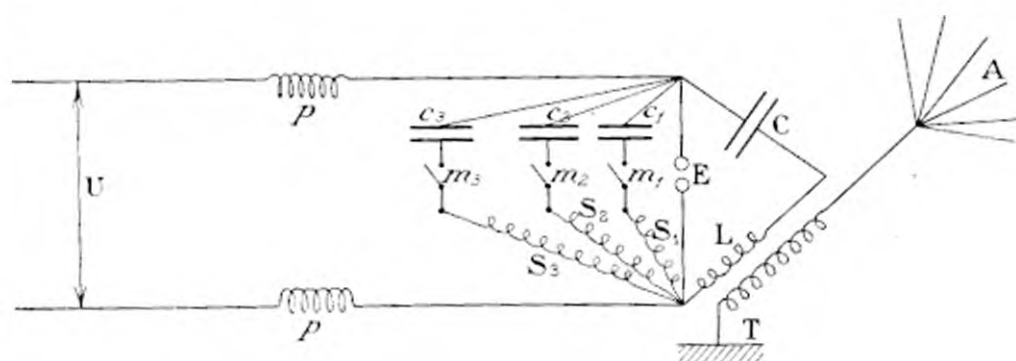


Fig. 86.

système à émissions musicales de hauteurs instantanément variables. Plusieurs circuits musicaux sont mis en parallèle, comme on le voit sur le schéma ci-contre; commandés chacun par un manipulateur, ils donnent chacun une note indépendamment l'un de l'autre et il est ainsi possible de superposer plusieurs communications.

A. Antenne.

T. Terre.

E. Eclateur.

U. Tension continue ou alternative à fréquence industrielle.

M<sub>1</sub> M<sub>2</sub> M<sub>3</sub> manipulateurs.

S<sub>1</sub> S<sub>2</sub> S<sub>3</sub> selfs des circuits musicaux.

C<sub>1</sub> C<sub>2</sub> C<sub>3</sub> capacités des circuits musicaux.

L et C self et capacité du circuit de haute fréquence, pp bobines de protection.

Le nombre de vibrations simples de la note donnée par chaque circuit musical ne dépend que de la self l et de la capacité c de ce circuit et est

$$\text{égal à } N = \frac{1}{2\pi \sqrt{cl}}.$$

**Système à onde unique de la Société française radioélectrique (1).**

— Le système consiste, en principe, en l'emploi d'un système oscillant formé par le circuit oscillant primaire (circuit I), le circuit oscillant secondaire (circuit II), et par un lien rigide (circuit III) entre ces deux circuits, de telle sorte que le système oscille d'une seule pièce avec une fréquence bien déterminée et unique. Le circuit intermédiaire III comprend le primaire du transformateur d'oscillations T<sub>2</sub> et le secondaire du transformateur d'oscillations T<sub>1</sub>; les transformateurs T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub> sont placés de telle sorte qu'il n'existe

(1). Communication de M. Girardeau à la Société des Ingénieurs civils de France

pas d'induction mutuelle entre les enroulements qui n'appartiennent pas au même transformateur. Dans ces conditions le système tout entier ne pos-

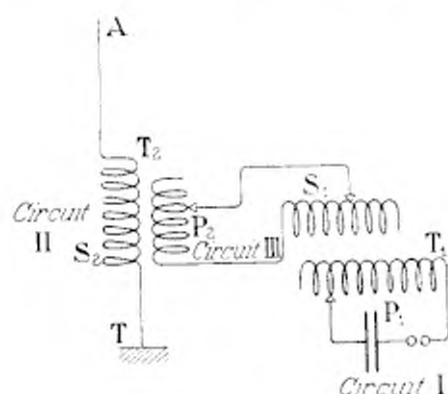


Fig. 87.

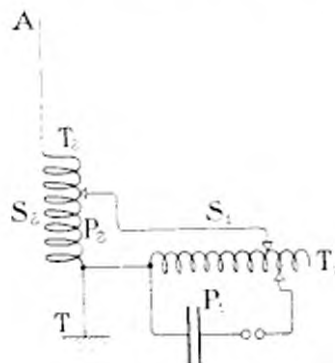


Fig. 88.

sède, si les constantes des circuits sont convenablement choisies, qu'une seule onde bien définie. Si  $K_1$  est le seul coefficient d'accouplement du transformateur  $T_1$ ,  $K_2$  celui du transformateur  $T_2$ ,  $\lambda$  la longueur d'onde commune des circuits I et II, la longueur d'onde émise  $\lambda'$  est

$$\lambda' = \lambda \sqrt{1 - (K_1^2 + K_2^2)}.$$

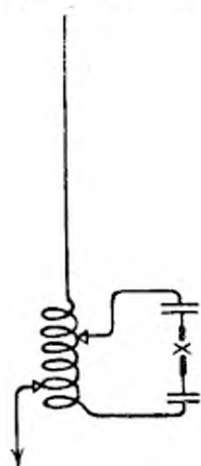


Fig. 89.

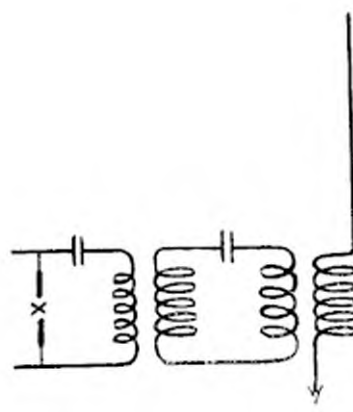


Fig. 90.

Les procédés d'excitation indirecte, par induction ou par dérivation, s'appliquent aussi dans le cas des oscillations entretenues. M. Poulsen emploie un montage par dérivation (fig. 89). Si l'on veut ob-

tenir des ondes très pures, on peut employer plusieurs circuits successifs (MM. Colin et Jeance, fig. 90). L'arc électrique dans l'hydrogène donne en effet des ondes de plusieurs longueurs différentes. Pour éliminer celles qui sont nuisibles, et isoler la longueur d'onde utile, on fait agir le circuit excitateur sur un circuit intermédiaire, réglé sur la longueur d'onde utile, les deux circuits étant liés par un couplage lâche. Ce circuit intermédiaire est lui-même lâchement couplé avec l'antenne, réglée aussi sur la bonne longueur d'onde. De cette façon l'effet des longueurs d'onde nuisible est sensiblement annulé.

#### B). — Réception.

**Réception directe.** — A la réception, le détecteur peut être placé directement sur l'antenne. C'est le premier montage qui fut employé avec les cohéreurs (fig. 91). Ces montages ont l'inconvénient

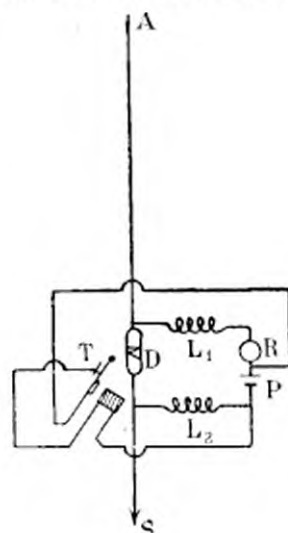


Fig. 91.

d'être très amortis, et par conséquent sensibles à toutes les longueurs d'ondes, puisqu'il y a en série avec l'antenne un système récepteur de grande résistance. Aussi sont-ils presque complètement abandonnés, et ont-ils fait place au système de réception indirecte.

**Réception indirecte.** — Ceux-ci, comme pour les montages d'émission, sont de deux sortes, par dérivation et par induction. Les oscillations captées

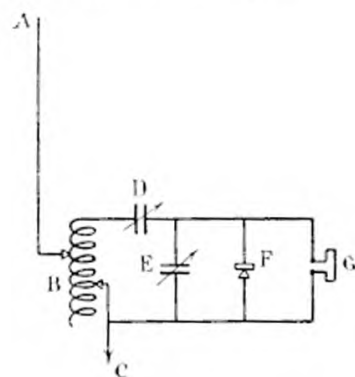


Fig. 92.

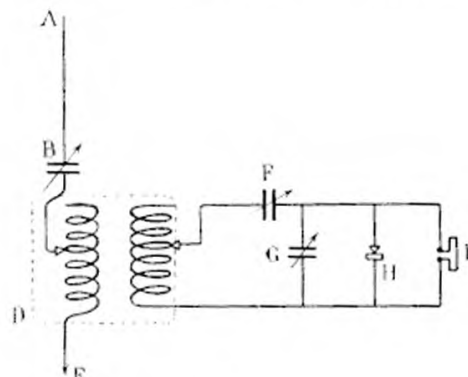


Fig. 93.

par l'antenne en produisent d'autres dans un circuit fermé contenant le détecteur.

Dans le montage représenté fig. 92, la réception est dite par *dérivation*. Un tel dispositif présente d'ordinaire un couplage assez serré, donc quand une longueur d'onde donnée tombe sur l'antenne, il se produit dans le système des oscillations de deux longueurs d'onde, et par conséquent la syntonie n'est pas très bonne. Le dispositif réglé pour une longueur d'onde donnée sera encore sensible à des signaux de longueurs d'onde assez différentes. Les condensateurs et self-inductions employés sont réglables, de manière qu'on puisse recevoir sur toutes les longueurs d'ondes.

Dans le montage de la figure 93, la réception est dite par *induction*. Le couplage du transformateur d'oscillations D étant lâche, la syntonie peut être très serrée.

#### C). — Appareils de couplage et de réglage.

Le couplage du circuit de l'antenne et du circuit exciteur, dans le cas de la réception indirecte, se fait au moyen de transformateurs d'oscillations.

**Transmission.** — A la transmission, ces appareils sont de deux sortes, suivant que l'excitation se fait par induction ou par dérivation.

**Transformateur par induction.** — Une bonne forme de transformateurs par induction est la suivante : le primaire (lié au circuit à étincelle) est formé par une spire de ruban de cuivre de dimensions variables. Le secondaire est un solénoïde de ruban de cuivre nu, les spires successives étant

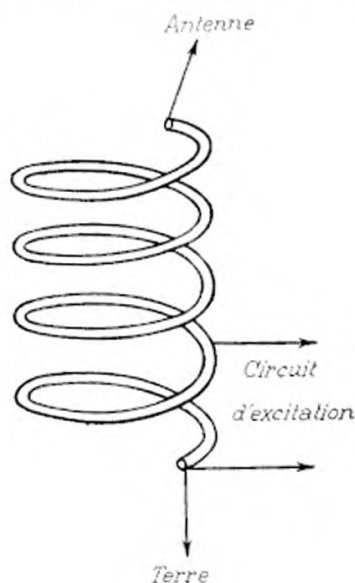


Fig. 94.

séparées par quelques centimètres d'isolant, et qui est placé à l'intérieur de la spire excitatrice.

**Transformateur par dérivation.** — On emploie souvent dans ce cas un solénoïde en tube de cuivre creux de dimensions variables dont les liaisons avec la terre, l'antenne et le circuit d'excitation sont faites comme l'indique la figure 94.

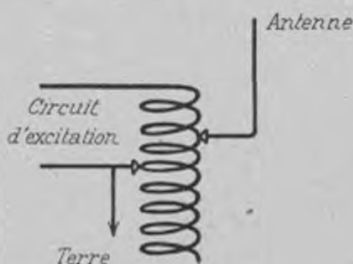


Fig. 95.

**Réception.** — A la réception, les éléments des transformateurs sont des bobines d'induction à contacts variables. Une forme souvent employée est celle d'une bobine de fil isolé à une couche enroulée sur un mandrin en ébonite. La bobine est dénudée suivant une ou plusieurs génératrices, des contacts variables pouvant se déplacer suivant ces génératrices.

**Transformateur par dérivation.** — On utilise une seule bobine avec les connexions figurées figure 95.

**Transformateur par induction.** — Ils sont formés de deux bobines

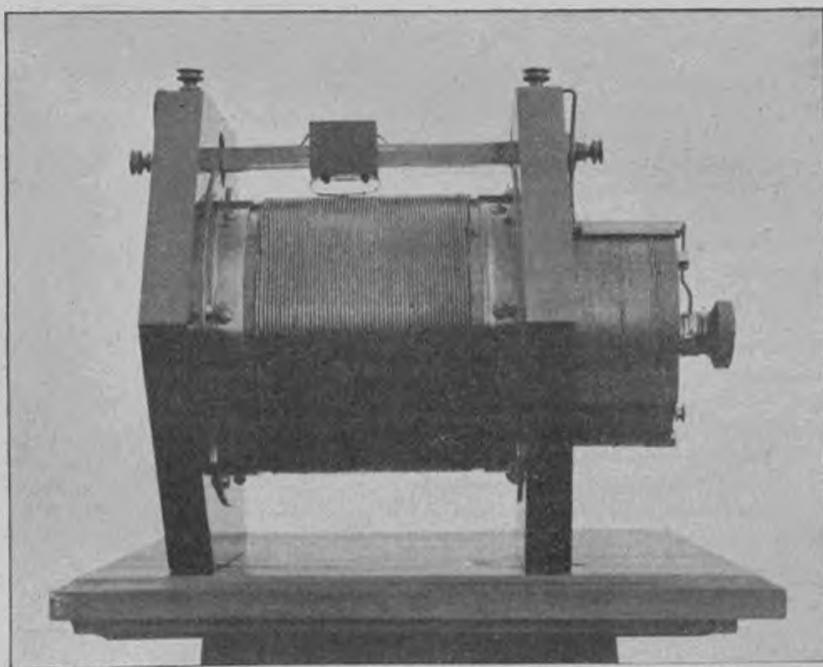


Fig. 96.

mobiles l'une par rapport à l'autre pour qu'on puisse faire varier le couplage.

Dans une forme, les deux bobines ont même axe, la bobine intérieure étant mobile dans la bobine extérieure (fig. 96). Des contacts mobiles ou des commutateurs permettent de prendre plus ou moins de spires de chaque bobine.

Dans une autre forme, la bobine intérieure peut tourner autour d'un axe perpendiculaire aux génératrices de la bobine extérieure, de manière que les axes des deux bobines puissent faire entre eux un angle quelconque.

**Condensateurs réglables.** — On place aussi dans les circuits de réception des condensateurs réglables dont les armatures sont formées de plaques métalliques et mobiles l'une par rapport à l'autre.

Le réglage des circuits de réception à la longueur d'onde voulue se fait par la variation des selfs et des capacités.





## DEUXIÈME PARTIE

---

# Les transmissions à grande distance par les ondes électromagnétiques.

---

### CHAPITRE V

## Le problème de la radiotélégraphie.

Il s'agit de transmettre la pensée en envoyant dans l'espace des signaux convenus représentant les éléments du langage écrit (chiffres, lettres, signes de ponctuation). Ces signaux, reçus à la station destinataire, sont traduits en langage clair mécaniquement ou par un télégraphiste.

**Code Morse.** — Le code de signaux le plus employé est le code Morse. Chaque lettre de l'alphabet, chiffre, ou signe de ponctuation est représenté par un groupe de deux sortes de signaux, le point, de courte durée, et le trait, de la longueur de trois points. Deux signaux consécutifs d'une même lettre sont séparés par un intervalle d'un point; deux lettres d'un même mot par un intervalle d'un trait; deux mots par un intervalle plus grand. Les principaux signaux Morse sont les suivants :



## I. RÉSUMÉ HISTORIQUE SUR LA RADIODÉLÉGRAPHIE

Dans la première méthode appliquée avec succès, on utilisa la décharge répétée d'un condensateur dans un circuit à étincelle.

**Premiers travaux.** — Dès 1842, Joseph Henry avait montré que la décharge d'un condensateur est oscillante dans certaines conditions; la théorie du phénomène fut donnée en 1853 par lord Kelvin. En 1855, Maxwell prévoyait que, si un courant d'intensité variable passe dans un conducteur, des ondes prennent naissance au voisinage et se propagent avec la vitesse de la lumière: la démonstration expérimentale fut donnée par Hertz qui publia ses travaux en 1888. L'idée de l'application à la télégraphie sans fil s'imposait. Elle fut exprimée par Elihu Thomson en 1889; par Sir William Crookes en 1892. Mais l'appareil détecteur de Hertz était trop peu sensible; mais ses ondes étaient de trop faible longueur, et par conséquent arrêtées par des obstacles peu importants.

**Premiers succès.** — Le premier détecteur employé avec succès fut le tube à limaille de Branly; des ondes de grande longueur furent obtenues par

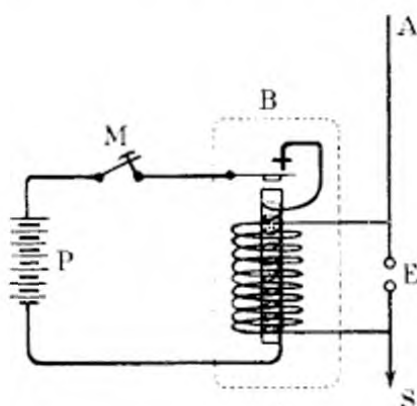


Fig. 97.

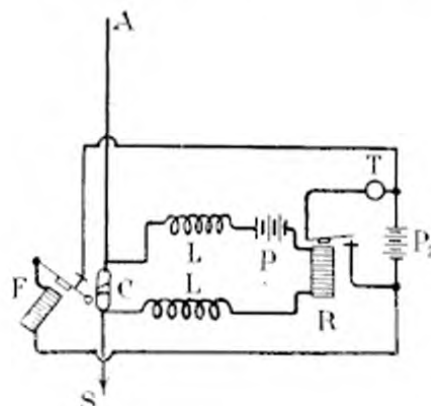


Fig. 98.

Marconi, qui produisit les oscillations dans une antenne mise à la terre (1896). Jusqu'en 1898, l'excitation et la réception étaient directes (fig. 97 et 98.) C'est avec ces appareils que Marconi fit ses premières expériences et parvint à franchir une distance d'une vingtaine de kilomètres.

Les progrès à accomplir étaient nombreux. Les antennes unifilaires étant de petite capacité, l'énergie mise en jeu et par conséquent la portée étaient faibles; l'excitation directe ne permettait pas d'obtenir une bonne syntonie.

**Progrès à la réception.** — A la réception, le cohéreur ne distingue pas entre signaux de caractère différent, et mêle les parasites aux signaux utiles: sa capacité étant variable, on n'aurait pas pu régler exactement la longueur d'onde du circuit de réception sur celle des ondes émises, et la syntonie aurait été mauvaise, même si ces ondes eussent été peu amorties; de plus, la résistance du cohéreur intercalée dans l'antenne rendait le circuit très amorti. Un grand progrès fut réalisé par l'emploi du détecteur magnétique (Marconi, 1902). Puis apparurent successivement le barretter à fil (Fessenden, 1902); le détecteur électrolytique (Fessenden-Schlœmilch-Ferrié, 1905); la valve de Fleming (1905); l'audion de de Forest (1906); les détecteurs à contact imparfait (Dumwoody, Austin, Pickard, Meunier). La réception téléphonique, à cause de sa sensibilité et de sa régularité, est maintenant presque exclusivement employée.

**Progrès à la transmission. Emploi de grandes puissances et de grandes longueurs d'onde.** — A la transmission, il s'agissait premièrement de mettre en jeu de plus grandes quantités d'énergie, et cela conduisit à l'emploi des antennes de grande capacité; cela amenait à augmenter la longueur d'onde, et nous savons que la portée augmente avec la longueur d'onde.

Il fallait aussi obtenir une meilleure syntonie. On pouvait y arriver soit en employant la méthode de la décharge du condensateur dans un circuit à étincelle, soit en utilisant les ondes entretenues.

**Progrès de la méthode de la décharge d'un condensateur dans un circuit à étincelle. Réception et excitation indirecte.** — Le premier procédé, qui était né en Europe, commença par s'y répandre. Dès 1897, Lodge avait indiqué l'emploi de la réception indirecte, utilisée par M. Marconi à partir de l'année suivante. Grâce à ce perfectionnement, la distance de 70 kilomètres fut franchie en 1899. Le professeur Braun préconisa ensuite l'excitation indirecte, que M. Marconi employa à partir de 1902. On avait dès lors le moyen d'obtenir une syntonie approchée par un réglage convenable des circuits transmetteurs et récepteurs. L'emploi, dans le circuit à étincelle, des condensateurs de grande capacité, permit de mettre en jeu une énergie plus considérable. La capacité et la longueur d'onde des antennes augmentaient parallèlement. A chacun de ces progrès correspondait un accroissement de la distance franchie, et, depuis 1907, les stations de Clifden (Irlande) et Glace-Bay (Nouvelle-Ecosse) échangent des télégrammes par-dessus l'Atlantique, à une distance de 3 600 kilomètres.

**Méthode des oscillations entretenues. L'arc.** — En même temps se perfectionnait peu à peu le procédé par oscillations entretenues. Elihu Thomson avait, dès 1892, obtenu de telles oscillations à haute fréquence (jusqu'à 50 000) par la méthode de l'arc. En 1900, M. Duddell réalisa la belle expérience de l'arc chantant. Il y avait d'ailleurs de nombreuses difficultés à vaincre, à cause surtout de l'instabilité dans la fréquence et l'amplitude des oscillations. Pour vaincre ces difficultés, les solutions préconisées sont nombreuses. En Amérique, on semble préférer ordinairement le procédé de l'arc sous pression, qui donnerait une vibration plus pure. En Europe, la méthode généralement admise après les beaux travaux de M. Poulsen, consiste à produire l'arc dans une atmosphère gazeuse conductrice, entre une électrode négative en charbon et une électrode positive en cuivre refroidie par un courant d'eau.

**L'alternateur à haute fréquence.** — On produit aussi des oscillations entretenues en employant des alternateurs à haute fréquence.

## II. LA TECHNIQUE DE LA RADIOTÉLÉGRAPHIE

**Deux méthodes.** — L'histoire de la télégraphie sans fil nous a fait assister aux développements parallèles de deux méthodes, dont nous commencerons par résumer les caractéristiques.

**Méthode de la décharge du condensateur dans un circuit à étincelle.** — Si l'on utilise le phénomène de la décharge d'un condensateur répétée un certain nombre de fois par seconde dans un circuit à étincelle, les oscillations sont amorties, et la syntonie entre les postes transmetteur et récepteur ne peut être qu'approchée. Les ondes émises impressionnent le récepteur même si les longueurs d'onde de l'émission et de la réception sont assez différentes; et il peut se produire des interférences entre des postes de longueurs d'onde voisines.

**Méthode des oscillations entretenues.** — Dans la deuxième méthode, on produit au point de départ des oscillations entretenues, au moyen de l'arc électrique ou d'un alternateur à haute fréquence. Les meilleurs détecteurs sont les détecteurs d'énergie. La syntonie entre les deux postes correspondants peut être réalisée d'une façon pratiquement parfaite, puisqu'elle peut être réglée à  $\frac{1}{100}$  près, et les interférences entre postes de longueurs d'onde voisines ne sont plus à redouter.

Les montages et les appareils de radiotélégraphie sont ceux qui servent à la production d'oscillations électriques et à la réception des ondes, et ont été déjà décrits. Le seul organe à y ajouter est le manipulateur, qui permet de provoquer et d'interrompre à volonté l'émission de signaux.

*A). Stations utilisant la décharge répétée du condensateur dans un circuit à étincelle.*

**Manipulation.** — La manipulation se fait en provoquant ou arrêtant à volonté la production des oscillations, et en transmettant des points ou des traits, correspondant à l'émission de séries courtes ou longues de trains d'ondes. Le manipulateur est placé ordinairement sur le circuit à basse tension.

Si l'intensité est faible, le manipulateur peut être une simple clé Morse, à larges contacts, formée d'un levier en cuivre AOB mobile autour du point O et muni d'un ressort antagoniste R. En B se trouve un contact et une poignée permettant d'appuyer le contact contre le

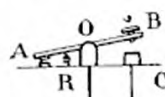


Fig. 99.



plot C. Dans la position de repos, le ressort maintient l'écartement des plots B et C; quand on appuie sur la poignée, le

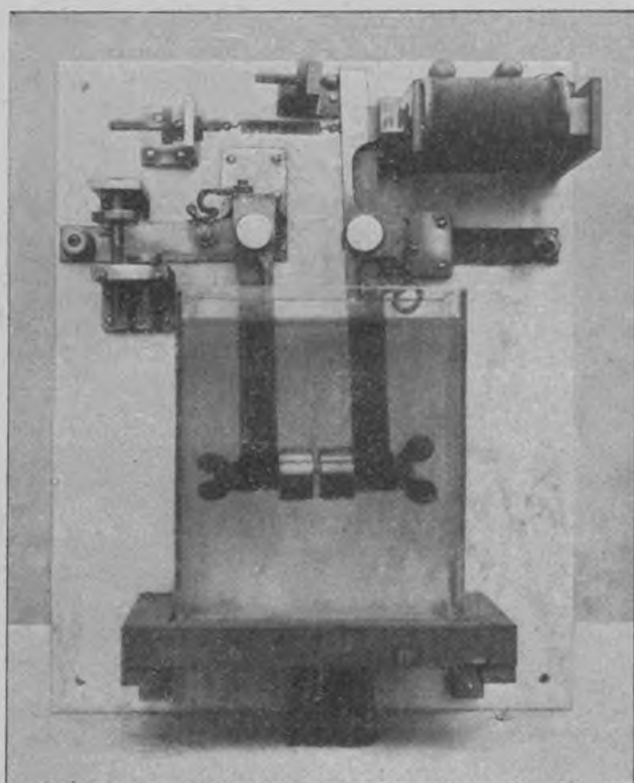


Fig. 100. — Relais de manipulation, modèle S. M. R.

courant passe de O en C par l'intermédiaire du levier OB (fig. 99). Dès que les intensités sont un peu grandes, la rup-

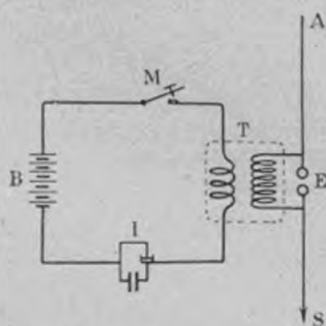


Fig. 101.

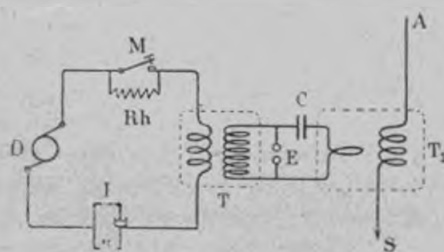


Fig. 102.

ture se fait dans le pétrole ou mieux dans l'eau, pour atténuer l'étincelle. La manipulation peut aussi se faire par relais, un

manipulateur Morse ordinaire commandant par l'intermédiaire d'un électro-aimant le mouvement d'un relais qui coupe ou rétablit dans l'eau le courant d'alimentation (fig. 100).

Si l'on emploie comme source à basse tension une batterie d'accumulateurs, on monte le manipulateur directement dans le circuit comme l'indique la figure 101.

Si la source à basse tension est une dynamo à courant continu ou alternatif, on aurait des à-coups trop brusques dans les machines si l'on interrompait et rétablissait le courant à chaque mouvement du manipulateur. Aussi, le manipulateur est-il ordinairement shunté par un rhéostat  $R_h$ . En temps normal, le courant passe dans le rhéostat, et la différence de potentiel aux bornes du transformateur n'est pas suffisante pour faire éclater l'étincelle; pour faire une émission, on appuie sur le manipulateur, le rhéostat est mis en court-circuit, et la différence de potentiel aux bornes du transformateur devient assez grande (fig. 102 et 103).

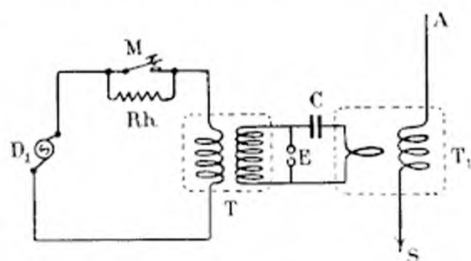


Fig. 103.

**Antenne.** — L'antenne aura l'une des formes indiquées précédemment (ch. III). L'antenne en rideau (fig. 104) convient bien pour les stations côtières, et l'antenne coudée pour les stations de bord (fig. 105). Un rideau formé de six fils distants de 3 mètres l'un de l'autre et longs de 52 mètres a à très peu près une longueur d'onde propre de 300 mètres.

**Émission.** — Dans les stations de bord, le courant est le plus

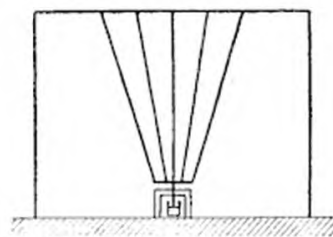


Fig. 104.

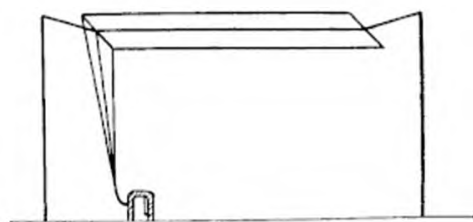


Fig. 105.

souvent emprunté à la distribution générale du navire; dans les stations côtières il est fourni par une dynamo entraînée par un moteur mécanique, une batterie d'accumulateurs, ou une distribution d'électricité. La manipulation se fait ordinairement sur

la basse tension. On emploie, soit le courant continu avec interrupteur (fig. 106), soit le courant alternatif (fig. 103). L'émission est maintenant le plus souvent musicale, c'est-à-dire que le nombre d'étincelles, ou de trains d'onde est tel que le son produit dans le téléphone à la réception ne sort plus, comme dans le cas

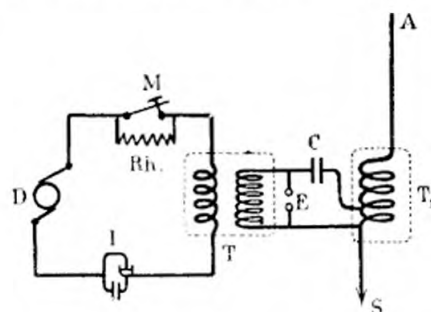


Fig. 106.

des anciens systèmes à étincelles rares, un ronflement, mais sort un véritable son musical. L'excitation se fait quelquefois directement, mais nous avons vu que ce procédé est de plus en plus abandonné. Le plus souvent, on excite l'antenne indirectement (fig. 102, 103, 106). Les oscillations prennent naissance dans un circuit à étincelle comprenant un condensateur, un éclateur

et une self. La capacité C et la self L sont calculées de façon que

$$\lambda = 2\pi \sqrt{CL},$$

$\lambda$  étant la longueur d'onde adoptée. L'éclateur a l'une des formes indiquées au chapitre 1<sup>er</sup>. Le condensateur peut être à lames de verre ou formé d'une batterie de bouteilles de Leyde. L'antenne est couplée avec le circuit à étincelle par dérivation ou par induction, et est construite de façon que la longueur d'onde de l'ensemble antenne et secondaire du transformateur d'oscillations soit  $\lambda$ . On sait qu'alors les ondes transmises sont de deux longueurs  $\lambda'$  et  $\lambda''$

$$\lambda' = \lambda \sqrt{1+K} \quad \lambda'' = \lambda \sqrt{1-K}.$$

K étant le coefficient de couplage. Toutefois, si l'étincelle est très courte, et par conséquent très amortie, l'antenne oscille avec sa longueur d'onde propre et son amortissement propre.

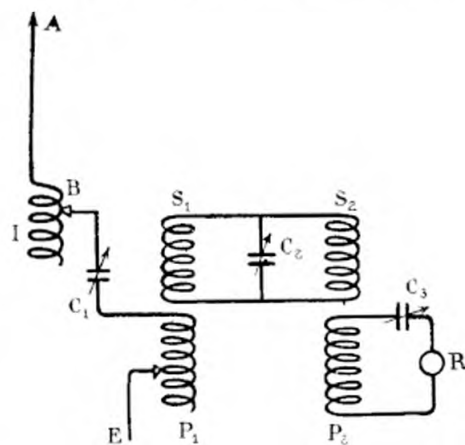


Fig. 107.

**Réception.** — A la réception, la station devra comporter deux dispositifs, l'un non syntonisé et destiné à la recherche des postes de différentes longueurs d'onde avec lesquels la station peut

avoir à correspondre; l'autre donnant une syntonie approchée, et employé pendant les périodes de travail.

La réception est maintenant presque toujours téléphonique. Elle a sur la réception au relais les avantages d'être plus sensible,

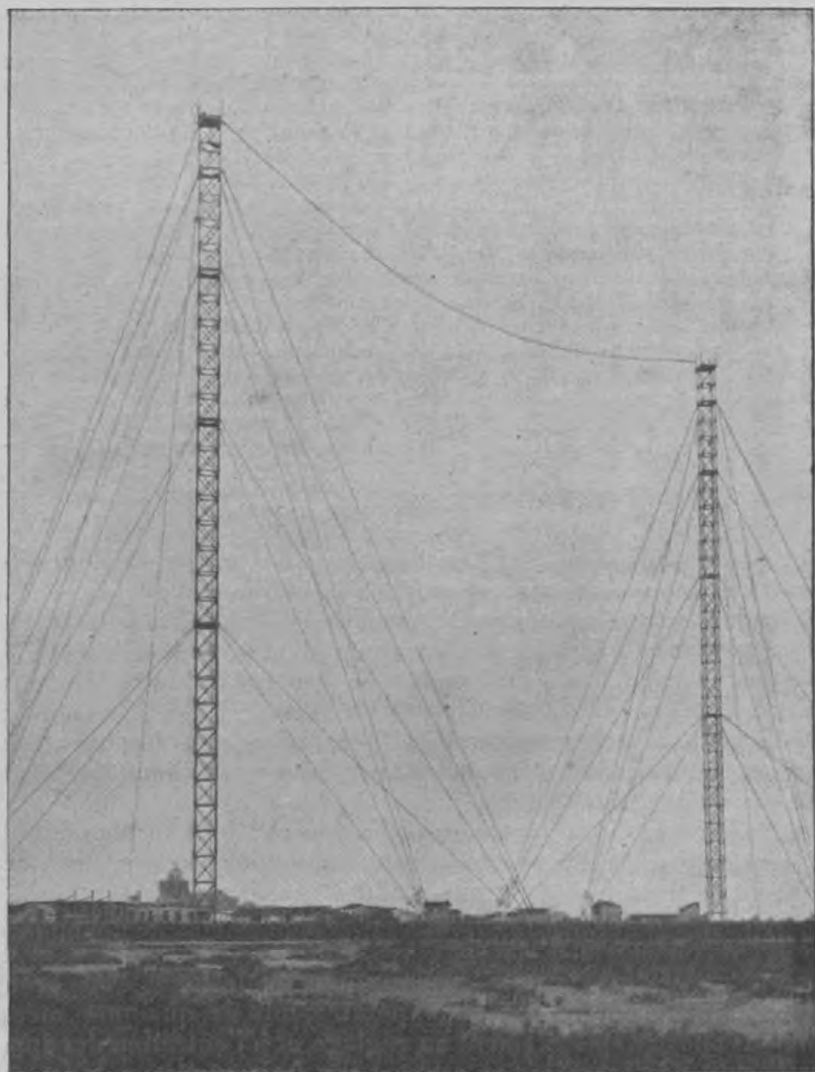


Fig. 108. — Station radiotélégraphique de Saintes-Maries-de-la-Mer.  
Vue d'ensemble.

plus facilement réglable, et de permettre de reconnaître entre diverses transmissions celle qui est utile, ou de distinguer les signaux utiles des parasites.

Nous décrirons, comme exemple d'appareils de réception, le « syntonisateur multiple » de Marconi.

Le principe en est indiqué par la figure 107 qui représente le schéma des connexions dans la position de travail. A est l'antenne, E la terre, R le détecteur. L'instrument contient trois circuits séparés.

1° Le circuit d'antenne, qui comprend l'antenne, le primaire  $P_1$  d'un premier transformateur d'oscillations, le condensateur réglable  $C_1$ , une self de réglage I, et la terre E;

2° Un circuit intermédiaire, qui contient le secondaire  $S_1$  du premier transformateur d'oscillations, le condensateur réglable  $C_2$  et le secondaire  $S_2$  d'un deuxième transformateur d'oscillation;

3° Le circuit du détecteur, qui contient le primaire  $P_2$  du deuxième transformateur d'oscillations, le condensateur réglable  $C_3$  et le détecteur R qui est un détecteur magnétique Marconi.

Les self-inductions I et  $P_1$ , les condensateurs  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $C_3$  sont réglables, et permettent d'accorder les trois circuits sur la longueur d'onde à recevoir. Les oscillations produites dans l'antenne en induisent d'autres dans le circuit intermédiaire qui en excite à son tour dans le circuit du détecteur. De plus, les deux bobines  $S_1$  et  $S_2$  sont mobiles par rapport à  $P_1$  et  $P_2$ , ce qui permet de faire varier le couplage des deux transformateurs.

Dans la position d'attente l'antenne est remise directement à la terre à travers le condensateur  $C_1$  et le détecteur.

On passe de la position d'attente à la position de travail au moyen d'un commutateur.

Cet appareil, très bien étudié, donne d'excellents résultats.

#### *Stations de puissance moyenne.*

Les plus nombreuses de ces stations sont celles qui sont destinées au service de correspondance publique entre la côte et les navires ou entre les navires. Ces stations avaient, sous le régime du règlement de Berlin, une longueur d'onde de 300 ou de 600 mètres, et une partie qui variait en général de 200 à 700 kilomètres.

Le nouveau règlement radiotélégraphique de Londres leur impose l'obligation de pouvoir travailler avec les deux longueurs d'onde de 300 à 600 mètres.

A peine sortie du laboratoire pour entrer dans le domaine de l'exploitation, la Télégraphie sans fil, appliquée aux relations entre stations fixes et stations mobiles, en particulier au service de la correspondance publique générale, a dû se créer un appareillage robuste et d'une extrême simplicité de réglages et de manœuvres. Une grande exploitation industrielle, un grand bureau télégraphique où les appointements de quelques mécaniciens affectés spécialement au réglage et à l'entretien des appareils sont négligeables par rapport aux frais généraux, n'est pas incompatible avec l'utilisation d'organes délicats; mais il n'en est pas de même dans une station radiotélégraphique, même de moyenne portée, de 1 000 kilomètres par exemple: l'unique mécanicien qu'elle comporte le plus souvent doit à la fois surveiller l'antenne, assurer l'entretien des machines électriques et éventuellement du groupe électrogène et s'occuper enfin du bon



fonctionnement des appareils de télégraphie sans fil. Les mêmes conditions se présentent sous une forme plus impérieuse encore

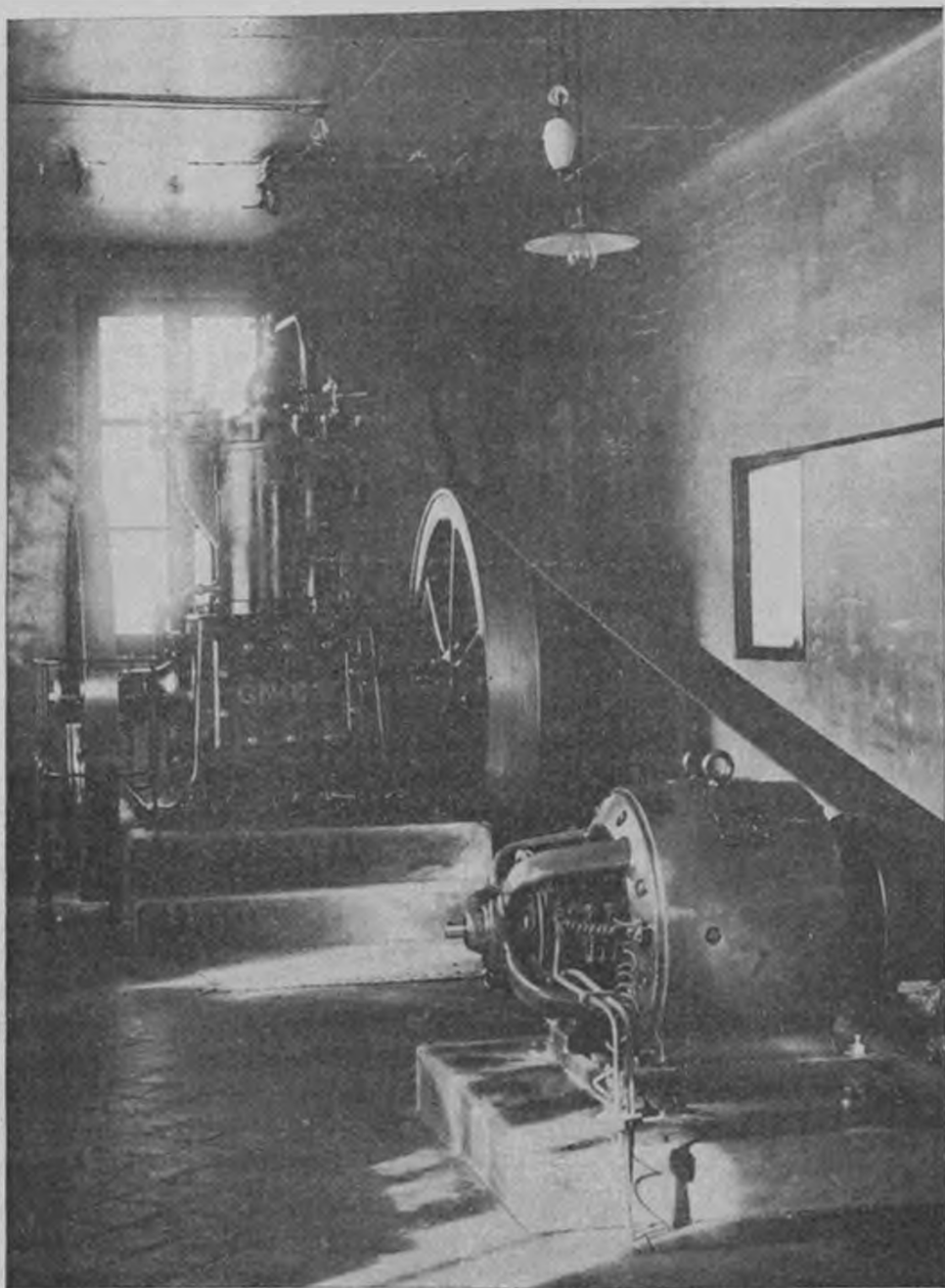


Fig. 109. — Station radiotélégraphique des Saintes-Maries-de-la-Mer.  
Vue d'ensemble.

dans les stations de bord, où il n'y a le plus souvent qu'un seul opérateur à qui l'on ne peut demander de cumuler le travail d'un télégraphiste et celui d'un mécanicien.

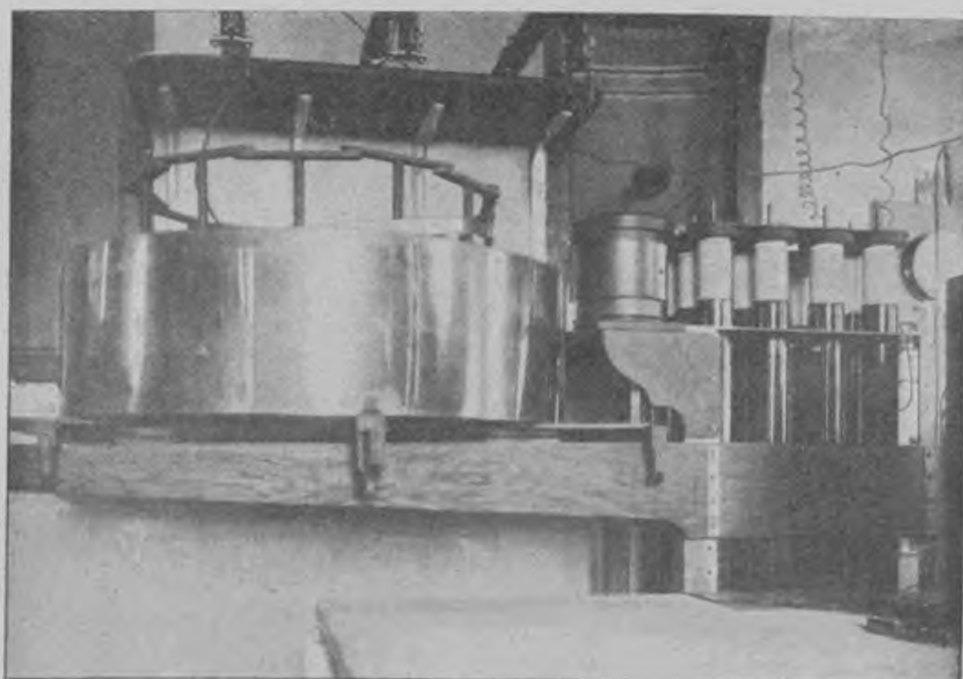


Il a donc fallu rechercher un matériel robuste, de réglage facile; ce résultat est obtenu à la transmission par la suppression, à peu près complète aujourd'hui, des anciens systèmes à courant continu à étincelles rares, qui exigeaient l'emploi d'interrupteurs mécaniques; et ceux-ci, que leur rôle même soumettait à des à-coups répétés dans l'intensité qui les traverse, ne peuvent être que des organes délicats, capables évidemment d'un bon fonctionnement, mais sous cette restriction qu'ils sont constamment surveillés par un personnel exercé.

Les mêmes causes ont amené la disparition des anciens cohéreurs, avec frappeurs et relais délicats, difficiles à régler, impossibles à maintenir d'une sensibilité constante; elles ont conduit à l'adoption universelle de la réception au son avec détecteurs électrolytiques ou détecteurs à cristaux, toutefois encore un peu délicats, et exigeant une surveillance minutieuse. Certaines compagnies de navigation sacrifient même franchement la sensibilité au désir d'obtenir un fonctionnement certain, indépendant du plus ou moins d'habileté de l'opérateur et ceci explique le maintien du détecteur magnétique dans un grand nombre de stations.

Un deuxième problème se pose dans le service de la correspondance publique générale. S'il est désirable que toutes les stations, au moins les stations de bord, travaillent à l'aide d'un petit nombre de longueurs d'onde communes, l'emploi des mêmes longueurs d'onde rend très difficile pour le télégraphiste l'élimination des réceptions parasites. Comment se débrouiller dans ce chaos? A ce point de vue l'éducation d'un trop grand nombre d'opérateurs reste encore à faire. Si chaque station de bord travaillait toujours et uniquement avec la station côtière la plus rapprochée, et avec la quantité d'énergie nécessaire et suffisante pour assurer une bonne communication, il n'y aurait plus de télégrammes passant par-dessus les continents et troublant toutes les stations qui se trouvent sur leur route. Des progrès techniques améliorent d'ailleurs de jour en jour la situation, qui serait inextricable si l'on en était resté aux systèmes primitifs non syntonisés. Il serait possible actuellement et désirable de n'autoriser l'installation de stations que si elles emploient un couplage maximum et des décrets d'amortissement maxima donnés. Tous les radiotélégraphistes connaissent des stations qui travaillent dans des conditions déplorable à ce point de vue. Résultat : tout travail est rendu impossible aux stations voisines. L'emploi de l'excitation par choc, qui fait osciller l'antenne suivant sa longueur d'onde propre et son amortissement propre, présente un avantage considérable en ce qui concerne la syntonie. Les progrès de la réception sont parallèles à ceux de l'émission; toutes les stations possèdent maintenant des systèmes indirects avec couplages lâches, ou avec circuits « filtres d'ondes » qui permettent d'obtenir des accords précis. La pra-

tique de la réception au son ajoute ses heureuses conséquences à celle de la syntonie, en permettant de démêler au milieu



Transformateurs d'oscillations.

Éclateur dans son  
pare-bruit.Batterie de  
condensateurs.

Fig. 110. — Station radiotélégraphique des Saintes-Maries-de-la-Mer.  
Émission avec courant continu.

d'émissions gênantes celle qu'on veut recevoir et de la suivre en se guidant sur sa tonalité spéciale; l'emploi des émissions à note

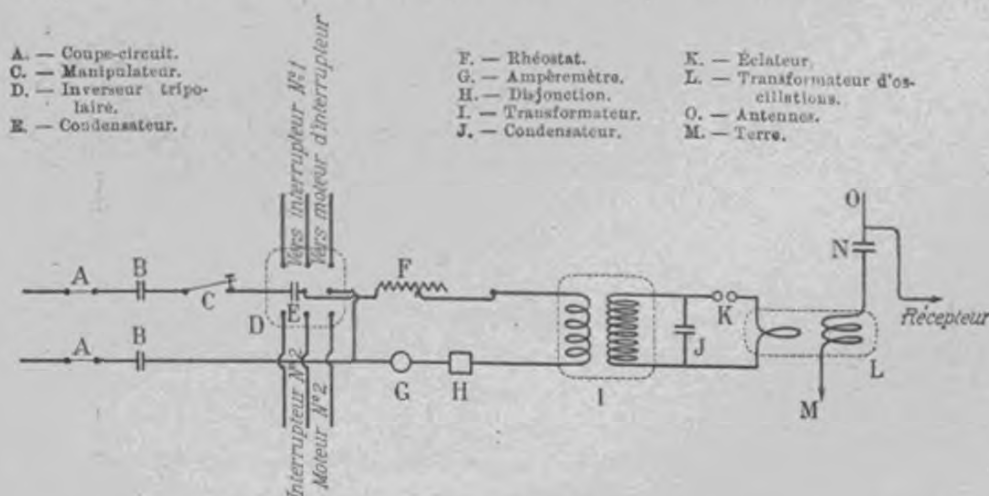
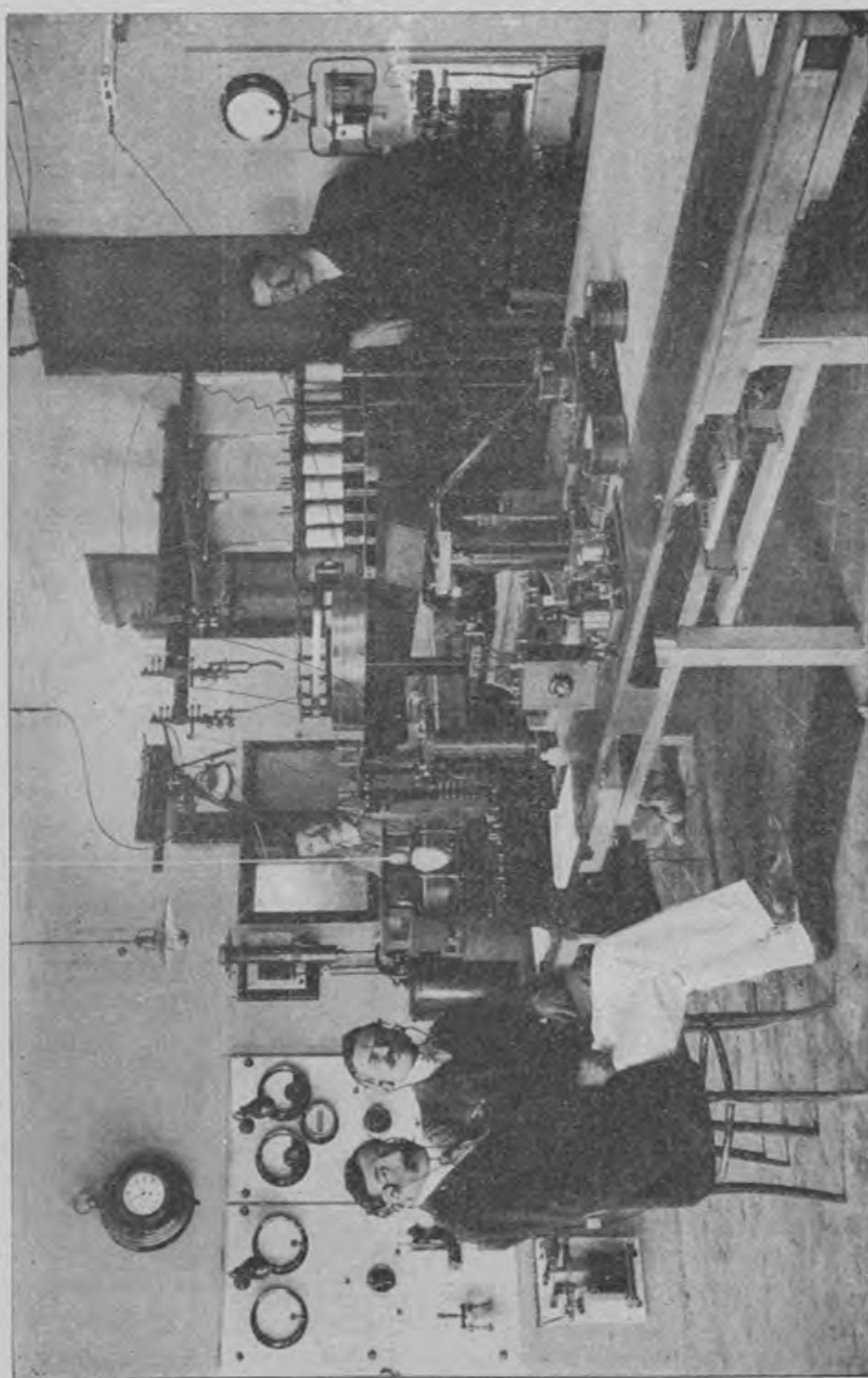


Fig. 111. — Station des Saintes-Maries-de-la-Mer. — Schéma d'émission avec courant continu.

aiguë a marqué un grand progrès en augmentant l'échelle des différenciations entre les divers sons d'étincelle : il est plus

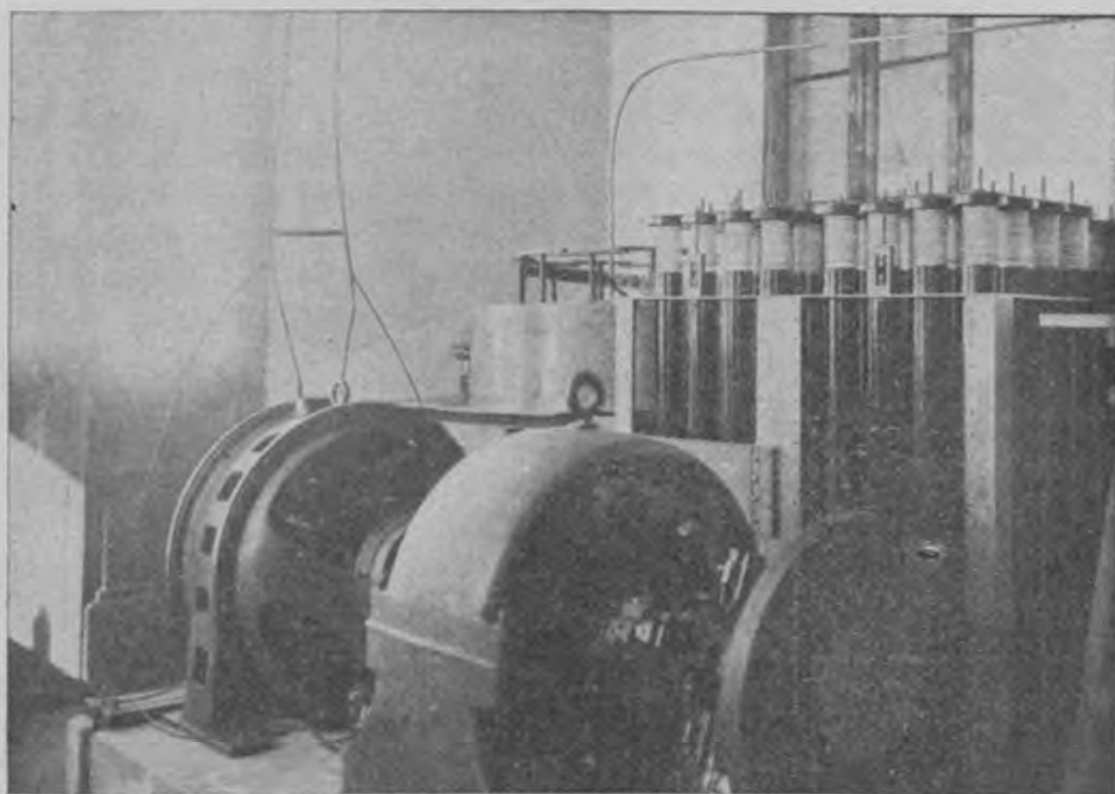
facile de distinguer l'une de l'autre deux émissions si elles correspondent à des fréquences 1000 et 100, que si elles correspondent à des fréquences d'étincelles 150 et 100. Si l'on ajoute

Fig. 112. — Station radiotélégraphique des Saintes-Maries-de-la-Mer. — Intérieur du poste.



Double des commutations.    Transformateur d'oscillations.    Batterie de condensateurs.    Ampèremètre.    Disjoncteur.    Relais de manipulation.  
 Appareils de réception : Manipulateur.    Éclateur.    Ondemètre.

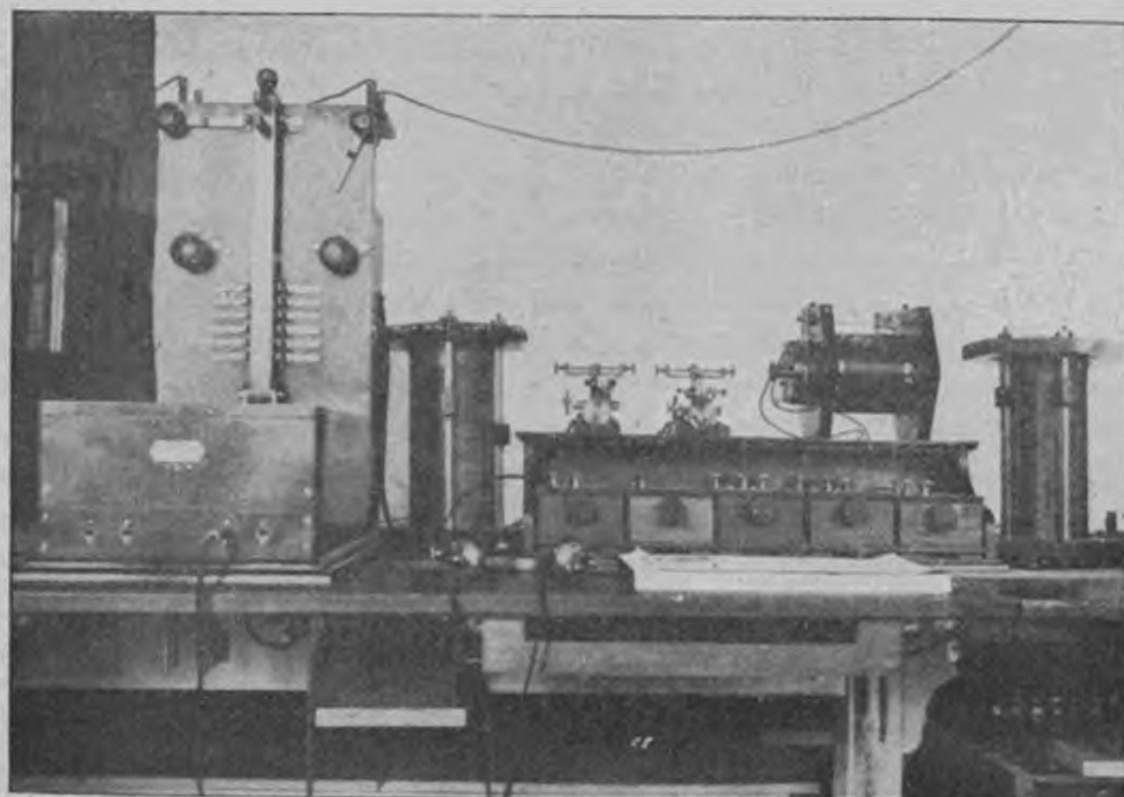
que les téléphones employés sont plus sensibles aux sons aigus et que ceux-ci percent mieux les parasites atmosphériques, on aura la raison de la faveur de plus en plus grande dont ils sont aujourd'hui l'objet.



Groupe moteur-alternateur.  
Transformateur d'oscillations

Batterie de condensateur.

Fig. 113. — Station des Saintes-Maries-de-la-Mer. — Émission avec courant alternatif.



Meuble des commutations.

Bobine de self.

Détecteur.

Transformateur.

Bobine de self.

Téléphones. Condensateurs.

Fig. 114. — Station des Saintes-Maries-de-la-Mer. — Appareils de réception.



Avant de quitter ce sujet de la correspondance publique générale, il nous reste à remarquer que ce service se trouve dans des conditions tout à fait défavorables pour profiter des progrès techniques. Car toute émission doit pouvoir être reçue par toutes les stations munies des appareils actuellement existants, et toute modification aux appareils de réception se trouve exclue de l'application à la correspondance publique générale.

Nous donnerons maintenant quelques exemples de stations d'importance moyenne.

**Station des Saintes-Maries-de-la-Mer.** — L'Administration française des Postes et des Télégraphes possède à Ouessant, à Alger

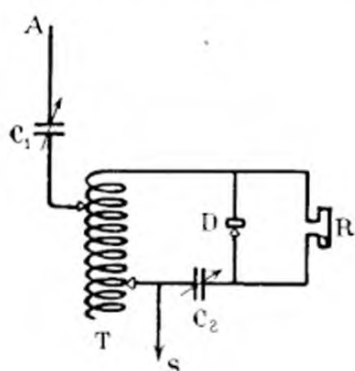


Fig. 115. — Réception par dérivation.

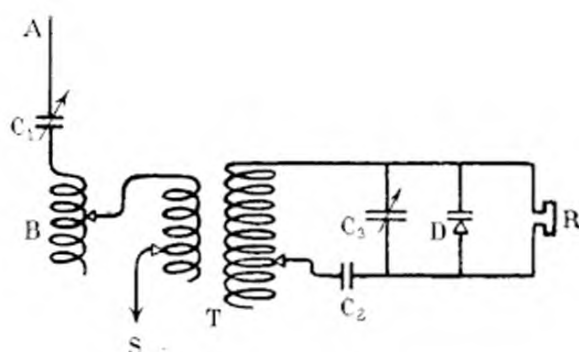


Fig. 116. — Réception par induction.

et aux Saintes-Maries-de-la-Mer trois stations commerciales de 600 mètres de longueur d'onde et 700 kilomètres de portée minima.

Nous décrivons le poste des Saintes-Maries-de-la-Mer. L'antenne (fig. 108 à 117), en forme de rideau, est supportée par deux pylônes en fer haubannés de 76 mètres de hauteur. Elle comporte 22 fils de 90 mètres de longueur environ. Le courant électrique est fourni par une batterie d'accumulateurs, chargé indépendamment par une dynamo à courant continu qu'entraîne un moteur à pétrole de 15 kilowatts. La station comporte deux installations d'émission; l'une avec courant continu, l'autre avec courant alternatif. L'installation avec courant continu est alimentée directement par la batterie d'accumulateurs. Le courant est coupé périodiquement par un interrupteur Klingelfuss et passe dans un transformateur Klingelfuss. Le circuit d'excitation comporte un éclateur à coupelles, une batterie de 14 tubes Moscicki ayant une capacité totale de 0,07 microfarad, et une spire de ruban de cuivre de 32 centimètres de largeur et 110 centimètres de diamètre, qui joue le rôle de primaire d'un transformateur d'oscillations. L'antenne, excitée par induction, est réunie au secondaire de ce transformateur, formé de 1 spire  $\frac{2}{1}$

Fig. 117. — Station des Saintes-Maries-de-la Mer

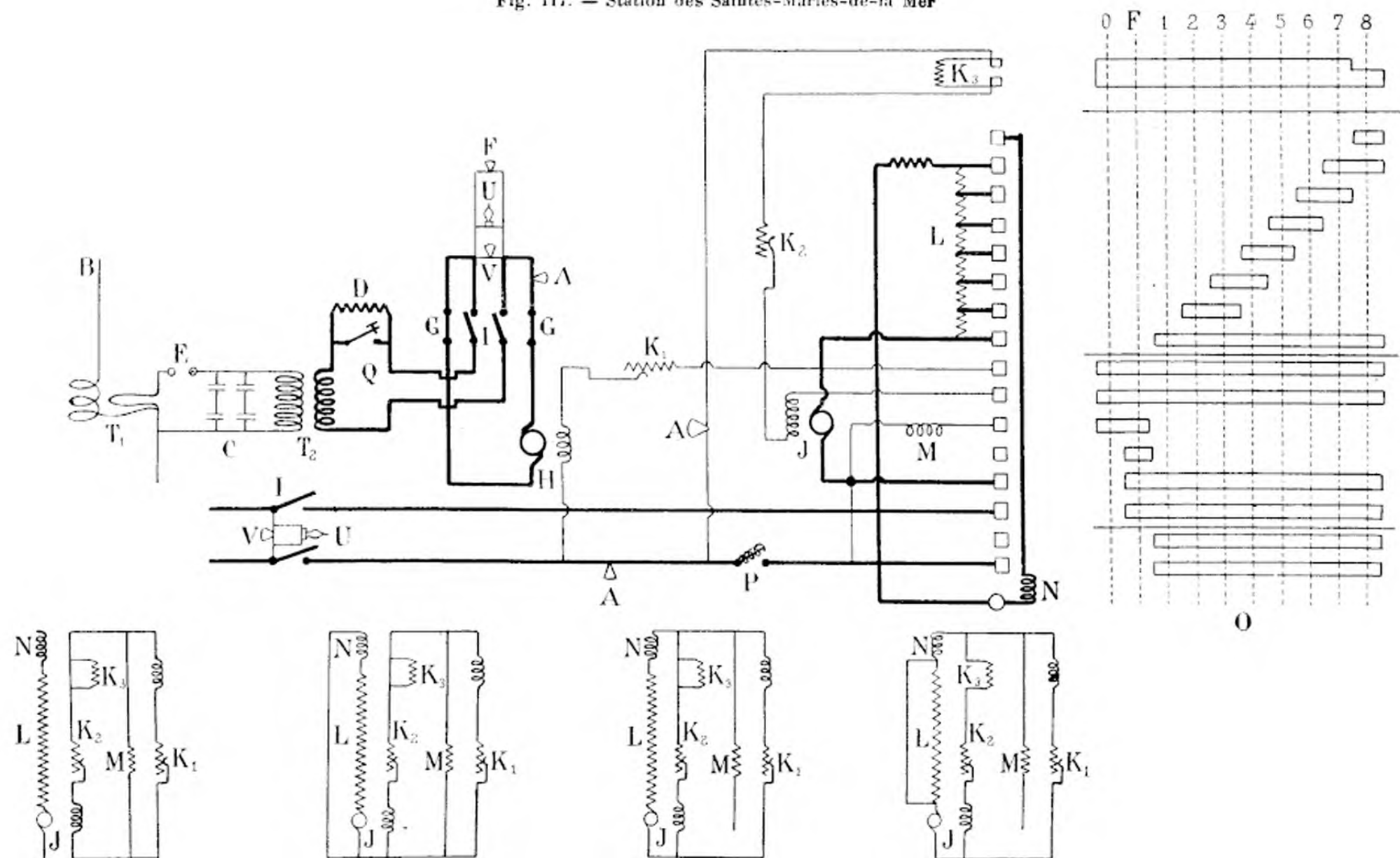


Schéma du montage d'émission avec courant alternatif :

B. — Antenne.  
T<sub>1</sub>. — Transformateur d'oscilla-  
tions.  
E. — Eclateur.

C. — Batterie de condensateurs.  
T<sub>2</sub>. — Transformateur.  
Q. — Manipulateur.  
D. — Résistance fixe.

V. — Voltmètre.  
A. — Ampèremètre.  
H. — Alternateur.  
J. — Moteur à courant continu.

K<sub>1</sub>, K<sub>2</sub>, L. — Rhéostats.  
O. — Combinateur (développé).



de ruban de cuivre de 30 millimètres de largeur et 75 centimètres de diamètre. La distance d'éclatement est 10 millimètres. On a obtenu, avec cette installation, des portées de record de 2000 kilomètres. L'installation d'émission avec courant alternatif comporte un groupe moteur-alternateur à 25 périodes alimenté par la batterie d'accumulateurs. La force électromotrice de l'alternateur est 250 volts. Le courant passe dans un transformateur

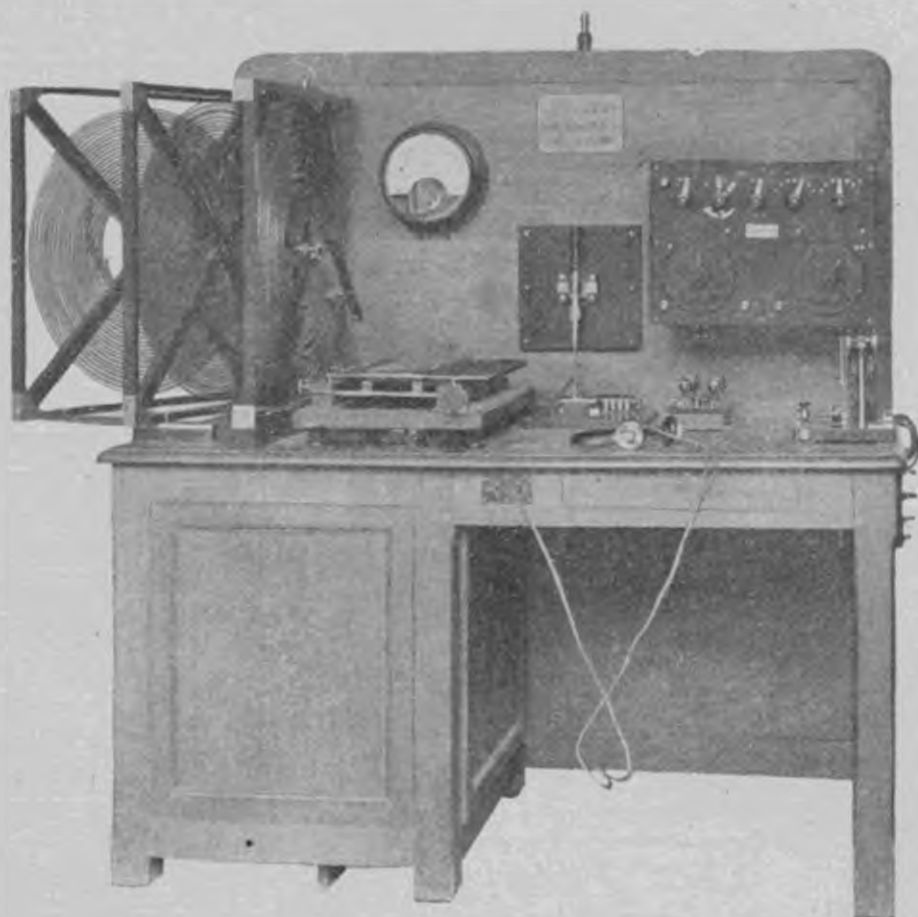


Fig. 118. — Station côtière C. G. R. — Type fourni au Colonial Office.  
Extrait de la Revue T. S. F. Valenciennes, avec autorisation.

Westinghouse, qui élève en circuit ouvert cette tension de 250 à 35 000 volts. Le circuit d'excitation comporte une batterie de tubes Moscicki formée d'une capacité de 0,07 microfarad, une spire analogue à celle de l'installation avec courant continu, et un éclateur à coupelles. La distance d'éclatement est 15 millimètres. La station comporte aussi deux installations de réception, l'une avec montage par dérivation peu syntonisé et destiné à la recherche des correspondants, l'autre avec montage par induction mieux syntonisé et utilisé pendant les périodes de travail. Les détecteurs employés sont des détecteurs à pyrites de fer sélectionnées par M. Meunier.

Station côtière de la Compagnie générale Radiotélégraphique de 5 kilowatts de puissance. — Le type de station côtière installé par la C. G. R. pour le Colonial Office à Bahama, Hongkong, Singa-

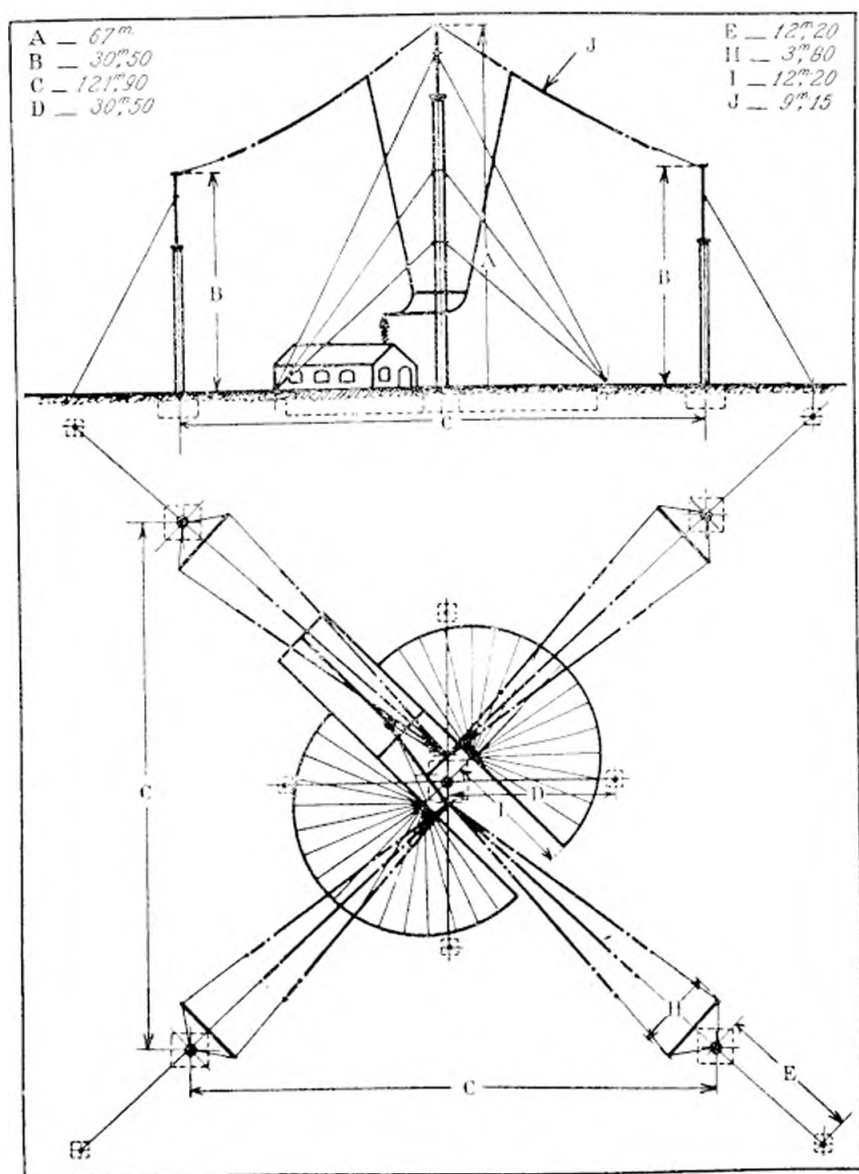
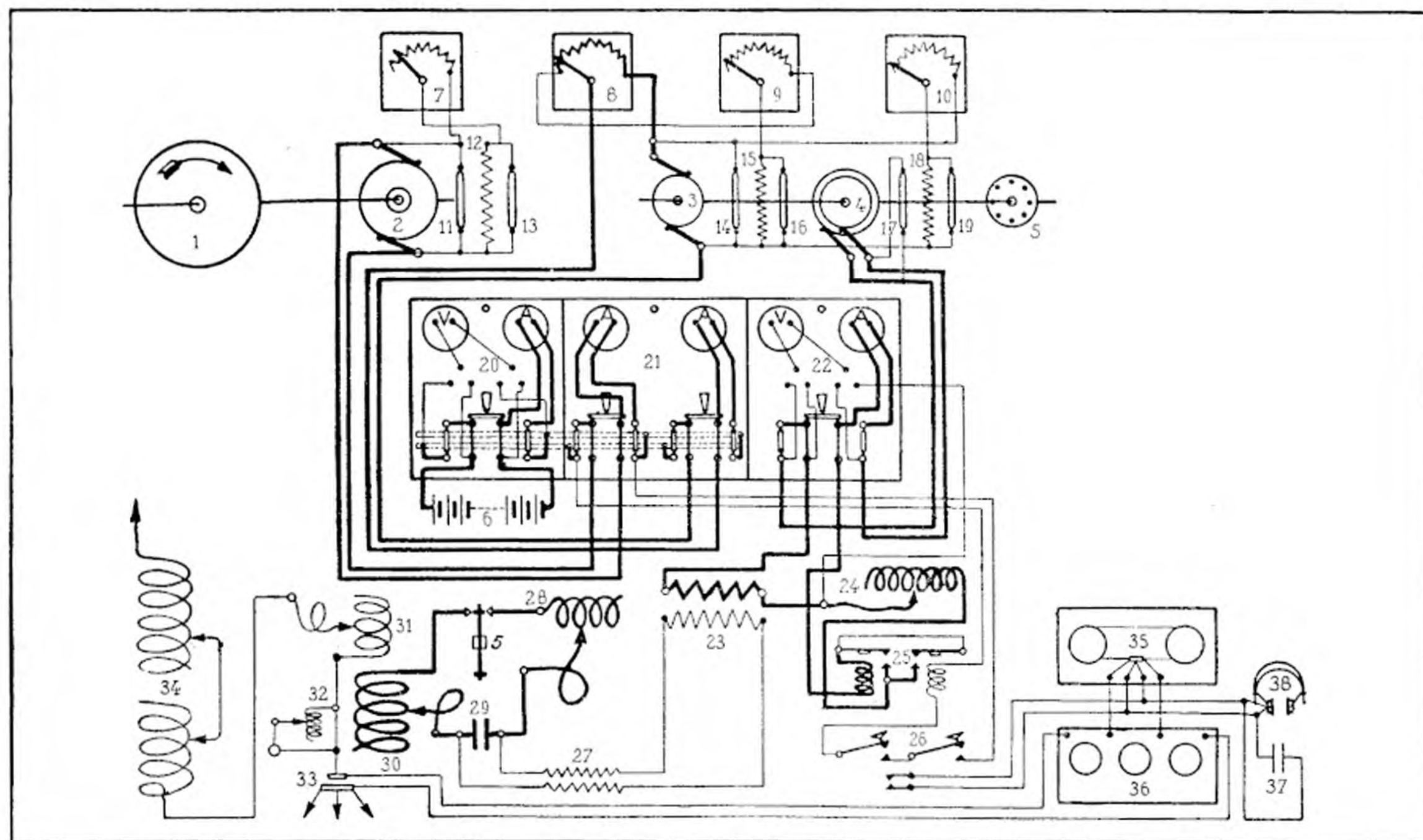


Fig. 119.

pour, Peinang, Mombassa et aux Barbades comporte une antenne en T soutenue par deux pylones métalliques de 50 mètres de hauteur avec mâtereaux en bois élevant leur hauteur totale à 60 mètres.

Fig. 120. — Station côtière Marconi de 5 kilowatts de puissance. — Schéma du montage.



1. Moteur mécanique. — 2. Dynamo génératrice. — 3. Moteur à courant continu. — 4. Alternateur monophasé. — 5. Éclateur à disque. — 6. Batterie d'accumulateurs. — 7. Rhéostat de champ de la dynamo génératrice. — 8. Rhéostat de démarrage du moteur à courant continu. — 9. Rhéostat de champ du moteur à courant continu. — 10. Rhéostat de champ de l'alternateur. — 11, 12, 13. Dispositifs de protection pour la dynamo génératrice. — 14, 15, 16. Dispositifs de protection pour le moteur à courant continu. — 17, 18, 19. Dispositifs de protection pour l'alternateur. — 20. Tableau de distribution relatif aux accumulateurs. — 21. Tableau de distribution des machines à courant continu. — 22. Tableau de distribution de l'alternateur. — 23. Transformateur. — 24. Self-inducteur primaire à basse fréquence. — 25. Relais de manipulation. — 26. Manipulateur. — 27. Bobine de réactance à noyau d'air. — 28. Self-inducteur du circuit primaire à haute fréquence. — 29. Condensateur. — 30. Primaire du transformateur d'oscillations. — 31. Secondaire du transformateur d'oscillations. — 32. Dispositif servant à vérifier les synchronisateurs des circuits d'émission. — 33. Éclateur de mise à la terre. — 34. Self-inducteurs réglables du circuit de l'antenne. — 35. Détecteur magnétique. — 36. Synchronisateur multiple. — 37. Condensateur réglable pour les téléphones. — 38. Récepteurs téléphoniques.

L'alimentation est faite par un groupe convertisseur comprenant l'alternateur à 500 périodes et le moteur à courant continu de 7 kilowatts montés sur le même arbre et enfermés dans la même carcasse.

Les appareils d'émission et de réception sont groupés sur un meuble (fig. 118) présentant le même aspect que celui des stations de bord C. G. R. de 2500 watts; le résonateur comprend un primaire et un secondaire à deux spirales permettant d'obtenir la longueur d'onde de 1800 mètres.

La hauteur de la note des émissions est modifiée à volonté en faisant varier la vitesse de l'alternateur.

**Station côtière Marconi de 5 kilowatts de puissance.** — L'antenne a la forme d'un parapluie soutenu par un mât central en tube d'acier, haubané, d'une hauteur de 55 mètres, surmonté d'un mât en bois de 12 mètres de hauteur; et par quatre mâts de 39 m. 60 de hauteur, placés à égale distance du mât central (fig. 119).

La prise de terre est généralement formée de la manière suivante : on dépose verticalement, avec un recouvrement de quelques centimètres, un certain nombre de feuilles de tôle galvanisée, suivant deux demi-circonférences symétriques par rapport au mât central et ayant un rayon d'environ 12 mètres. Chaque feuille de tôle est reliée par un fil au centre de la demi-circonférence; les fils sont réunis et conduits à la station génératrice.

La station génératrice comprend la salle des machines, la salle des accumulateurs et la salle de manipulation et de réception.

Dans la salle des machines sont disposés :

Un groupe électrogène formé d'un moteur à explosion de 10 chevaux tournant à 800 tours par minute, accouplé à une dynamo à courant continu donnant 6 kilowatts sous 110-160 volts.

Le courant fourni par la dynamo sert à mettre en route soit directement, soit par l'intermédiaire d'une batterie d'accumulateurs, un groupe convertisseur formé d'un moteur à courant continu et d'un alternateur donnant 5 kilowatts sous 300 volts à 70 périodes.

Le courant alternatif est transformé en courant à haute tension par un transformateur, de façon à pouvoir alimenter le circuit d'excitation à haute fréquence.

Celui-ci comprend une batterie de condensateurs à plaques de verre, une self induction réglable, le primaire du transformateur d'oscillations et un éclateur à disque, destiné à fournir des signaux ayant une fréquence musicale bien déterminée. Il est formé d'un disque en acier de 25 centimètres environ, fixé sur l'arbre de l'alternateur, et sur lequel sont fixées à égale distance seize tiges formant électrodes et disposées suivant des rayons. Lorsque le disque est en mouvement, ces tiges passent, avec une



vitesse égale à celle du groupe convertisseur, entre deux électrodes fixes dont la position peut être réglée.

La salle des machines comprend encore le relais de manipulation, qui coupe ou rétablit alternativement le courant à basse

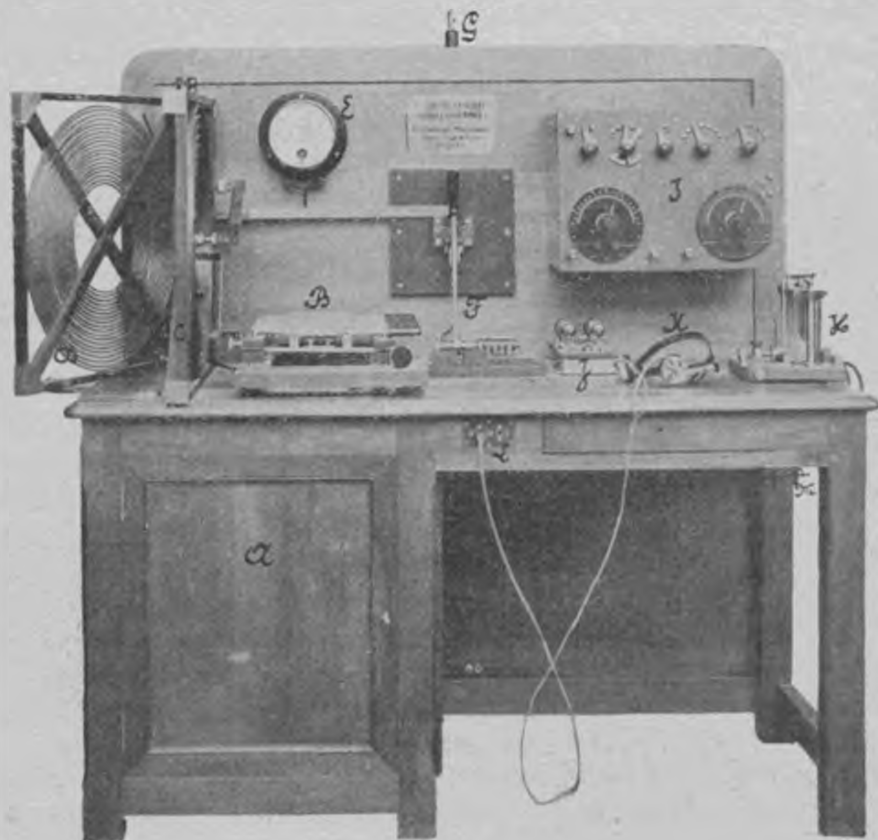


Fig. 121. — Table de la station de bord C. G. R.

A. Armoires contenant le transformateur, les bobines de protection et le condensateur. — B. Éclateur. — C. Self primaire. — D. Self d'antenne. — E. Ampèremètre d'antenne. — F. Commutateur d'antenne. — G. Sortie d'antenne. — H. Manipulateur. — I. Boîte de réception. — J. Boîte à deux détecteurs. — K. Casque téléphonique. — L. Boîte à Jacks. — M. Bornes d'alimentation.

Extrait de la Revue T. S. F. Valenciennes, avec autorisation.

tension, et est commandé de la salle de manipulation par un manipulateur Morse.

Enfin le circuit d'antenne est formé de l'antenne, du secondaire du transformateur d'oscillation et de la terre.

La salle des accumulateurs contient la batterie d'accumulateurs, d'une capacité suffisante pour fournir 4 heures de marche continue.

La salle de manipulation et de réception contient le manipulateur Morse qui est disposé de façon que, au moment où l'on appuie sur le manipulateur, le relais de manipulation fonctionne et les circuits de réception sont mis en court circuit. Il contient encore les dispositifs de réception; syntonisateur multiple avec

détecteur magnétique, et récepteur à valve avec ses dispositifs de syntonisation.

Stations de bord C. G. R. de un demi à 8 kilowatts de puissance. —

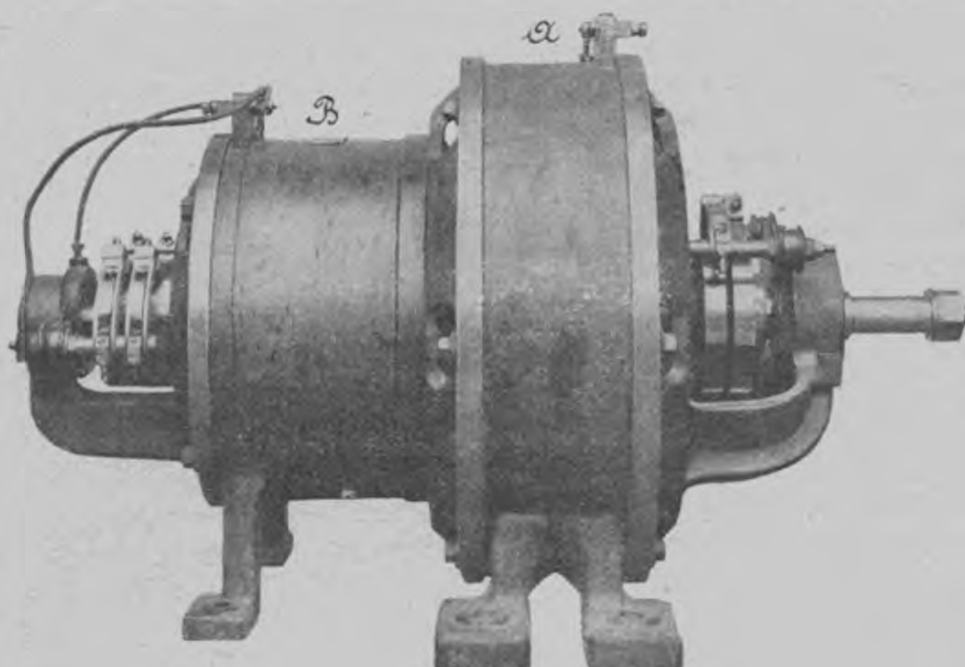


Fig. 122. — Groupe convertisseur C. G. R.

A. Alternateur. 500 périodes. 2 500 watts. — B. Moteur à courant continu. Longueur suivant l'axe 0°830; largeur 0°500. Extrait de la Revue T. S. F., avec autorisation.

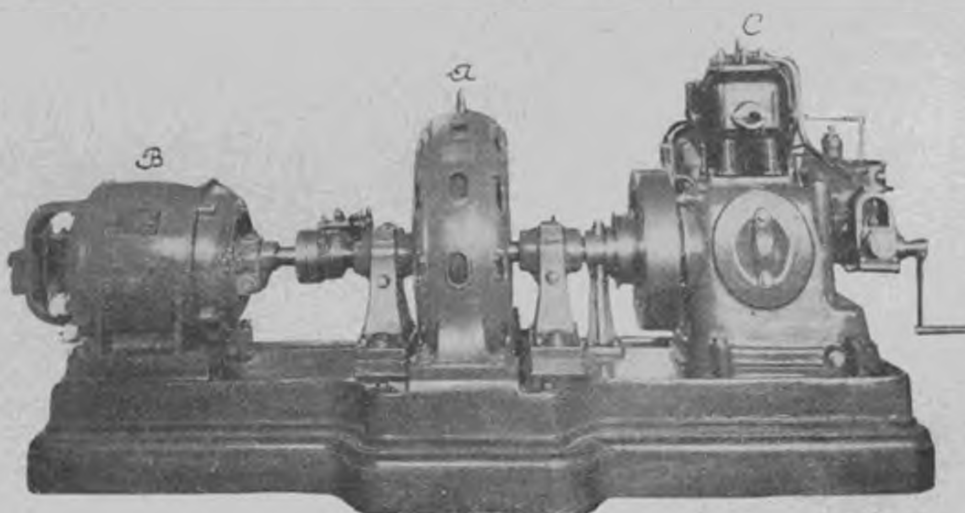


Fig. 123. — Groupe triple C. G. R.

A. Alternateur monophasé. 500 périodes. 2 500 watts. — B. Moteur à courant continu. — C. Moteur à essence Renault. Extrait de la Revue T. S. F. Valenciennes, avec autorisation.

La Compagnie générale Radiotélégraphique a créé à la fin de 1912 des types de stations à bord de un demi à 8 kilowatts de



puissance; la figure représente la table du type le plus courant utilisant 2500 watts et adopté pour l'équipement des navires de la Compagnie des Messageries Maritimes, de la Compagnie Sud-Atlantique, de la Compagnie Nantaise, etc.

Un groupe triple (fig. 123) est employé lorsque l'installation de secours consiste en un moteur à essence; un groupe convertisseur comportant un moteur et un alternateur montés sur le même arbre et enfermés dans la même carcasse sont installés lorsque l'installation de secours est alimentée par une batterie d'accumulateurs.

Les installations faites ont démontré qu'il était possible d'assurer à tout moment avec ce type d'une puissance alternative de 2500 watts un service commercial à une distance variant de 500 à 800 kilomètres le jour (le triple environ la nuit) suivant l'antenne qu'il est possible de réaliser.

#### *Stations de faible puissance.*

Ces stations sont surtout employées pour les besoins militaires: stations transportables à dos d'homme, ou à dos de mulet, et pour la télégraphie sans fil en aéroplane, etc. Nous donnerons,

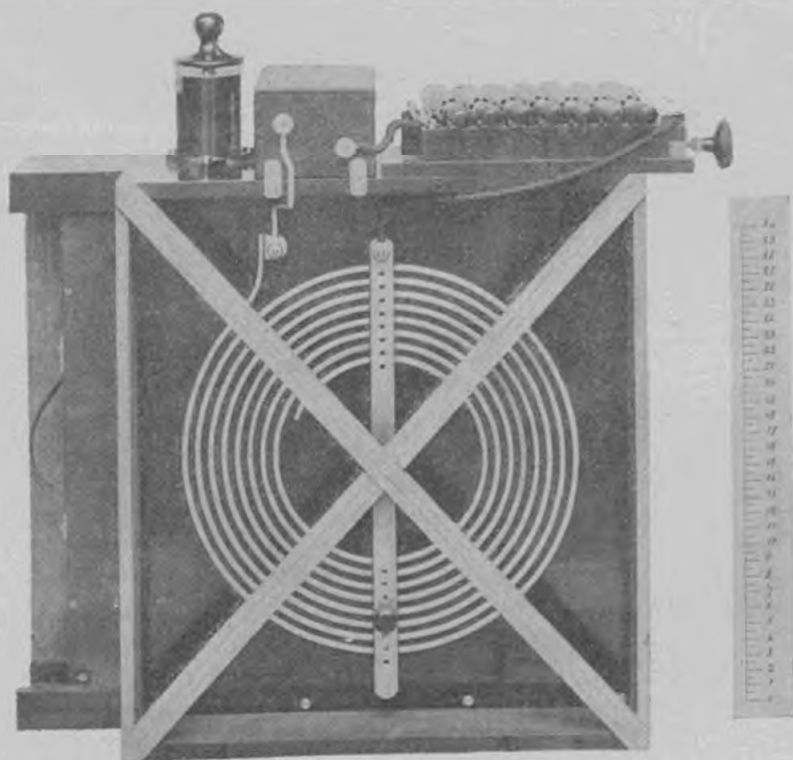


Fig. 124. — Poste d'émission C. G. R. 300 watts pour aéroplanes.

à titre d'exemple, la description des stations de la Compagnie générale Radiotélégraphique, et celle d'une station transportable à dos de mulet de la Société des télégraphes multiplex, système Mercadier-Magunna.

**Poste d'aéroplane de la Compagnie générale Radiotélégraphique.** — Le poste pour aéroplanes de la Compagnie générale Radiotélé-



Fig. 125. — Station transportable à dos de mulet, type C. G. R. — Ensemble.

graphique est représenté sur la figure 124; il utilise le courant alternatif à 500 périodes d'un alternateur avec excitatrice qui débite 300 watts et est entraîné à 6 000 tours par minute par le

moteur de l'aéroplane à l'aide d'un galet à friction. Le circuit oscillant comporte un condensateur à diélectrique en feuilles de mica, un éclateur à 6 étincelles réglables pour excitation par choc, un résonateur en aluminium argenté à primaire variable

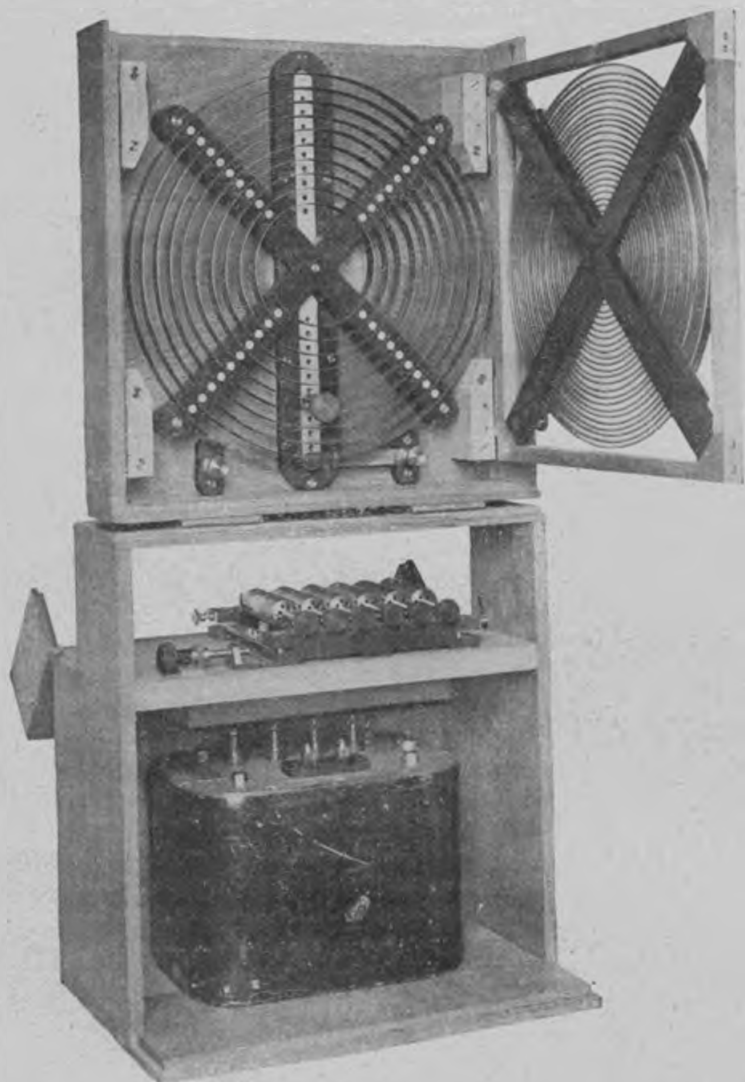


Fig. 126. — Station transportable à dos de mulet, type C. G. R. — Émission.

par demi spires, à secondaire variable par prise mobile et à accouplement variable par translation de la spirale secondaire devant la spirale primaire. Le réglage des circuits d'émission se fait à l'aide d'un tube à gaz raréfié ou d'un petit ampèremètre thermique. L'antenne comprend une centaine de mètres de câble souple de cuivre enroulé sur un rouet avec fiche de prise d'antenne

servant d'arrêt. Une pince coupante automatique et isolée est destinée à couper l'antenne en cas de traction anormale pouvant être un danger pour l'aéroplane; cette pince peut être actionnée en outre directement de la main de l'opérateur. Un entoilage garantit contre la pluie le poste qui donne une note d'intensité très constante; le poids de tout le matériel qui se place très facilement sur toutes les sortes d'aéroplanes (y compris l'alternateur, l'excitatrice, le transformateur, l'antenne et son rouet) est de 35 kilogrammes.

**Station transportable à dos de mulet de la Compagnie générale Radiotélégraphique.** — La station transportable à dos de mulet

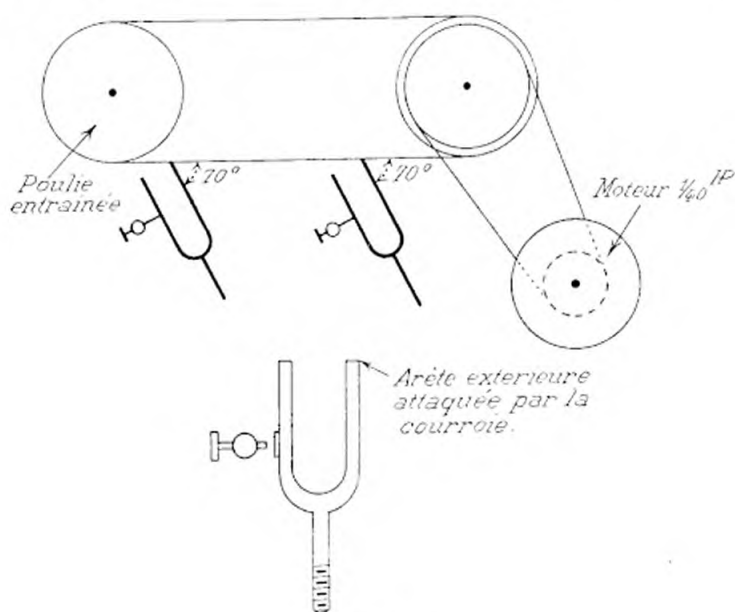


Fig. 127.

de la Compagnie générale Radiotélégraphique est représentée dans son ensemble par la figure 125. Le groupe électrogène qui comprend un moteur à essence entraînant un alternateur de 1 000 voltampères et son excitatrice ne pèse en ordre de marche que 80 kilogrammes y compris les deux caisses qui servent à le transporter sur un mulet. La figure 126 représente les appareils d'émission avec éclateur à 5 ou 6 étincelles réglables pour excitation par choc, avec condensateur à lames de verre dans un bac hermétique, à primaire variable par demi-spikes, à secondaire variable par prise mobile et à accouplement variable. L'antenne est supportée par un mât démontable de 20 mètres de hauteur d'un type spécialement mis au point par la Compagnie générale Radiotélégraphique; celui-ci est constitué par 10 tronçons de

2 mètres de longueur, en bois creux doublement entoilés et peints, s'emboîtant l'un dans l'autre; le tronçon inférieur pivote sur une plaque d'appui qui sert de base au mât. Le mât est d'abord monté horizontalement sur le sol, avec les haubans et l'antenne; il est ensuite dressé au moyen d'une flèche en 4 tronçons perpendiculaire au mât et d'un palan. Cette dernière manœuvre ne demande que quelques minutes. Les 14 tronçons du mât de 20 mètres et de la flèche qui ne pèsent que 90 kilogrammes (accessoires compris) sont de deux types seulement et la perte d'un tronçon n'empêche en rien l'érection du mât. Quatre mulets suffisent pour porter toute la station y compris les accessoires et l'approvisionnement.

**Postes légers à notes musicales système H. Magunna.** — Le système est basé sur l'emploi de diapasons entretenus en vibrations continues comme vibreurs de bobine d'induction. Ces électro-diapasons jouent le rôle de convertisseur de courant continu en

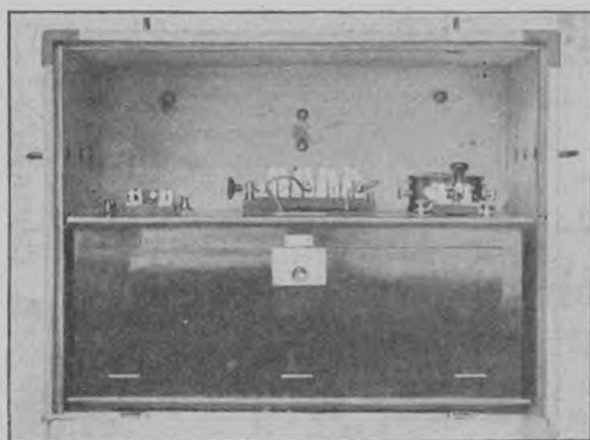


Fig. 128. — Station légère à notes musicales, système Magunna, transportable à dos de mulet. — Transmission.

courant ondulatoire isochrone. M. Magunna a perfectionné ces appareils en séparant l'entretien de la transformation, et a obtenu de cette façon des vibreurs coupant un courant de 5 ampères sous 220 volts à une fréquence rigoureusement constante de l'ordre de 750 (vibrations doubles).

Le principe du convertisseur Magunna est le suivant :

On entretient en vibrations continues un diapason en mettant en contact l'arête vive extérieure de l'une de ses branches avec une courroie se déplaçant d'une façon continue et régulière devant l'arête. Deux poulies à gorges à axes verticaux sont fixées



au fond de la boîte de transmission, une courroie sans fin est fixée dans les gorges de ces poulies, le tout est entraîné par un petit moteur électrique de 1/40 HP placé aux bornes de la génératrice du poste. Un diapason fixé rigidement sur un support est en contact avec la courroie par son arête *a*; la tension de la courroie peut être réglée en déplaçant la poulie entraînée. Dès que la courroie archet est en mouvement le diapason entre en vibrations.

Les diapasons sont à lames de contact atones et définissant géométriquement le contact de la lame et de la borne.

Le diapason, le primaire du transformateur et le manipulateur



Fig. 129. — Station légère à notes musicales, système Magunna. — Transmission.

Morse, sont montés en série aux bornes de la génératrice. Un condensateur est monté en dérivation aux bornes de la coupure du vibreur et supprime l'étincelle de rupture.

La fréquence du courant ainsi obtenu est égale à celle du diapason et, par suite, rigoureusement constante et indépendante de la vitesse.

Le type normal comprend deux fréquences savoir : 640 et 768 vibrations doubles, par seconde. L'on peut à volonté, transmettre sur l'une ou l'autre de ces deux notes par la manœuvre d'un commutateur unipolaire.

Ces postes d'une très grande légèreté ont été appliqués aux bateaux de pêche, avions et dirigeables, postes d'armées transportables à dos de mulets, postes de secours pour les navires de guerre et de commerce.

Les postes d'armée sont montés à 4 cantines; la première



contient le groupe électrogène (poids 50 kgs) et comprend un moteur à essence d'une puissance de 1 cheval  $1/4$  environ, à allumage par magnéto, muni d'un régulateur; ce moteur entraîne par courroie une génératrice à suspension axiale.

La génératrice fournit du courant continu à 220 volts; ce courant est transformé en courant ondulatoire isochrone par le convertisseur Magunna. Le courant normal à travers le vibreur est de 5 ampères, ce qui correspond à une puissance d'environ

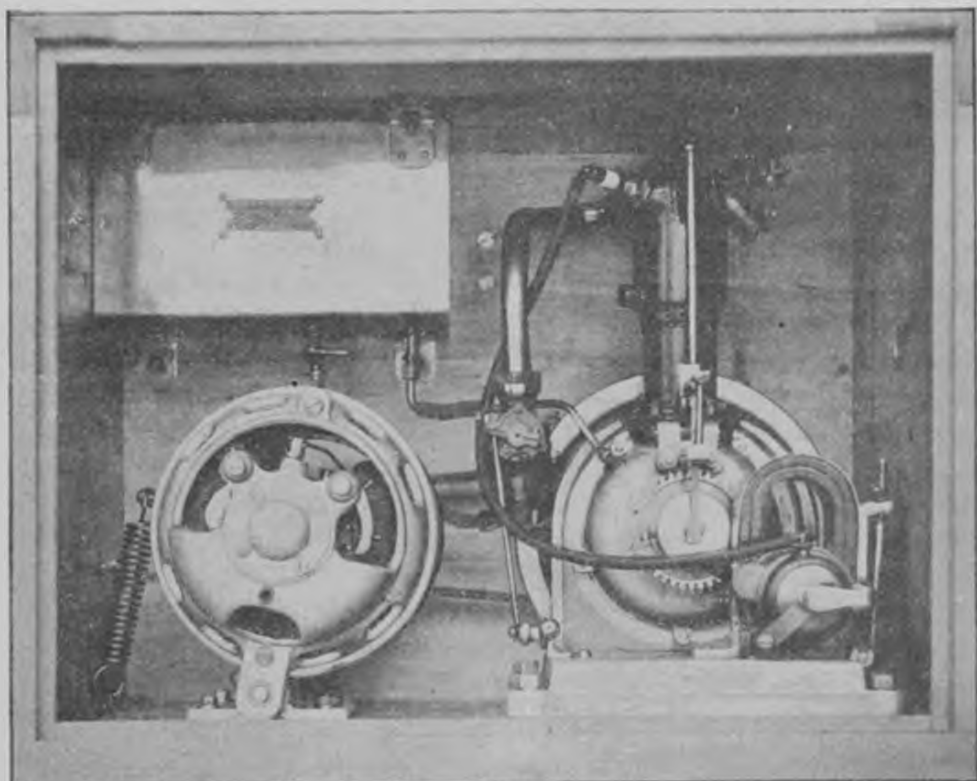


Fig. 130. — Station légère Magunna, transportable à dos de mulet. — Groupe électrogène.

300 watts au primaire de la bobine d'induction. On peut réaliser avec ces postes une portée normale de 80 kilomètres de jour.

La 2<sup>e</sup> cantine, contient une caisse à eau pour le refroidissement du moteur, l'outillage et les pièces de rechange.

La 3<sup>e</sup>, la boîte de transmission à une ou deux notes et les accessoires d'antenne.

La 4<sup>e</sup> contient la boîte de réception, l'essence et l'huile. Enfin, le mât en tube d'acier est porté par un 3<sup>e</sup> mulet.

La réception se fait au téléphone : on a une « note musicale » de fréquence rigoureusement constante, et par suite d'une très grande pureté, ce qui permet une plus grande sécurité contre les parasites ou les autres transmissions.

Dans les postes d'aéroplanes à une seule note, la génératrice

est entraînée par le moteur de l'appareil; le poids du poste complet avec rouet d'antenne est de 32,500 kilos.

*Stations de grande puissance.*

En pratique, la question se posait de la façon suivante : il s'agissait de rayonner de grandes quantités d'énergie et d'utiliser au mieux l'énergie rayonnée.

**Emploi des grandes longueurs d'onde.** — Le premier problème se trouva résolu par l'emploi des grandes longueurs d'ondes et l'augmentation de la fréquence des trains d'oscillations dans l'antenne. D'une part, en effet, de plus grandes longueurs d'onde correspondent à la possibilité de mettre en jeu de plus grandes quantités d'énergie, car la longueur d'onde croît en même temps que la capacité de l'antenne, et l'énergie mise en jeu dans l'antenne, sous une différence de potentiel donnée, est proportionnelle à la capacité. Cette considération, ajoutée à d'autres que j'exposerai plus loin explique l'accroissement régulier des longueurs d'ondes, depuis les quelques centaines de mètres utilisées au début de l'histoire de la télégraphie sans fil en passant par les 2 000 mètres environ des stations de Poldhu, de Norddeich et de la tour Eiffel, jusqu'aux 6 kilomètres de Glace-Bay, de Clifden et de Nauen. Et cette tendance remarquablement continue à l'augmentation des longueurs d'onde, qui a été la loi du passé, semble devoir être aussi celle de l'avenir : les stations prévues pour le réseau impérial britannique auront des longueurs d'onde qui atteindront pour certaines 17 kilomètres; M. Duddell, dans un discours présidentiel à l'« Institut of Electrical Engineers », proposait tout récemment d'utiliser des ondes de 30 000 mètres de longueur, correspondant à la fréquence 10 000, et M. Bouthillon a émis l'idée d'employer pour la télégraphie sans fil des périodes de l'ordre de 1 millième de seconde, correspondant à des longueurs d'onde de 300 kilomètres.

**Importance du rendement des machines et appareils.** — D'autre part, dans les stations destinées à assurer un service de très longue portée, un service transatlantique, et qui mettent en jeu des puissances considérables pouvant atteindre plusieurs centaines de kilowatts, la question de la production économique de l'énergie à haute fréquence prend une importance considérable. Il importe peu dans un petit poste de dépenser 100 watts au lieu de 200, et l'on peut y admettre les systèmes actuels où les pertes dans les étincelles et les condensateurs sont relativement considérables. Il n'en est pas de même dans les grandes stations, où il est très intéressant de ne dépenser que 100 kilowatts au

lieu de 200 ; le problème de la production économique de l'énergie à haute fréquence y devient très important. Comme il s'agit d'ailleurs de longueurs d'onde de l'ordre de 10 000 mètres, correspondant à des fréquences de l'ordre de 30 000 périodes, la réalisation d'alternateurs à haute fréquence ne semble pas impossible, et la solution paraît très prochaine. Des essais ont déjà été faits avec plusieurs machines de cette sorte, et les résultats actuels font bien augurer de l'avenir.

**Systèmes à étincelles musicales.** — Le besoin de mettre en jeu des quantités d'énergie toujours plus grandes devait conduire à abandonner les anciens systèmes de télégraphie sans fil à étincelles rares, dans lesquels les périodes de non utilisation de l'antenne sont extrêmement longues par rapport aux périodes de travail, et à leur substituer des procédés qui permettent une utilisation plus intense, moins intermittente, du matériel. De là, l'augmentation de la fréquence d'étincelles, dans les systèmes où l'énergie mise en jeu est proportionnelle au nombre des étincelles, et l'emploi des émissions musicales où le nombre d'étincelles par seconde est de l'ordre de 1 000 au lieu de 100 qu'il était au temps des étincelles rares. Ordinairement, ce résultat est obtenu avec un alternateur à fréquence élevée. Dans les stations transatlantiques Marconi, un éclateur tournant coupe ou rétablit alternativement un circuit à condensateur chargé par un courant continu à haute tension. Dans un système nouveau, présenté par M. Galletti, très ingénieux et dont les premiers essais semblent très encourageants, plusieurs circuits à condensateurs se déchargent l'un après l'autre, la fréquence de la décharge étant réglée électriquement et excitent l'antenne à des intervalles très courts : qui seraient de l'ordre du 100 millième de seconde et des quantités d'énergie très grandes pourraient par conséquent être mises en jeu, par rapport à celles qui emploient les anciens systèmes. L'emploi des oscillations entretenues, par la méthode de l'arc ou celle de l'alternateur à haute fréquence est le dernier terme de la tendance à l'utilisation plus intense et plus continue des antennes.

**Manipulation et réception à grande vitesse.** — Enfin, on obtiendra une utilisation de plus en plus intense de l'antenne et du matériel à mesure qu'on atteindra des vitesses de manipulation et de réception de plus en plus grandes. La réception au son et la manipulation manuelle avec le code Morse ne permettent pas de dépasser d'une façon courante la vitesse de 20 à 25 mots à la minute. Mais la manipulation automatique donne la possibilité de dépasser 200 mots à la minute. Le problème le plus délicat est celui de la réception. Actuellement, dans les systèmes à grande vitesse, la déviation d'un galvanomètre placé dans un des circuits

de réception fait dévier un rayon lumineux dont on enregistre photographiquement le déplacement. Il y a là une complication qui disparaîtra le jour où la découverte d'un relais, qui fonctionne sûrement et soit sensible aux faibles courants qui parcourent les circuits de réception, rendra possible l'inscription des radiotélégrammes comme se fait celle des autres télégrammes.

Que faire pour utiliser au mieux les grandes quantités d'énergie ainsi mises en jeu, qui atteignent dans certains cas plusieurs centaines de kilomètres? Ici se posent divers problèmes que nous allons rapidement examiner.

**Forme de l'antenne.** — Quelle est la forme à donner aux antennes, qui se prête à la transmission des plus grandes quantités d'énergie entre la station qui transmet et celle qui reçoit? Tant qu'il ne s'agit que d'ondes courtes, on peut admettre que la terre est parfaitement conductrice et par conséquent qu'aucun courant électrique ne pénètre à l'intérieur du sol. Toute l'énergie est alors rayonnée sous forme d'ondes électromagnétiques, dans le milieu diélectrique qui environne l'antenne, et les antennes les mieux appropriées aussi bien à la réception qu'à la transmission sont verticales, à un ou plusieurs fils.

Mais quand on s'occupe de stations de longues distances, où l'on emploie des longueurs d'onde de plusieurs kilomètres, l'application des mêmes principes conduirait à des hauteurs de l'ordre d'un kilomètre, et exigerait des pylones beaucoup trop coûteux pour qu'on puisse seulement y songer. Les antennes les plus élevées sont actuellement supportées par des pylônes de 200 mètres de hauteur (stations de Nauen, Allemagne, et de Fort Meyer-Arlington, — Etats-Unis) et de 300 mètres (tour Eiffel), et un ingénieur allemand vient de proposer l'érection sur le Rhin d'une tour de 500 mètres dont l'une des utilisations serait de servir de support à une antenne de télégraphie sans fil. Nous sommes loin encore du kilomètre nécessaire. Peut-être, pourrait-on parfois utiliser comme support d'antennes des câbles tendus entre des pics, dans les régions montagneuses, et obtenir ainsi les hauteurs utiles. L'administration française des Postes et Télégraphes tente un essai dans ce sens. Elle vient de faire construire, en Savoie, une antenne formée d'une nappe inclinée, appuyée à une falaise, et qui a 500 mètres de hauteur. Quel que soit le résultat, il restera vrai que l'installation d'antennes verticales, dont la période d'oscillations propre soit de l'ordre de celles qu'on emploie pour le télégraphe à grande distance, est en général pratiquement impossible. Mais de grandes hauteurs d'antennes sont-elles, en fait, si nécessaires? Nous avons exposé plus haut, quelles difficultés soulève l'hypothèse d'un sol parfaitement conducteur, et cité des faits expérimentaux qui viennent confirmer l'hypothèse que le sol doit être considéré comme doué

d'une conductibilité et d'un pouvoir inducteur spécifique définis. La théorie que le prof. Sommerfeld a basée sur cette hypothèse montre que, dans le cas de grandes longueurs d'ondes au moins, il se propage, en plus de l'onde qui traverse l'air d'après la théorie de Hertz, une deuxième onde qui reste confinée à la surface de séparation de la terre et de l'air. Cette oscillation superficielle devient, à grande distance, la plus efficace, et la terre peut alors être considérée comme un conducteur qui canalise les oscillations électriques à la manière dont les conduisaient les fils conducteurs, dans les expériences de Lecher et de Blondlot. Si cette explication est la vraie, si l'énergie rayonnée dans l'espace, pour de grandes longueurs d'ondes et à grande distance est peu importante relativement à l'énergie transmise par la surface de la terre, il n'est plus nécessaire d'élever les antennes à de grandes hauteurs; l'important est de leur donner une grande capacité, et les antennes horizontales semblent dès lors convenir très bien. Il résulte de cette discussion qu'on n'est pas encore fixé en théorie sur la forme à donner aux antennes. Comme les réalisations pratiques n'ont pas toujours le temps d'attendre les solutions théoriques des problèmes posés, il a bien fallu cependant construire des antennes pour les stations à longue portée, et les efforts ont abouti à deux formes principales, l'antenne en nappe horizontale et l'antenne en parapluie. Nous pouvons donner comme exemple de cette deuxième forme l'antenne de la station de Nauen, avant que l'orage n'ait abattu le pylône qui la supportait : elle était formée de 36 fils de 200 mètres de longueur, qui divergeaient à partir du sommet d'un pylône de 200 mètres de hauteur, à la façon des baleines d'un parapluie. Leur base était encore à plus de 100 mètres du sol. Tous les fils étaient réunis à leur partie supérieure à des fils qui descendaient le long du pylône et étaient reliés aux appareils.

L'antenne du deuxième type, qui est celui de la Compagnie Marconi, est formée d'une nappe horizontale allongée, tendue au-dessus du sol, isolée à l'une de ses extrémités, et reliée à l'autre extrémité, par l'intermédiaire de fils verticaux, aux appareils de transmission ou de réception, et à la terre.

**Antennes dirigées.** — En adoptant cette forme d'antenne, M. Marconi poursuit une autre idée, celle de canaliser dans une direction déterminée l'énergie rayonnée, dans le but de l'utiliser plus efficacement. Il est évident en effet que la solution du problème de la direction des ondes électromagnétiques amènerait en même temps la solution de beaucoup d'autres : disparition des interférences entre stations, affaiblissement du nombre des parasites, et surtout possibilité d'utiliser à la station réceptrice toute l'énergie émise à la station transmettrice, ce qui réaliserait



une véritable transmission d'énergie sans fil. Le problème est malheureusement loin d'être résolu; quelques solutions approchées, d'une façon très lointaine d'ailleurs, ont seulement été envisagées, et sont d'ailleurs susceptibles de rendre de grands services.

**Grandes longueurs d'ondes.** — L'emploi des grandes longueurs d'ondes nécessaires pour la mise en jeu de grandes quantités d'énergie, est également efficace en ce qui concerne la meilleure utilisation de cette énergie. Car la quantité d'énergie rayonnée suivant la théorie de Hertz à grande distance malgré la courbure de la terre sera d'autant plus grande que les phénomènes de diffraction seront plus grands, et la quantité d'énergie transmise par la terre suivant la théorie du prof. Sommerfeld, d'autant plus grande également que la longueur d'onde est plus grande.

**Syntonie.** — Enfin, de grands progrès ont été faits en ce qui concerne la syntonie. Plus la syntonie sera parfaite en effet entre la station réceptrice et la station d'émission, plus seront atténués les dangers d'interférences et de troubles par les parasites atmosphériques, et meilleur sera le rendement de l'installation, car l'effet à la réception aussi bien qu'à la transmission pourra être amplifié par l'utilisation plus efficace de phénomènes de résonance. Une syntonie parfaite permettrait l'installation de plusieurs stations à proximité les unes des autres, et donnerait la possibilité d'établir des stations multiples, envoyant ou recevant, avec la même antenne, plusieurs télégrammes en même temps avec des longueurs différentes.

Aussi s'explique-t-on les efforts qui ont été faits pour obtenir l'émission d'ondes aussi pures et aussi peu amorties que possible. L'histoire de la télégraphie sans fil par étincelles a suivi, à ce point de vue, trois étapes nettement définies. Au début, ce fut la période de l'excitation directe. L'onde était pure, en ce sens qu'une seule onde était rayonnée; mais la résistance de l'étincelle, intercalée directement en série entre l'antenne et la terre, s'ajoutait aux autres causes de dissipation d'énergie pour amortir les oscillations, d'autant plus que, les capacités d'antennes étant très faibles, il fallait, pour mettre en jeu des quantités même faibles d'énergie, employer des étincelles très longues, et par conséquent très résistantes. Un progrès fut réalisé par l'emploi des circuits couplés, avec circuit excitateur à étincelles. Le décrément logarithmique des oscillations était diminué, mais l'inconvénient était qu'on rayonnait à la fois des ondes électromagnétiques de deux longueurs, ce qui était évidemment mauvais au point de vue de la syntonie. Une nouvelle étape fut franchie, et dans les systèmes actuels des Compagnies Telefunken et Marconi, pour les grandes distances, l'antenne est



parcourue par des oscillations qui ont sa période propre. Ce résultat est obtenu en supprimant l'influence de l'étincelle sur ces deux constantes de l'oscillation et, pour cela, la cause excitatrice qui produit des oscillations dans l'antenne ne dure qu'un temps très court : on excite l'antenne par impulsion. Un pendule qui reçoit un choc oscille avec sa période propre et son amortissement propre; une antenne excitée par impulsion oscille de même avec sa période propre et son amortissement propre. L'important est qu'il y ait véritablement impulsion, et pour cela que l'étincelle du circuit excitateur ne dure qu'un temps extrêmement court. Les procédés pour y parvenir varient avec les systèmes. Certains utilisent la méthode de Wien : la distance explosive est très courte; l'étincelle possède par conséquent une très grande résistance et s'éteint très rapidement. M. Marconi arrive mécaniquement au même résultat, au moyen d'un éclateur tournant formé d'un disque muni de saillies solidement fixées à sa périphérie à intervalles réguliers, et placées perpendiculairement à son plan. Il tourne rapidement entre deux disques latéraux placés dans un plan perpendiculaire au premier. L'étincelle dure ainsi juste le temps que dure le passage des saillies devant les disques latéraux, ce qui correspond, dans les grandes stations Marconi, à la durée d'une seule oscillation. Il y a donc impulsion et émission, par le circuit d'antenne, d'une onde pure et peu amortie. Tels sont les efforts qui, dans la télégraphie sans fil à étincelles ont conduit à l'utilisation de syntones de plus en plus aiguës. L'emploi des ondes entretenues, qui paraît devoir se généraliser à très bref délai, permet d'obtenir une syntonie parfaite et d'utiliser tous les effets de la résonance entre les circuits d'émission et de réception, à condition que la longueur d'onde soit maintenue parfaitement constante.

Ces principes généraux posés, nous donnerons quelques exemples de stations de grande puissance.

**Stations de grande puissance Marconi; Stations transatlantiques Clifden-Glace-Bay.** — La Compagnie Marconi est la première qui ait réussi à construire des stations de grande portée, et à réaliser, depuis 1907, la communication directe régulière entre l'Europe et l'Amérique, par les stations de Clifden (Irlande), et Glace-Bay (Canada-Nouvelle Ecosse), à une distance de 3600 kilomètres. Elle a aussi établi des stations pour la communication entre Coltano (Italie) et Massouah (Erythrée). Nous donnerons une description succincte de ces stations, d'après la conférence faite par M. Marconi, le 2 juin 1911, à la « Royal Institution », à Londres.

L'énergie est fournie sous forme de courant continu à haute tension par une batterie d'accumulateurs de 6000 éléments

réunis en série, et d'une capacité de 40 ampères-heures. Le courant de charge est fourni par des dynamos à courant continu. La différence de potentiel de décharge est 11 000 à 12 000 volts, et l'on peut utiliser une différence de potentiel de 15 000 volts quand on utilise en même temps la batterie et les dynamos. La plupart du temps, on emploie la batterie seule.

Les extrémités de la batterie d'accumulateurs sont reliées par l'intermédiaire des bobines de self *c.* au circuit excitateur qui contient une batterie de condensateurs, l'éclateur à disque, et le primaire du transformateur d'oscillation.

Les bobines de self *c.* augmentent la différence de potentiel aux bornes du condensateur, qui atteint 18 000 volts quand la batterie donne 12 000 volts.

Le condensateur est à air. L'éclateur est formé d'un disque métallique à muni de saillies perpendiculaires à son plan, à intervalles réguliers. Ce disque tourne, à la très grande vitesse de 200 mètres environ par seconde, entre deux autres disques *b* qui tournent dans un plan perpendiculaire au premier. Avec la fréquence utilisée à Clifden, soit 45 000 périodes par seconde, et une différence de potentiel de 15 000 volts, la durée de l'étincelle est pratiquement celle d'une oscillation complète. Le circuit primaire étant ainsi brusquement ouvert, les oscillations de ce circuit sont brusquement amorties et, si le couplage du circuit excitateur et du circuit de l'antenne est convenable, toute l'énergie aura pratiquement passé dans l'antenne au moment de la coupure du circuit excitateur. Cette énergie est alors rayonnée par l'antenne, sous forme d'une onde pure, ayant l'amortissement propre du système rayonnant.

L'antenne est du type en nappe horizontale. Quoique la concentration des émissions dans une direction soit très grossière-

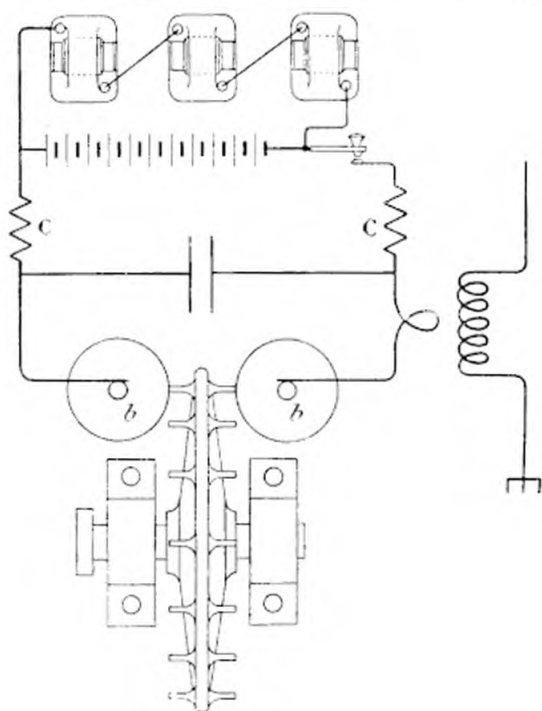


Fig. 131.

ment approchée, les résultats obtenus par l'emploi d'une antenne dirigée sont pratiquement intéressants (fig. 132).

Des expériences faites par le Ministère de la Marine britannique ont montré quel degré de syntonie on peut attendre du système : des messages transmis par la station de *Glace-Bay* peuvent être reçus à 15 kilomètres seulement de *Clifden* pendant que cette station transmet avec une longueur d'onde différente de 25 % de celle de *Glace-Bay*.

La longueur d'onde de la station de *Clifden* est de 6 600 mètres environ.

L'énergie employée pour le service transatlantique est de 150 kilowatts environ ; celle qu'on utilise dans les stations de *Coltano* et *Massonah* est de 300 kilowatts.

Le trafic de la communication *Clifden-Glace-Bay* a été de 812 000 mots de télégrammes commerciaux entre le 1<sup>er</sup> mai 1910 et la fin d'avril 1911.

La communication est assurée d'une façon permanente, de jour



Fig. 132. — Antenne en nappe horizontale.

et de nuit, autant qu'on peut employer ce mot quand on parle de télégraphie sans fil. Il tient en effet, à l'essence même de la télégraphie sans fil, et non aux par-

ticularités de tel ou tel système, qu'à certaines heures les communications sont plus difficiles qu'à d'autres, et qu'à certains moments elles sont tout à fait impossibles.

La Compagnie Marconi a étudié des modifications qui permettent d'établir des stations duplex de télégraphie sans fil dans le travail à longue portée, stations qui permettent de transmettre et de recevoir en même temps. Une installation duplex complète est formée de deux stations élémentaires, une station de transmission et une station de réception, qui sont situées à quelques kilomètres l'une de l'autre. La manipulation est commandée par relais à partir de la station de réception. La station de réception comporte deux antennes, l'antenne principale, qui est dirigée de façon à recevoir le mieux possible de l'installation correspondante, et le moins possible de la station élémentaire d'émission, et une antenne compensatrice, disposée de façon à recevoir le mieux possible de la station élémentaire d'émission, et le moins possible de l'installation correspondante. Les deux antennes agissent sur le circuit secondaire, de réception, de façon que leurs effets se retranchent, et sont réglées de telle sorte que l'effet résultant sur le circuit secondaire dû aux émissions de la station élémentaire de transmission, soit nul. Les signaux émis par cette station ne troublent donc pas ceux qui viennent du poste correspondant, et le travail peut se faire en duplex.

**Réseau impérial anglais.** — Les résultats encourageants du service transatlantique ont conduit le gouvernement anglais à traiter avec la Compagnie Marconi pour l'établissement du réseau impérial britannique de télégraphie sans fil. Un projet de contrat a été établi, qui est actuellement soumis à l'examen de la Chambre des Communes.

Les cinq premières stations du réseau, qui auront une portée de 3 200 kilomètres au moins, seront installées en Angleterre, en Egypte, dans l'Est africain anglais, dans l'Union de l'Afrique du Sud, et à Singapour ou dans la péninsule Malaise.

Le prix prévu pour chacune de ces installations est de 1 500 000 francs, l'administration britannique fournissant en outre les emplacements et les bâtiments. La Compagnie Marconi reçoit en outre 10 % des recettes brutes.

Les caractéristiques principales du projet sont les suivantes :

Chaque installation est double; elle comprend deux stations, la première pour la transmission, la deuxième pour la réception et la manipulation, éloignées l'une de l'autre de 16 kilomètres au moins. De cette façon les installations pourront travailler en duplex, la station d'émission et la station de réception étant en action en même temps. Pour éviter les interférences, il est prévu que la longueur d'onde d'une station de transmission quelconque différera d'au moins 25 % de celles des autres stations de transmission situées dans son rayon d'action.

Les longueurs d'onde sont comprises entre 5 et 15 kilomètres.

Dans les stations de transmission, les antennes seront du type Marconi en nappe horizontale. Elles seront supportées par des mâts tubulaires en fer de 100 mètres de hauteur, et leur longueur variera suivant la longueur d'onde de la station. Pour la station anglaise, qui aura une longueur d'onde de 9 200 mètres, les fils d'antenne auront 900 mètres de longueur, et seront supportés par dix mâts. La prise de terre sera composée d'une plaque centrale en tôle galvanisée prolongée par des fils qui divergeront vers les limites de l'emplacement.

L'énergie sera fournie par des machines à vapeur couplées directement à des alternateurs qui alimentent, par l'intermédiaire de transformateurs, les circuits d'excitation.

La puissance totale installée sera 1 300 chevaux pour les stations terminales, 1 900 à 2 500 chevaux pour les stations intermédiaires, suivant le nombre de directions dans lesquelles on travaille.

Le circuit d'excitation contient un éclateur à disque type Clifden.

La manipulation pourra être automatique, à la vitesse de 50 mots à la minute.

Les antennes des stations de réception seront établies sur les mêmes principes que celles des stations d'émission; elles seront

portées par des mâts de 100 mètres de hauteur. Pour la station anglaise, les fils d'antenne auront 2 400 mètres de longueur.

**Stations de grande puissance Telefunken.** — Des essais de télégraphie sans fil à grande distance, qui avaient été commencés à la station radiotélégraphique de Nauen, appartenant à la Société Telefunken, ont été malheureusement interrompus par la chute du pylône qui supportait l'antenne, le 13 mars 1913.

Nous avons eu, au cours de la discussion précédente, l'occasion d'indiquer les principales caractéristiques du système Telefunken : système musical à onde unique, obtenue en excitant l'antenne par un circuit à étincelles très courtes et par conséquent très rapidement étouffées à cause de leur grande résistance.

L'antenne de la station de Nauen était du type en parapluie. Elle était supportée par un pylône en fer de 200 mètres de hauteur, monté à la base sur une rotule qui l'isolait du sol, et soutenu par des haubans isolés (fig. 134). 36 fils de bronze de 200 mètres de longueur divergeaient du sommet du pylône central et étaient prolongés par des cordages attachés à des pylônes auxiliaires de 30 mètres de hauteur placés sur une circonférence de 400 mètres de rayon ayant pour centre le pylône principal. Les extrémités les plus basses des fils d'antenne étaient encore à plus de 100 mètres au-dessus du sol. La surface couverte par l'antenne était 500 000 mètres carrés.

Les extrémités supérieures des fils d'antenne étaient réunies à des fils qui descendaient le long du pylône et étaient reliés aux appareils.

L'énergie est fournie par le secteur triphasé à 15 000 volts. Elle est ramenée à la différence de potentiel de 120 volts par deux transformateurs de 150 kilowatts. Deux groupes convertisseurs transforment ensuite ce courant triphasé en continu à 120 volts. L'ancien groupe convertisseur de la station, d'une puissance de 100 chevaux-vapeurs, sert de groupe de secours.

L'énergie ainsi obtenue sous forme de courant continu alimente un moteur à courant continu de 300 chevaux, tournant à 1 000 tours par minute, et dont la vitesse peut être changée sans danger de 20 % en plus ou en moins. Ce moteur entraîne un alternateur de 250 KVA à 500 périodes et 1 000 volts.

La tension produite par l'alternateur est élevée à 75 000 — 100 000 volts par un transformateur de 250 KVA à 500 périodes, qui alimente le circuit d'excitation à haute fréquence.

Celui-ci comprend une batterie de condensateurs, un éclateur (fig. 133) Telefunken composé de 4 meubles en série contenant chacun 8 groupes de 10 étincelles en série refroidies par un courant d'air. Les étincelles éclatent entre des cylindres de cuivre



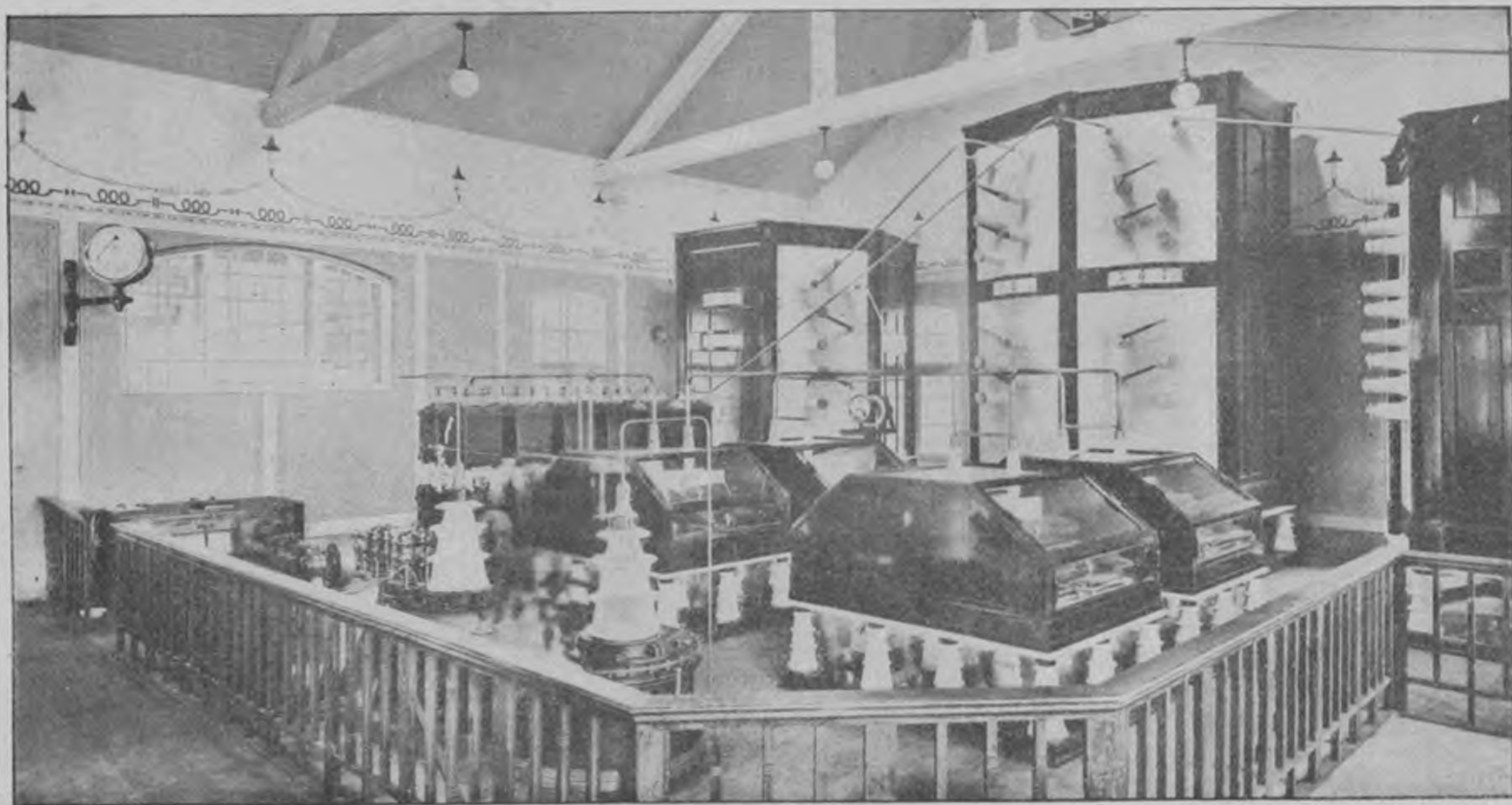


Fig. 133.



très rapprochés séparés par des rubans de caoutchouc. Le

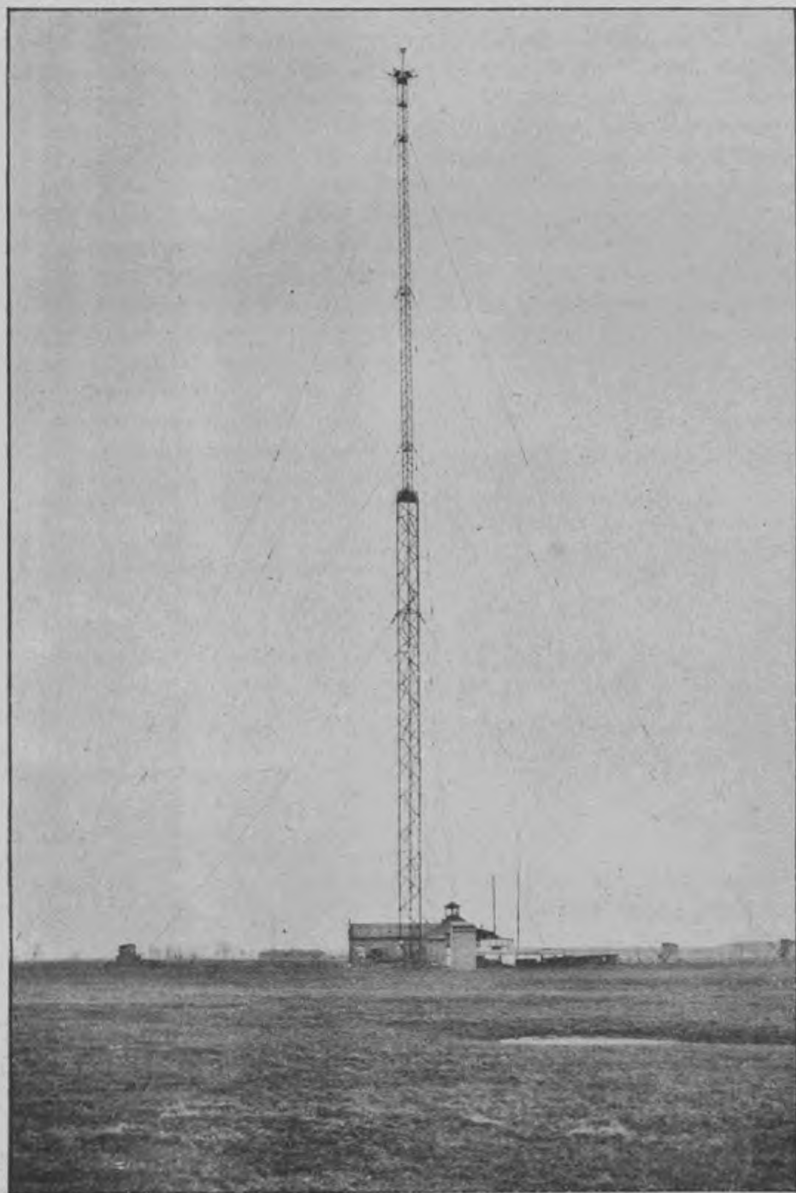


Fig. 134.

circuit d'excitation à haute fréquence contient enfin la self-

induction, formée de spirales de rubans de cuivre, et permettant de faire varier la longueur d'onde de 3 000 à 7 000 mètres.

La manipulation se fait par l'intermédiaire de relais, à la main, ou automatiquement à l'aide de l'appareil Wheastone. Les appareils de réception permettent de recevoir les signaux de longueur d'onde de 3 000 à 10 000 mètres.

La quantité d'énergie serait 80 kilowatts dans l'antenne.

Le pylône est actuellement en cours de reconstruction, et on espère obtenir une portée de 4 000 à 5 000 kilomètres.

**Station de la Tour Eiffel.** (1) — La station de la Tour Eiffel, installée et exploitée par le service du génie, a pour but d'assurer un service spécial avec les postes de l'armée de terre, les stations côtières de la marine, les escadres et certaines colonies. Elle effectue en outre l'envoi régulier de l'heure, et de télégrammes météorologiques, et participe à de nombreux essais sur les mesures précises de longitudes par télégraphie sans fil.

L'antenne est construite en câble d'acier galvanisé d'un diamètre extérieur de 7 millimètres, formés de 6 torons de 7 fils, d'une résistance à la rupture de 2 500 kilogrammes. Elle est constituée de 6 brins, de 425 mètres de longueur, amarrés au sommet de la Tour à une potence métallique, et divergeant à partir de ce sommet pour se réunir de nouveau au-dessus de la station, en un gros conducteur vertical qui les relie aux appareils de la station. Les fils d'antenne sont maintenus par des câbles d'acier isolés et fractionnés pour éviter les effets d'induction. Ces câbles d'acier sont fixés à leur partie inférieure à des pylônes plantés dans le Champ de Mars. Les isolateurs employés sont constitués par des courroies caoutchoutées passant sur des poulies en bois; ils résistent à une tension de 5 000 kilogrammes, et ont une longueur de 1 mètre environ. La prise de terre, disposée dans la couche humide, est constituée par des bandes de zinc d'une surface totale de 600 mètres carrés. Les caractéristiques de l'antenne sont les suivantes :

|                                                     |                             |
|-----------------------------------------------------|-----------------------------|
| Longueur d'onde propre.....                         | 2 120 mètres                |
| Capacité.....                                       | $0,73 \times 10^{-8}$ Farad |
| Self-induction.....                                 | $196 \times 10^{-6}$ Henry  |
| Décroissement logarithmique de l'amortissement..... | 0,23                        |

Une petite antenne à deux fils amarrée au deuxième étage de la Tour, d'une longueur d'onde de 500 mètres environ, est utilisée pour les essais d'ondes courtes.

La station est installée dans un corps de bâtiments souterrains en ciment armé, entourant une petite cour centrale, et

(1) Voir Capitaine P. Brenot, *La Station radiotélégraphique de la Tour Eiffel*, *La Lumière électrique*, 2 sept. 1911, p. 259.

comprenant, en outre d'un assez grand nombre de locaux accessoires, une salle d'essais, une salle de réception et de manipulation, et une salle à haute tension à parois étanches au son.

Dans ces salles sont groupés trois postes d'émission.

Le premier, installé dans un angle de la salle d'essais, est un poste à étincelles rares de 10 kilowatts.

Le second, actuellement le plus puissant, met en jeu une énergie de 40 kilowatts. Il est à étincelles rares, et est alimenté par le courant alternatif à 42 périodes, 220 volts, fourni par le secteur de la rive gauche. La tension est élevée à la valeur conve-

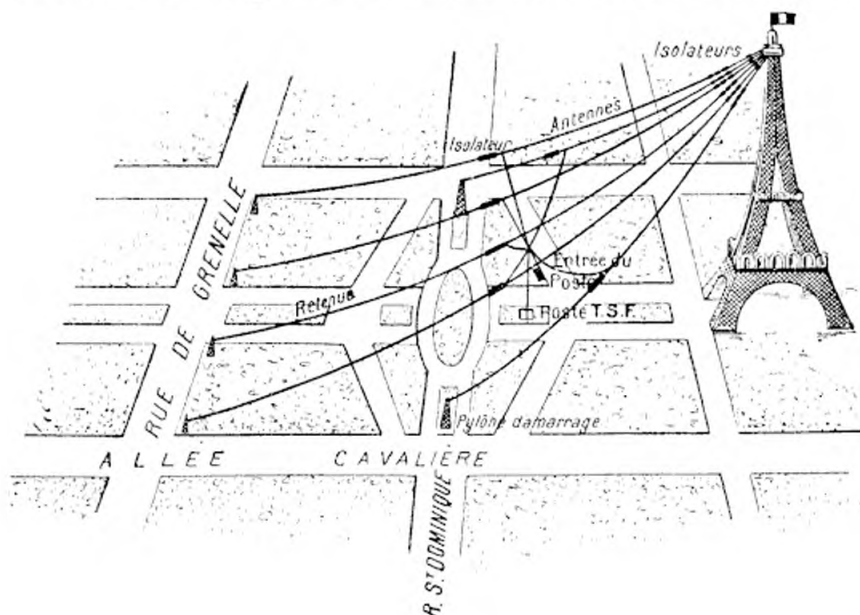


Fig. 135.

nable à l'aide d'un transformateur. Le circuit d'alimentation comprend, outre le primaire du transformateur, une self de réglage et le manipulateur, aux bornes duquel est intercalée une résistance. La self de réglage a pour but de provoquer la mise en résonance du circuit de charge du condensateur sur la période du courant d'alimentation; elle est divisée en deux parties, l'une à variation discontinue, l'autre à variation continue permettant d'obtenir toutes les valeurs comprises entre deux valeurs de la première. La première a une valeur maxima de 9 millihenrys, la deuxième d'un millihenry; leur cuivre peut supporter 320 ampères. Le fer de la première est calculé pour 880 volts, celui de la seconde pour 440 volts. La manipulation se fait en court-circuitant une partie plus ou moins grande d'une résistance mise en série avec la self de réglage et le primaire du transformateur. Les manipulateurs sont actionnés par relais; ils

sont de deux sortes. Le premier est un manipulateur à turbine avec jet de mercure établi par le commandant Ferrié; le jet de mercure d'une petite turbine entraînée par un moteur asynchrone frappe sur une couronne de cuivre rouge; la tuyère par laquelle sort le jet est articulée, et peut être déviée par un électro-aimant, actionné par un courant auxiliaire, de façon que le jet ne frappe plus la couronne de cuivre. Le second manipulateur comporte un électro-aimant dont l'armature soutient des cylindres de graphite. Ces cylindres, groupés en série-parallèle, constituent les plots du manipulateur. Quand le courant passe dans l'électro-aimant actionné par le petit manipulateur auxiliaire, les cylindres sont entraînés par l'armature et viennent buter, perpendiculairement à leur axe, contre des cylindres identiques; le circuit d'alimentation est alors fermé. Des ressorts amortissent les chocs des cylindres les uns contre les autres. Un inverseur permet de transmettre, au choix, avec l'un ou l'autre des manipulateurs. Les rhéostats de manipulation, d'une résistance de 2,8 ohms, sont constitués par des rubans de maillechort baignant dans l'huile refroidie par une circulation d'eau. Un troisième rhéostat, qui permet de faire varier l'énergie employée à la transmission, reste en série avec le manipulateur; la valeur normale de la résistance laissée en série est 0,4 ohm. L'intensité du courant qui passe dans le primaire, manipulateur levé, est 270 ampères, et atteint 310 ampères quand le manipulateur est abaissé. Le transformateur est du type industriel sans fuites, immergé dans l'huile: il est à quatre rapports de transformation 45, 50, 60, 65, obtenus par prises secondaires; il est calculé pour une tension de 140 kilovolts ampères. L'intensité primaire peut atteindre 320 ampères, l'intensité secondaire 6 ampères. La tension primaire qui est de 220 volts efficaces croît, par suite de la résonance, à une valeur limite qui dépend des pertes dans le fer et dans le cuivre. Le coefficient de surtension est de cinq environ en service normal.

Le secondaire du transformateur à basse fréquence alimente le circuit excitateur, qui comprend la batterie de condensateurs, l'éclateur, et le primaire du transformateur d'oscillations à haute fréquence. La batterie de condensateurs a une capacité de  $\frac{7}{10}$  microfarads; elle comprend 7 éléments de  $\frac{1}{10}$  microfarad, réunis en cercle autour du bâti qui supporte l'éclateur. Ces éléments, constitués par des tubes Moscicki montés en cascade, peuvent supporter 120 000 volts, mais travaillent normalement au régime de 80 000 à 90 000 volts maximum. Au centre de la batterie, un bâti en chêne supporte l'éclateur, formé de deux cylindres de zinc pleins, de 25 centimètres de diamètre et 50 centimètres de longueur, placés chacun sur une plaque d'opaline, et animés

d'un mouvement de rotation autour de leurs axes (quatre tours à la seconde), au moyen d'un petit moteur électrique. Un des cylindres est monté sur un chariot qui permet de régler le parallélisme des axes et la longueur de l'étincelle. Chaque cylindre porte, calé sur son axe, un plateau de cuivre biseauté plongeant dans un auget rempli de mercure ce qui donne un contact parfait, pendant la rotation, entre l'éclateur et les connexions du transformateur d'oscillations. Une tuyère aboutissant près des deux cylindres permet de souffler l'étincelle. L'étincelle, qui peut atteindre 40 millimètres a, en service normal, une longueur de 38 millimètres. On peut également se servir d'un éclateur tube-plateau, dont le tube a 20 centimètres de diamètre et 1 centimètre d'épaisseur, et le plateau a 65 centimètres de diamètre et 2 centimètres d'épaisseur. L'étincelle est soufflée par un courant d'air envoyé dans le tube par un ventilateur de 2 chevaux. La longueur d'étincelle est 15 millimètres. Le transformateur d'oscillations est du type en dérivation; il est composé d'un serpentin de tube de cuivre rouge, formé de 4 spires, d'un diamètre moyen de 60 centimètres, le diamètre du tube étant 10 centimètres et son épaisseur 3 millimètres. Les spires sont espacées de 10 centimètres; une fente de 1 millimètre est ménagée tout le long du serpentin, de façon à réduire les courants de Foucault. Un palier servant à la prise de contact de la terre est situé à la partie inférieure du serpentin et une colonne centrale, avec pince et colliers de serrage, permet le réglage du circuit du condensateur sur le circuit antenne-terre.

Le troisième poste d'émission est à émission musicale, emploie du courant alternatif à 600 périodes par seconde, et met en jeu une énergie de 10 kilowatts. L'alternateur, du type Béthenod, est entraîné par un moteur asynchrone monophasé à 42 périodes, 220 volts, et alimente un transformateur sans fuite; la résonance sur la capacité chargée est obtenue à l'aide d'une self auxiliaire faible qui s'ajoute à celle de l'alternateur. La manipulation se fait sur le courant d'excitation: le manipulateur court-circuite une partie du rhéostat de champ de l'alternateur. L'éclateur est constitué par un tube de laiton de 50 millimètres de diamètre, 1 millimètre d'épaisseur, perpendiculaire à un plateau de cuivre rouge. L'étincelle jaillit entre le tube et le plateau et est soufflée par un courant d'air envoyé dans le tube au moyen d'un ventilateur. Le manipulateur dispose à côté de lui d'un rhéostat de champ supplémentaire; en agissant sur l'excitation de l'alternateur, il fait varier à son gré la hauteur de la note musicale émise. On obtient en particulier la quinte et l'octave.

Près de la table de manipulation sont placées trois tables de réception. Un inverseur multiple isole les détecteurs pendant les



transmissions et empêche la fermeture des circuits d'émission pendant la réception.

Une des trois tables de réception sert pour l'étude et l'essai des appareils ; les deux autres sont utilisées en service normal ; chacune d'elles porte une double réception, au détecteur électrolytique, et avec des détecteurs à cristaux.

#### Stations puissantes de la Compagnie Générale Radiotélégraphique.

— La Compagnie Générale Radiotélégraphique a adopté pour les stations puissantes qui lui ont été commandées le système type essayé par elle à la Tour Eiffel au milieu de 1913.

Ce système, qui produit des émissions musicales très pures à longueur d'onde unique, comporte pour l'alimentation du circuit exciteur l'emploi, soit d'alternateurs de 400 à 600 périodes, soit de courant continu à haute tension, soit tout simplement d'un réseau alternatif à fréquence industrielle.

Ce qui caractérise ce système CGR c'est la combinaison adoptée pour l'éclateur qui comprend un éclateur tournant à deux ou plusieurs étincelles mis en série avec un éclateur à petites étincelles multiples. L'excitation de l'antenne se fait ainsi par choc sous deux influences simultanées : 1° l'éclateur tournant tourne à une vitesse suffisante pour que le circuit exciteur soit ouvert au bout de quelques périodes, déterminant ainsi l'effet Wien, c'est-à-dire la longueur d'onde unique des émissions, comme l'a fait remarquer dès le début M. Bouthillon, notamment dans notre première édition page 115 ;

2° L'éclateur à petites étincelles multiples (d'un des types CGR) engendre automatiquement l'effet Wien.

La combinaison des deux éclateurs assurera donc l'effet Wien, comme chacun des deux éclateurs pris séparément et on voit facilement les avantages de cette combinaison :

1° Elle est préférable à l'éclateur tournant seul parce qu'elle permet (à énergie égale) d'admettre pour l'éclateur tournant CGR des étincelles réduites, n'usant pas sensiblement les électrodes, et une vitesse périphérique également réduite ;

2° Elle est préférable à l'éclateur fixe à étincelles multiples parce que les pertes par effet Joule sont plus faibles et le rendement meilleur.

Les expériences faites par la CGR à la Tour Eiffel ont eu pour but de déterminer la proportion la plus judicieuse à admettre pour chacune des deux espèces d'éclateurs : l'ensemble constitue un progrès important dans la T. S. F. et ce progrès rapproche ainsi les noms des deux savants, M. D'Arsonval à qui l'on doit les premiers éclateurs tournants et M. Wien qui indiqua les principes de l'excitation par choc.



### B). — Stations utilisant les oscillations entretenues.

Les appareils actuellement employés pour la production des oscillations entretenues ont été déjà décrits au chapitre I<sup>er</sup>. Nous n'avons plus à indiquer ici que le principe de la manipulation.

**Manipulation.** — Dans le cas de l'arc, on ne peut arrêter ou provoquer l'émission des ondes à chaque mouvement du manipulateur. Ceci exigerait en effet qu'à chacun de ces mouvements correspondit un arrêt ou une mise en marche de l'arc employé. La manipulation se fait par le changement des caractéristiques des ondes, par exemple, par une modification de la longueur d'onde émise. Le poste récepteur réglé sur une longueur d'onde donnée ne peut recevoir que les signaux qui lui sont destinés.

**Réception.** — La réception se fait au téléphone, avec un détecteur d'énergie. Mais on ne peut employer le même montage que dans le cas d'émissions de séries de trains d'ondes amorties. Ici en effet chaque signal Morse se compose d'un train d'ondes entretenues qui est traduit par le détecteur en un courant pratiquement continu dans le circuit téléphonique, et l'on n'entend pas dans le téléphone le ronflement qui se produit à la réception dans l'autre cas. Aussi coupe-t-on périodiquement le circuit téléphonique par un interrupteur automatique. Si un train d'ondes passe dans le détecteur, on entend alors dans le téléphone un son dont la hauteur correspond au nombre d'interruptions par seconde.

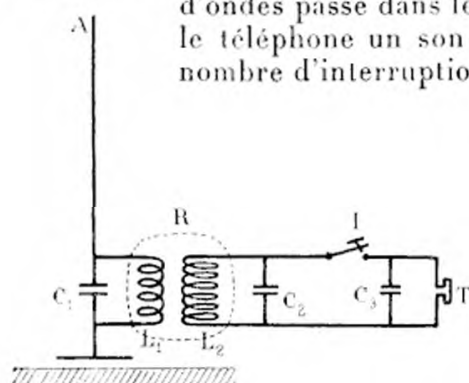


Fig. 136. — Réception sans détecteur. Système Poulsen.

#### Réception système Poulsen.

M. Poulsen supprime même complètement le détecteur et emploie le montage de la figure 136. Comme le montre la figure, le circuit comprenant le condensateur  $C_3$  et le téléphone est périodiquement séparé du circuit oscillant. Le condensateur  $C_2$  est réglé de telle façon que le circuit antenne, condensateur  $C_1$  primaire du transformateur et le circuit condensateur  $C_2$  et secondaire du transformateur aient exactement la même longueur d'onde.

Supposons alors le circuit coupé en I; les deux circuits primaire et secondaire sont exactement en résonance, le couplage étant lâche, et s'il se produit des oscillations dans l'antenne, elles en engendrent dans le circuit secondaire d'autres dont l'amplitude s'accroît constamment, et l'énergie s'accumule dans le circuit. Si alors l'interrupteur I se ferme, le circuit  $L_2, C_2, C_3$  n'est plus en résonance avec celui de l'antenne, le condensateur  $C_3$  se

décharge dans le circuit  $C_3 T$ , et l'on entend un bruit dans le téléphone. Si l'interrupteur ouvre ou ferme le circuit  $n$  fois par seconde, on entendra dans le téléphone un son de hauteur correspondant à  $n$ .

**Manipulation et réception automatiques à grande vitesse.** — Signalons les intéressants essais de manipulation et de réception automatiques à grande vitesse faits en septembre 1909 entre les stations de Lingby (Danemark) et Cullercoats (Angleterre), à une distance de 1100 kilomètres. Le transmetteur est fondé sur le principe du transmetteur télégraphique Wheatstone; le détecteur est un détecteur d'énergie à contact imparfait,

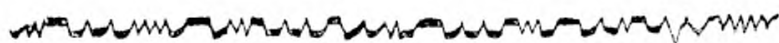


Fig. 137.

connecté à un galvanomètre à miroir très sensible, au moyen duquel les messages sont enregistrés photographiquement (fig. 137). La vitesse obtenue dépasse celle de 100 mots à la minute.

**Exemples de stations. Station de Cullercoats.** — L'Amalgamated Radiotelegraphic Co qui exploite les brevets Poulsen possède, à Cullercoats (Angleterre), une station que nous allons rapidement décrire : L'antenne, en forme de parapluie, est supportée par un pylône en bois de 67 mètres de haut. Du sommet partent les huit fils qui constituent l'antenne, et ont une longueur de 48 mètres. Ils sont réunis à la base par un fil conducteur, et séparés au sommet en deux groupes de quatre fils, réunis chacun à un câble qui descend le long du pylône, suivant le schéma de la figure 138. La station comprend deux installations, l'une avec ondes amorties et circuit à étincelles, l'autre avec oscillations entretenues. La première emploie comme source à basse fréquence un alternateur, et l'antenne est excitée par dérivation. La réception se fait au détecteur électrolytique suivant le montage de la figure 138. L'installation avec oscillations entretenues emploie le système Poulsen, dont nous avons donné le principe au chapitre I<sup>er</sup>. L'excitation de l'antenne se fait par dérivation (fig. 95). La manipulation se fait en court-circuitant

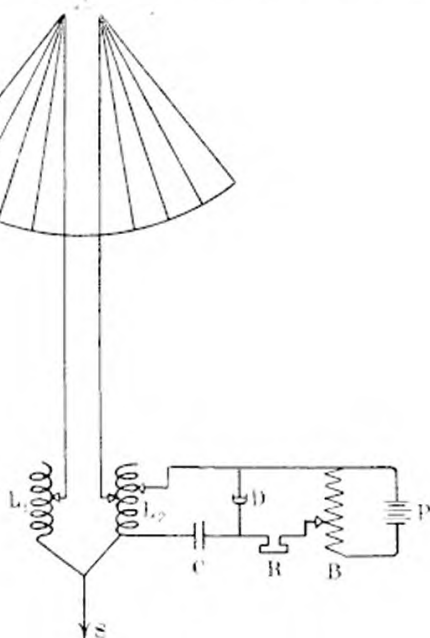


Fig. 138.

Extrait de « The Electrician », avec autorisation.

quelques spires du transformateur d'oscillations, et par conséquent en changeant la longueur d'onde de l'oscillation émise. La réception se fait par le procédé Poulsen indiqué ci-dessus.

**Station Goldschmidt de grande puissance.** — La compagnie universelle de télégraphie et de téléphonie sans fil, qui exploite les brevets R. Goldschmidt, installe actuellement à Hanovre une station de grande puissance. Nous empruntons à la revue *The Electrician*, n° 1826, 16 mai 1913, les détails suivants :

« L'installation génératrice comprend une locomobile Wolf 500 chevaux-vapeur du type normal. Cette machine entraîne par courroies deux dynamos de 150 kilowatts chacune, dont les

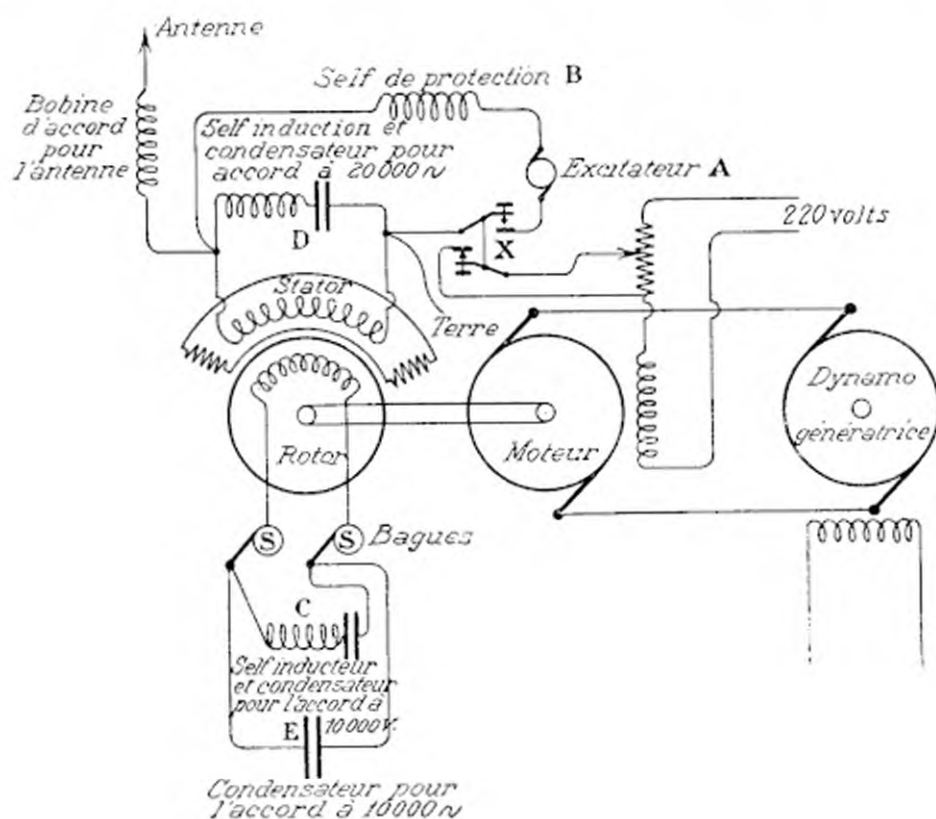


Fig. 139.

armatures sont réunies directement au moteur de l'alternateur à haute fréquence. Celui-ci comprend un rotor et un stator portant tous les deux un enroulement à 384 pôles. Si, par exemple, la machine tourne à une vitesse de 3 130 tours par minute, et que le stator soit excité avec du courant continu, le rotor sera parcouru par du courant alternatif de fréquence 10 000. Le stator est excité par du courant continu fourni par la dynamo A (ou une batterie d'accumulateurs); il est protégé des effets du voltage

alternatif produit dans le stator par une bobine de self B qui empêche en même temps l'énergie en courant alternatif de l'antenne de passer dans la terre à travers l'excitateur.

« Le courant alternatif à 10 000 périodes produit dans le rotor par la rotation mécanique dans le champ magnétique constant entretenu par le stator passe dans un circuit qui contient une bobine de self et un condensateur C, réglés de telle façon que l'ensemble du circuit rotor soit accordé à la fréquence 10 000, et que, par conséquent, l'intensité du courant continu nécessaire dans le stator pour produire un courant donné dans le rotor soit minima. La réaction du rotor sur le stator produit dans ce dernier un courant à 20 000 périodes. L'enroulement stator est, à l'aide d'une self-induction et d'une capacité D, accordé sur cette fréquence. Le courant à 20 000 périodes du stator réagit à son tour sur le rotor et y fait naître un courant à 30 000 périodes par seconde, l'enroulement du rotor est accordé sur cette fréquence par le condensateur E.

« La manipulation se fait à l'aide d'un manipulateur placé dans le circuit excitateur, qui, en même temps qu'il excite l'alternateur et fournit par conséquent la puissance à l'antenne, agit sur la vitesse de la machine de la manière suivante par l'intermédiaire d'un relais : Le champ de l'alternateur et celui du moteur sont excités séparément; le circuit excitateur de ce dernier contient une résistance qu'on enlève du circuit à l'aide de l'interrupteur X, au moment où l'énergie est fournie à l'antenne. Il en résulte, qu'à ce moment, la vitesse du moteur tend à augmenter de telle sorte que la diminution de vitesse que tendrait à provoquer l'augmentation d'énergie soit contrebalancée, et la vitesse reste constante à 3 100 tours par minute.

« La transmission se fait à l'aide d'un transmetteur Wheatstone qui agit sur le circuit excitateur. La puissance absorbée dans ce circuit est 8 kilowatts, la puissance utilisable dans l'antenne est 160 kilowatts, avec un courant de 200 ampères. Pour la réception, le Dr Godschmidt a construit un appareil spécial. C'est un dispositif rectificateur qui supprime le détecteur à cristal ou autre appareil de ce genre. Il donne, avec les ondes incidentes, des battements à la fréquence de 500 qu'on entend directement au téléphone.

« Le pylône contient quelques détails de construction intéressants. A l'heure actuelle, il est élevé à 210 mètres de hauteur, et sera porté à 250 mètres. Il est formé de deux tronçons, avec joints isolants à la partie inférieure et à 150 mètres au-dessus du sol. Les haubans sont isolés en différents points de leur longueur; ils passent sur des poulies à leur extrémité inférieure et sont attachés à des blocs de béton; de sorte que les efforts

due au vent sont réduits. L'antenne elle-même est en bronze phosphoreux de 1 centimètre de diamètre. »

Des expériences ont déjà été faites et ont donné de bons résultats.

### III. — RÉGLEMENTATION ET EXPLOITATION.

**Convention de Londres.** — La multiplicité sans cesse croissante des stations radiotélégraphiques devait amener les différents pays à conclure des accords internationaux pour l'exploitation rationnelle du réseau mondial. La nécessité d'une entente commune ayant apparu, une conférence internationale se réunit à Londres en 1906, après une conférence préliminaire tenue en 1903, dans le but de régler les principales questions intéressantes au point de vue international. Les actes de Londres ont été révisés et complétés par une nouvelle conférence internationale, qui s'est réunie à Londres en 1912. Nous donnerons, dans une note, à la fin du volume, le texte de la convention internationale, du protocole, et du règlement de service élaborés par cette conférence.

### IV. — L'ÉTAT ACTUEL ET L'AVENIR DES APPLICATIONS DE LA RADIOTÉLÉGRAPHIE.

La grande nouveauté de la radiotélégraphie, à l'époque où elle apparut, était que deux postes correspondants pouvaient être mobiles sans cesser de rester en relation, et la conséquence immédiate était l'application possible aux navires et aux armées en campagne. Cette invention répondait donc à un véritable besoin, auquel nul organe n'était jusqu'alors capable de satisfaire, et dotait l'humanité d'une nouvelle arme dans la lutte contre la nature. Et ceci explique la stupeur, l'étonnement, puis immédiatement après l'enthousiasme qui accueillirent la nouvelle des premiers succès de Marconi.

**Sociétés de construction et d'exploitation.** — L'impulsion fut donnée au point de vue industriel par la Société Marconi, fondée en 1897, qui fit ses premières installations commerciales en 1899 et a puissamment contribué au développement technique et commercial de la radiotélégraphie. De nombreuses entreprises de construction et d'exploitation se sont fondées depuis ;

nous citerons, parmi les sociétés françaises, la Compagnie universelle de Télégraphie et de Téléphonie sans fil, la Société Française Radioélectrique, et la Compagnie Générale Radiotélégraphique.

**Échange de télégrammes.** — Le réseau radiotélégraphique est en plein développement. A l'heure actuelle, il existe un grand nombre de stations côtières, et presque tous les navires assurant des services de passagers et faisant de longues traversées, possèdent des postes de télégraphie sans fil. La nomenclature des stations radiotélégraphiques, publiée par le Bureau international des administrations télégraphiques de Berne, donne une idée de ce rapide développement. Elle contenait, en juin 1912 286 stations côtières, dont 155 ouvertes au service de la correspondance publique générale, et 1577 stations de bord, dont 926 ouvertes au service de la correspondance publique générale. A la fin de 1913 l'Administration française des Postes et Télégraphes possédait huit stations ouvertes au service public : les Saintes-Maries-de-la-Mer (Bouches-du-Rhône); Cros-de-Cagnes (Alpes-Maritimes); Fort-de-l'Eau (Alger); Onessant (Finistère); Bonifacio (Corse); Le Bouscat (Gironde); le Havre; Boulogne-sur-Mer.

De cette façon, les navires sont constamment en relation, soit avec la côte, soit avec les autres bateaux passant dans le rayon d'action de leurs appareils. Les passagers peuvent échanger avec une station côtière et par conséquent avec n'importe quel bureau télégraphique du continent, des messages, soit directement, soit par l'intermédiaire des navires situés entre le point d'origine et le point de destination.

**Lutte contre les sinistres maritimes.** — La radiotélégraphie s'est montrée plus utile encore en ce qu'elle est une des armes les plus puissantes dont nous disposons dans la lutte contre les sinistres maritimes. Le navire constamment en relation, soit avec la terre, soit avec d'autres bateaux sait qu'on répondra immédiatement à ses signaux de détresse en cas de danger.

Le nombre de sauvetages que la télégraphie sans fil a rendus possibles est dès maintenant très grand. La récente catastrophe du *Titanic* a remis la question d'actualité. Quelques gouvernements ont déjà imposé aux compagnies de navigation l'obligation de doter les navires à passagers d'installations radiotélégraphiques, et la plupart des pays songent à imiter cet exemple.

**Application à la marine de guerre.** — Tous les navires de guerre de quelque importance possèdent maintenant des stations de télégraphie sans fil; l'échange de messages est ainsi



possible entre la métropole et ses flottes, et la transmission des ordres pendant les manœuvres ou les combats rendue beaucoup plus facile et plus rapide.

**Applications militaires.** — Au point de vue militaire, la radiotélégraphie permet la liaison des armées en campagne entre elles ou avec les postes fixes établis dans les forteresses.

**Applications aux colonies.** — Pour la colonisation, la télégraphie sans fil est un auxiliaire puissant. Dans les pays où nos postes militaires sont souvent attaqués, et où des lignes télégraphiques seraient toujours coupées, l'installation de stations de télégraphie sans fil dans les principaux postes militaires est un puissant instrument de défense et de pénétration.

**Ballons dirigeables.** — Signalons enfin la possibilité d'assurer la liaison radiotélégraphique des ballons dirigeables et des aéroplanes entre eux ou avec des stations fixes.

**La télégraphie sans fil dirigée.** — Le développement de la télégraphie sans fil dirigée, en particulier du système Bellini-Tosi, les travaux de M. Blondel et de M. Petit, permettent aux navires de déterminer leur position quand ils sont dans le rayon d'action de deux stations radiotélégraphiques. Dans le but de donner aux navires la possibilité d'utiliser le plus efficacement possible ces nouvelles découvertes, plusieurs petites stations seront prochainement installées en France, qui émettront constamment, en temps de brume, certaines lettres caractéristiques.

**Télégraphie sans fil et câbles sous-marins.** — Dans un autre ordre d'idées, on peut concevoir l'installation de lignes radiotélégraphiques à grande distance, destinées, sinon encore à remplacer définitivement les câbles sous-marins, du moins à les doubler ou à y suppléer dans une certaine mesure en cas d'avarie.

Il semble bien que la radiotélégraphie à grande distance, considérée comme une concurrente éventuelle des câbles sous-marins, puisse devenir une réalité pratique et rémunératrice au point de vue commercial. L'installation de deux postes radiotélégraphiques extra-puissants sera dans tous les cas beaucoup moins onéreuse que la pose d'un long câble sous-marin; il est vrai que l'exploitation sera plus chère, mais avec cette atténuation que, en cas de dérangement, la recherche sera limitée aux deux postes, au lieu d'exiger une campagne de réparation de câble souvent fort coûteuse. Enfin, la manipulation à grande vitesse permettra d'échanger, dans le même temps, au moins

autant de télégrammes que par câble. On peut donc envisager dès maintenant comme possible l'installation d'un réseau radiotélégraphique à grande distance destiné à doubler le réseau sous-marin actuel.

On le voit, nous avons confiance dans l'avenir. Ce n'est pas que nous ne connaissions pas les imperfections actuelles de la télégraphie sans fil : interférences entre les divers postes, possibilité d'intercepter les correspondances, de troubler les stations voisines, influences atmosphériques perturbatrices, solution insuffisante du problème de la direction. Mais ces défauts s'atténuent de jour en jour.

**Envoi de l'heure par télégraphie sans fil.** — En dehors de ces diverses applications qui ont toutes pour but de permettre l'échange de radiotélégrammes, la télégraphie sans fil est employée à des usages spéciaux qui présentent un grand intérêt. Nous en emprunterons l'exposé à une conférence faite à l'École professionnelle supérieure des Postes et Télégraphes par M. le Commandant Feirié, qui a puissamment contribué au développement des applications de la Télégraphie sans fil.

« Un des problèmes les plus importants de la navigation est de déterminer avec la plus grande précision possible la position du navire à un instant quelconque. C'est le problème du « point ». En pleine mer on détermine la longitude et la latitude par des observations astronomiques à condition de posséder l'heure du méridien origine, dont la différence avec l'heure locale à un même instant physique, donne la longitude. Chaque navire transporte dans ce but plusieurs chronomètres, réglés au départ sur l'heure du méridien origine, et dont on suit la « marche » avec grand soin. Il n'est pas rare cependant d'avoir des variations de plusieurs secondes, ce qui entraîne parfois des erreurs de position du navire de plusieurs kilomètres. Une forte proportion des naufrages sur les côtes est due à des erreurs de ce genre. La télégraphie sans fil a fourni un moyen simple et sûr de donner l'heure exacte du méridien origine. C'est ainsi que deux fois par jour, à 10 h. 45 et 23 h. 45, l'observatoire de Paris envoie l'heure du méridien de Greenwich par l'intermédiaire de la station radiotélégraphique de la tour Eiffel. Tous les navires munis de récepteurs de télégraphie sans fil peuvent donc régler leurs chronomètres avec sécurité. Ces signaux horaires, qui sont perçus la nuit dans toutes les mers d'Europe et jusqu'à 200 milles de New-York (compte rendu du paquebot *La Touraine* en janvier 1912) sont suivis de renseignements météorologiques destinés à prévenir les navires du temps qu'ils trouveront à leur arrivée.

« Ces signaux horaires présentent aussi une très grande utilité pour les observatoires astronomiques, météorologiques, sismographiques, etc., ainsi que pour les compagnies de chemins de fer, les horlogers, etc. Ceux de la tour Eiffel, en particulier, sont écoutés dans toute l'Europe, car leur puissance permet de les percevoir avec des installations simples.

« La précision, que permettent d'obtenir des signaux horaires radiotélégraphiques, est de l'ordre de un dixième de seconde au maximum, ce qui suffit parfaitement pour les divers usages que nous avons énumérés. Elle est également satisfaisante pour les explorateurs qui ont à déterminer approximativement la position géographique des points importants des régions qu'ils traversent, et qui peuvent opérer pour cela, d'une manière analogue à

celles qu'emploient les navigateurs, pour « faire le point », en recevant les signaux radiotélégraphiques au moyen d'une antenne et d'un appareil récepteur portatifs. Un dixième de seconde de temps représente environ 50 mètres.

« Pour les opérations géodésiques proprement dites, dans lesquelles il est parfois nécessaire de déterminer les coordonnées astronomiques d'un point, la précision du dixième de seconde pour la connaissance de l'heure du méridien origine est insuffisante, car il est possible de déterminer l'heure locale avec une approximation de l'ordre du centième de seconde. On fait alors usage d'une méthode spéciale dite « méthode des coïncidences » qui permet de comparer deux instruments de mesure à un centième de seconde près et par conséquent d'obtenir la longitude avec la même approximation. »

---

## CHAPITRE VI

# Le problème de la radiotéléphonie.

### THÉORIE

Il s'agit de transmettre la parole à distance sans l'intermédiaire de fils conducteurs.

**Téléphonie ordinaire.** — Dans la téléphonie ordinaire, l'appareil émetteur est un microphone, ou contact imparfait, intercalé dans un circuit contenant une pile P et le primaire d'un trans-

formateur T, dont le secondaire aboutit aux deux fils de ligne. A la station réceptrice, ceux-ci sont liés aux extrémités des bobines d'un électro-aimant E, pourvu d'une armature D formée d'une plaque de fer. Quand on parle devant

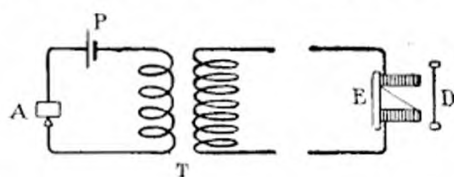


Fig. 140.

le microphone, sa résistance varie, il se produit dans le circuit primaire et par induction dans le circuit de ligne des courants variés, et l'électro-aimant attire la plaque vibrante avec une intensité et une fréquence correspondantes à celles de ces courants; l'air est ébranlé, communique à l'oreille des vibrations analogues à celles de la plaque du microphone, et la parole émise à la station transmettrice est reproduite au poste récepteur (fig. 140).

**Forme du courant microphonique.** — Le courant vibré produit dans le circuit microphonique a été étudié expérimentalement. Nous reproduisons (fig. 143) des courbes dues à M. Devaux-Charbonnel (1908), et représentant, pour les différentes voyelles, la forme de ce courant. Aux voyelles correspond un courant alternatif, de forme complexe, et aux consonnes un courant varié, précédant ou suivant le courant alternatif dû à la voyelle. Dans tous les cas, la fréquence qui fait la plus grande impression sur l'oreille est de l'ordre de 1 000.

**Radiotéléphonie. La transmission.** — Pour transmettre à dis-

tance sans fil ces courants variés, il ne suffit pas de les produire



Fig. 141.

dans une antenne, la fréquence nécessaire pour les transmissions sans fil à grande distance étant d'au moins 60 000 environ. Pour nous tirer d'affaire, produisons dans une antenne, des oscillations entretenues de grande fréquence (fig. 142) ou des trains très rapprochés d'oscillations amorties (fig. 141). Représentons d'autre part (courbes *b*) le courant microphonique. Si nous lions d'une façon quelconque, par exemple

par induction, le circuit microphonique et le circuit à grande fréquence, il y aura action mutuelle, et le courant dans l'antenne sera un courant à grande fréquence d'intensité variable suivant les variations d'intensité du courant microphonique. Il se produira dans l'air des ondes d'intensité variable qui agiront sur le détecteur au poste récepteur.

Il est nécessaire, pour que toutes les inflexions de la parole soient transmises, que le nombre de trains d'ondes amorties par seconde, ou la fréquence de l'oscillation entretenue, soient bien supérieurs à la fréquence utile du courant microphonique.

Celle-ci étant d'environ 1 000, il faut que la première soit d'environ 10 000 au moins.

Mais on ne peut pas obtenir pratiquement, par la méthode de



Fig. 142.

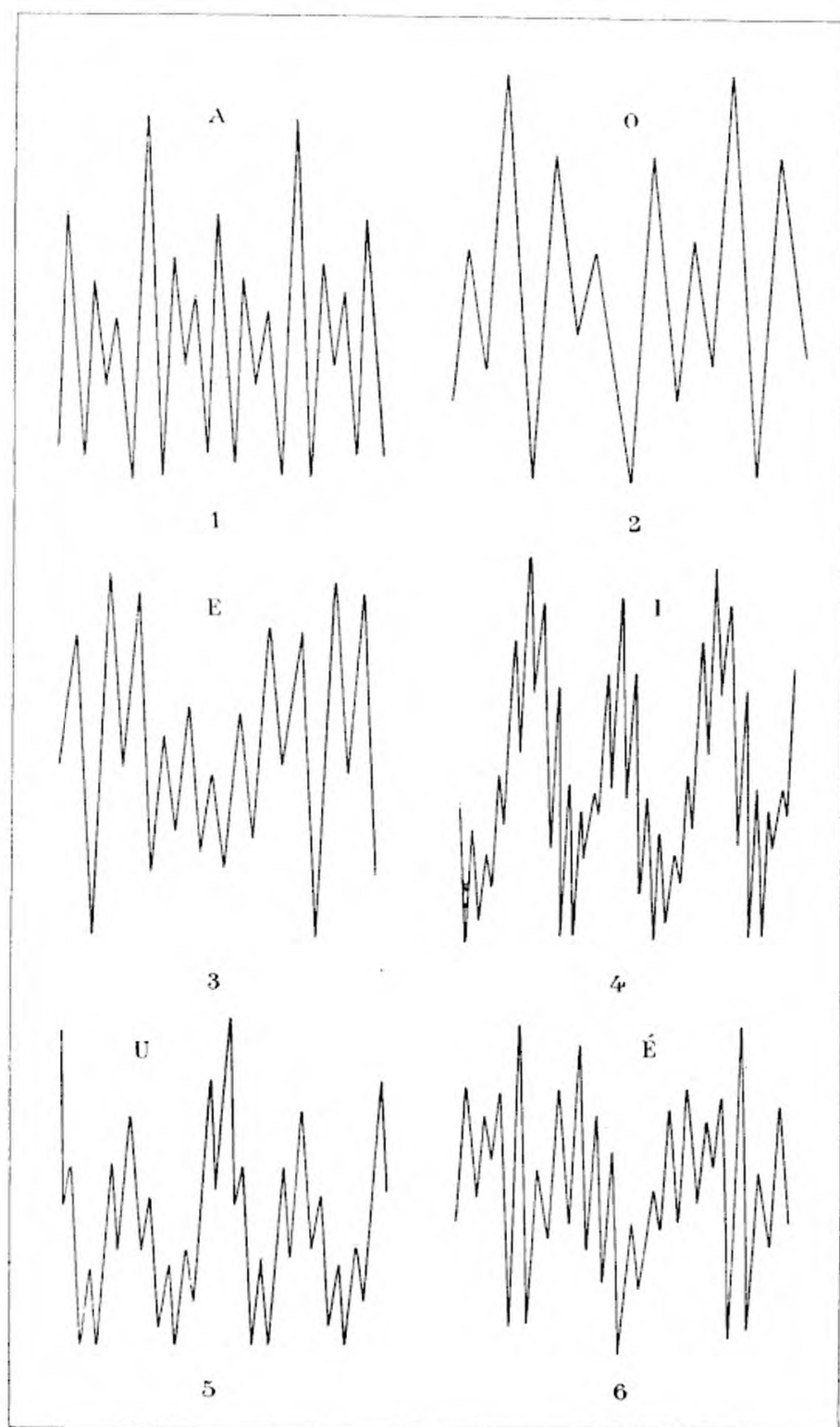


Fig. 143. — Courbes données à l'oscillographe par les voyelles.  
Extrait de Devaux-Charbonnel : « Étude sur les lignes téléphoniques ».



la décharge du condensateur dans un circuit à étincelle, des séries de trains d'ondes amorties en aussi grand nombre. On se servira donc d'ondes entretenues à une fréquence de 60 000 au moins pour que la transmission à travers l'air se fasse dans de bonnes conditions. Un autre avantage résulte de l'emploi de ces grandes fréquences. Si la fréquence était en effet inférieure à 30 000, qui est celle des sons les plus hauts qui impressionnent l'oreille, on entendrait un son continu dans le téléphone, ce qui n'empêcherait pas la réception, mais serait gênant à la longue.

**Le détecteur.** — Le détecteur doit évidemment revenir à son état initial, ce qui élimine les cohérences; il faut que le temps employé pour cela soit beaucoup inférieur à la période du courant microphonique, en pratique moindre que  $\frac{1}{10\,000}$  seconde; enfin que le détecteur soit un détecteur d'énergie, sinon la voix serait déformée.

**Éléments d'une liaison radiotéléphonique.** — En résumé, une liaison radiotéléphonique comprendra :

A la transmission, un circuit radiateur parcouru par des oscillations entretenues, modifiées sous l'action d'un microphone;

A la réception, un dispositif récepteur ordinaire avec détecteur d'énergie, obéissant suffisamment vite aux variations d'intensité des ondes reçues.

#### NOTES HISTORIQUES

L'histoire de la radiotéléphonie, dont le développement était lié à celui des méthodes de production d'ondes entretenues, date seulement de quelques années. C'est M. Blondel qui, le premier, montra que la réalisation de la radiotéléphonie n'était possible que par l'emploi d'ondes entretenues ou d'étincelles à grande fréquence.

Après de nombreux essais d'applications à la téléphonie de trains très rapprochés d'ondes amorties, la méthode de l'arc fut perfectionnée, surtout depuis 1903 (après Poulsen), par de nombreux savants. Majorana aurait récemment atteint 500 kilomètres. En 1907, l'escadre américaine fut pourvue d'appareils de Forest. Citons enfin les travaux de Rühmer, et les belles expériences de MM. Colin et Jeance, officiers de marine français qui viennent (août 1909) de franchir la distance de 250 kilomètres entre Toulon et Port-Vendres.

En même temps se développait surtout en Amérique la méthode utilisant l'alternateur à haute fréquence. Fessenden a annoncé les résultats suivants. Dès 1905, il aurait obtenu quelques succès avec une machine donnant 10 000 périodes à la seconde; à la fin de 1906, la distance de 18 kilomètres aurait été franchie; puis en 1907, celle de 350 kilomètres entre Brant-Rock et New-York, avec un alternateur de 1 kilowatt, donnant 81 700 à 100 000 périodes à la seconde. L'antenne de New-York avait 67 mètres de hauteur, celle de Brant-Rock 133 mètres.

A l'heure actuelle, les deux méthodes, arc électrique et alternateur à haute fréquence, ont leurs partisans également convaincus. L'avenir décidera.

#### MONTAGES ET APPAREILS POUR LA RADIOTÉLÉPHONIE

**Appareils pour la production d'ondes entretenues.** — Les *appareils pour la production d'ondes entretenues* ont été déjà décrits au chapitre I<sup>er</sup>. Nous résumerons brièvement ici les résultats acquis. On se sert :

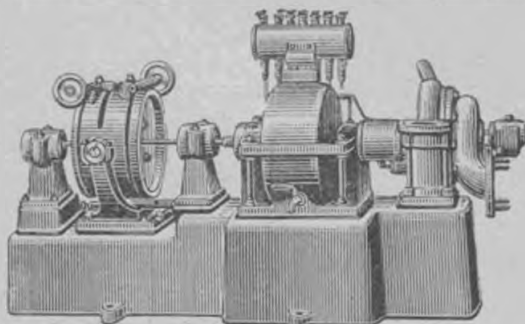


Fig. 144.

Turbo-alternateur à haute fréquence (Fessenden).  
Extrait de « The Electrician », avec autorisation.

**Alternateurs à haute fréquence.** — D'une part des *alternateurs à haute fréquence*. Dans les machines employées par Fessenden, les fréquences obtenues furent 81 700 à 100 000 pour des puissances de 1 à 3 kilowatts. Une autre forme, imaginée par

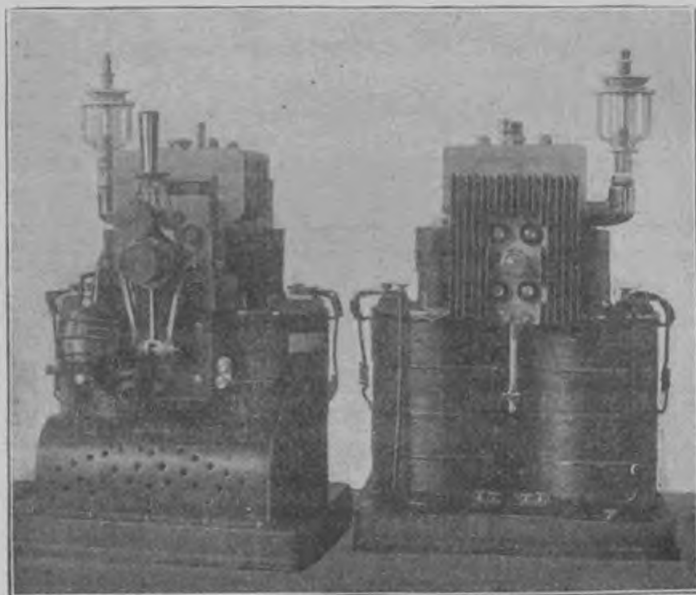


Fig. 145. — Arc électrique Poulsen.

Extrait de « Electrical Engineering », avec autorisation.

Alexanderson, a été calculée pour une puissance de 10 kilowatts. Enfin on construirait actuellement un alternateur de 50 kilowatts.

à la fréquence de 100 000, destiné à la radiotéléphonie d'une rive à l'autre de l'Atlantique. Ces alternateurs sont ordinairement entraînés par des turbines à vapeur de Laval; la mise en marche se fait par l'ouverture d'un robinet de vapeur; la vitesse et par conséquent la fréquence pourraient être réglées à  $\frac{1}{1000}$  près (fig. 144).

**Emploi de l'arc.** — La plupart des procédés de production d'oscillations entretenues par l'*arc électrique* dérivent de celui de M. Poulsen, où l'arc jaillit dans une vapeur d'hydrogène ou d'hydrocar-

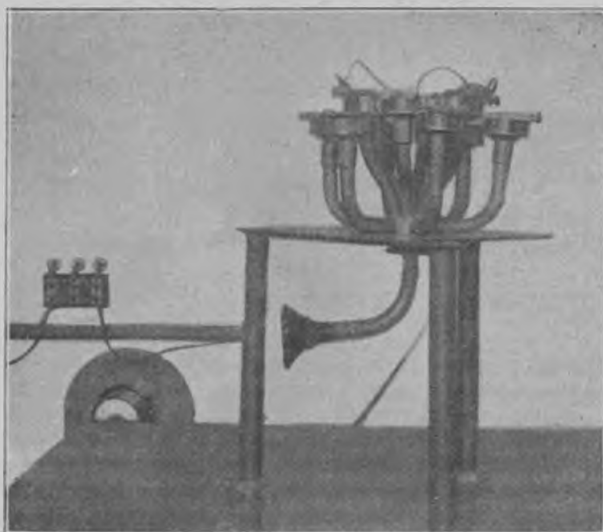


Fig. 146.

Extrait de « Electrical Engineering », avec autorisation.

L'arc à haute tension (Blondel, voir ch. I<sup>er</sup>) donne aussi de bons résultats en radiotéléphonie.

**Microphone.** — L'appareil *microphonique* employé pour la téléphonie sans fil doit être capable de supporter une intensité de plusieurs ampères. Ce n'est pas le cas des microphones ordinaires. Si on veut les employer, on peut en disposer plusieurs en parallèle, de sorte que le courant se partage entre eux. On les dispose souvent aux extrémités de tuyaux aboutissant à un même cornet, de sorte que tous soient impressionnés par la même émission de parole (fig. 146).

**Microphone hydraulique de Majorana.** — M. Majorana a construit pour la téléphonie un *microphone hydraulique* (fig. 147) : par un tube vertical T effilé à son extrémité inférieure coule un filet d'eau; une des faces A du tube est mince, élastique et liée à la membrane du microphone. Les oscillations de la membrane microphonique se communiquent à la paroi du tube, et par

bure entre un crayon de charbon tournant autour de son axe et une électrode de cuivre refroidie par un courant d'eau : l'ensemble est placé entre les pôles d'un électro-aimant. Aux bornes de l'arc arrivent les extrémités du circuit oscillant, comprenant le condensateur C et la self L (fig. 142).

conséquent la section du filet en un point A varie synchroniquement. Le filet d'eau acidulée tombe entre deux plaques B et C et forme pont; la résistance du circuit suit les mouvements de la plaque microphonique. L'appareil peut supporter 10 ampères.

**Montages de transmission.** — Il s'agit d'influencer le circuit oscillant par le courant microphonique. Ordinairement, on agit sur l'amplitude des oscillations, la fréquence étant constante. La figure 148 représente quelques montages employés :

1. Le microphone M agit sur le courant continu qui produit l'arc E.

2. Le microphone M agit par induction sur le courant continu qui produit l'arc (Rühmer).

3. Microphone M inséré dans le circuit du condensateur.

4. Le courant oscillant de l'antenne est plus ou moins dérivé dans le microphone suivant la résistance de ce dernier (Poulsen).

5. Même montage. Les oscillations sont produites par six arcs en série (Telefunken).

6. Circuit microphonique agissant sur l'antenne par induction (Poulsen).

7. Microphone placé directement sur l'antenne.

8. Circuit microphonique agissant par induction sur l'inducteur de l'alternateur à haute fréquence D et par conséquent sur l'intensité dans le circuit oscillant (Rühmer).

9. Emploi de l'alternateur à haute fréquence. Microphone sur l'antenne (Fessenden).

10. Montage de MM. Colin et Jeance.

Comme nous l'avons vu, la méthode de l'arc électrique produit le plus souvent, non une oscillation pure, mais un certain nombre d'oscillations superposées de fréquences différentes. Pour sélectionner celle qui est utile, MM. Colin et Jeance emploient un circuit intermédiaire, formé d'une self réglable formant secondaire du transformateur  $T_1$ , d'un condensateur  $C_1$ , et d'une deuxième self formant primaire du transformateur  $T_2$ , et qu'ils accordent sur la longueur d'onde utile. Ce circuit est lié par induction avec l'antenne par l'intermédiaire du transformateur  $T_2$ . Dans ces conditions, l'oscillation rayonnée est simple et d'une constance absolue comme fréquence et comme énergie.

On peut aussi se proposer de faire varier, en concordance avec le courant microphonique, non plus l'amplitude, mais la

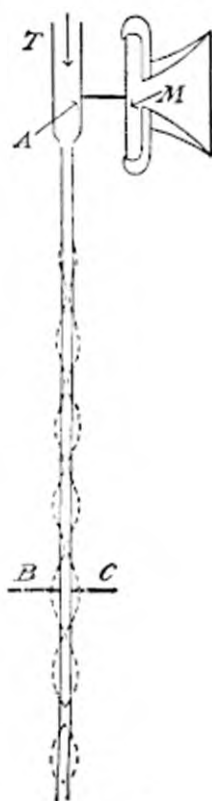


Fig. 147.

Extrait de  
« Elektrotechnische  
Zeitschrift », avec  
autorisation.

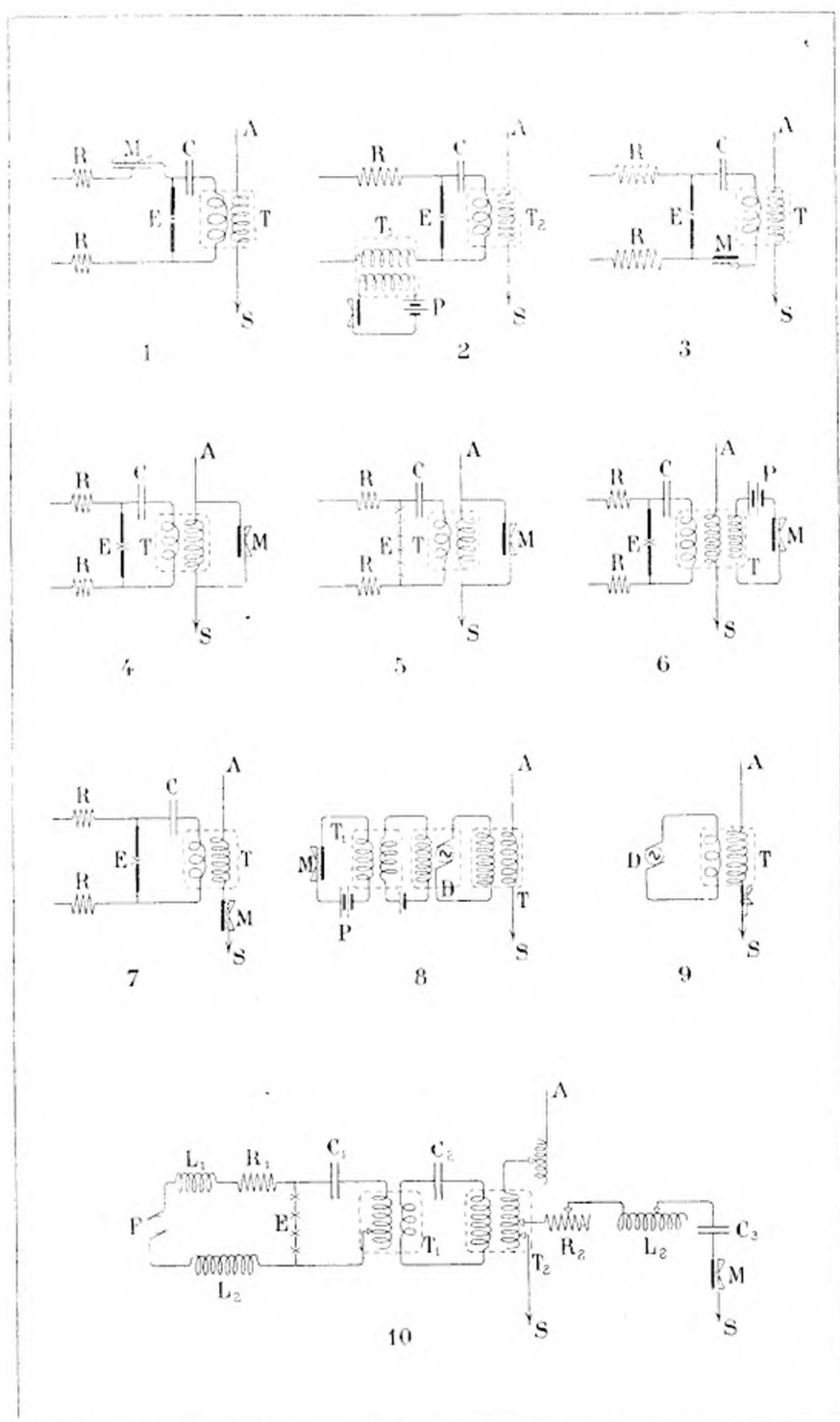


Fig. 148. — Montages d'émission radiotéléphonique.



longueur d'onde de l'oscillation. Pour cela, M. Fessenden intercale sur l'antenne un condensateur dont l'une des armatures constitue le diaphragme qui vibre à la manière de la plaque du microphone. La capacité du condensateur, et par conséquent la longueur d'onde émise, suit les vibrations de ce diaphragme.

**Montages et appareils de réception.** — Comme nous l'avons vu, un détecteur ne sera utilisable en radiotéléphonie que s'il est sensible à l'énergie reçue et obéit avec une vitesse suffisante aux variations d'intensité des ondes qui transmettent la parole. Un grand nombre de détecteurs réalisent ces conditions; citons, parmi ceux qui ont donné les meilleurs résultats pratiques :

Les détecteurs d'énergie à contact imparfait;

Le barretter de Fessenden;

Les détecteurs à gaz ionisé.

Les montages de réception sont identiques à ceux employés en radiotélégraphie. La syntonie étant très approchée, puisqu'on se sert d'ondes entretenues, on utilise de préférence les montages par induction.

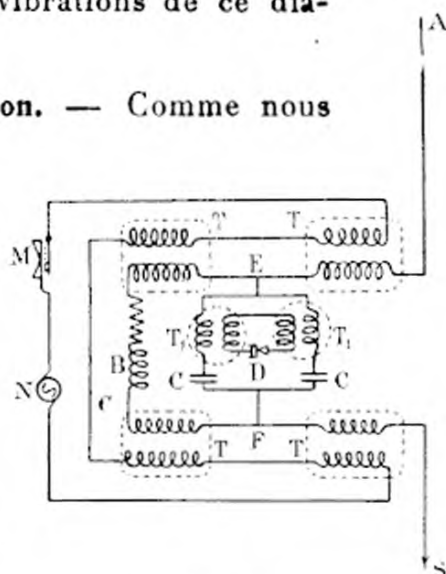


Fig. 149.

**Dispositifs duplex.** — Pour faciliter les conversations, il serait bon de pouvoir entendre et parler à la fois dans chacune des stations. Divers dispositifs pour cela ont été récemment proposés. Nous représentons (fig. 149) un montage duplex de M. Fessenden : le circuit EBF est un circuit oscillant équivalent à celui de l'antenne; les quatre transformateurs T sont identiques; de même les transformateurs T<sub>1</sub> qui sont enroulés de façon que leurs effets sur le détecteur D s'ajoutent. Supposons maintenant que, l'alternateur à haute fréquence N étant en marche, on parle devant le microphone M, les oscillations induites dans le circuit compensateur EBF et dans le circuit de l'antenne sont égales et de sens contraires, donc se détruisent et n'impressionnent pas le détecteur, et l'on n'entend rien dans le téléphone. Au contraire, des ondes venant de l'extérieur induisent dans l'antenne des oscillations qui agissent sur le détecteur.

## EXPLOITATION

L'exploitation d'une ligne radiotéléphonique montée en duplex serait aussi simple que celle d'une ligne avec fils : on met, aux deux stations correspondantes, l'appareil sur la position de travail, on parle dans le microphone, et on écoute dans un récepteur téléphonique.



L'exploitation est même beaucoup facilitée par ce fait que la voix est beaucoup moins déformée que dans le cas des conversations par fils. C'est qu'il n'existe, dans la radiotéléphonie, aucune des causes de déformation (capacités, bobines d'induction avec noyau de fer) qui rendent actuellement impossible la transmission de la parole sur des longues lignes aériennes ou sur des câbles sous-marins de quelques centaines de kilomètres.

### L'AVENIR DE LA RADIOTÉLÉPHONIE

Quoique les études relatives à la radiotéléphonie ne l'aient pas encore rendue susceptible d'exploitation industrielle, on peut prévoir pour un avenir qui semble prochain des applications intéressantes.

**Communications à grande distance.** — D'abord aux communications à grande distance. Il est en particulier question d'établir des stations puissantes destinées à la radiotéléphonie par-dessus l'Atlantique entre l'ancien et le nouveau continent. Il est évident qu'il faudrait pour cela mettre en jeu de grandes quantités d'énergie, et l'exploitation serait très onéreuse; mais les services rendus seraient immenses, puisque actuellement la téléphonie par câble est impossible à de pareilles distances. La construction des deux stations coûterait d'ailleurs moins cher que la pose d'un câble transatlantique; la recherche et la réparation des dérangements serait moins onéreuse, puisqu'elles seraient localisées dans les deux stations, au lieu d'exiger des travaux longs et pénibles sur mer.

**Communications de la côte aux navires.** — L'emploi de la radiotéléphonie dans les stations côtières favoriserait la multiplication des stations radiotélégraphiques à bord des bateaux, et par conséquent la sécurité de la navigation. Dans l'organisation actuelle, en effet, les stations côtières ont des postes de télégraphie sans fil, et les stations de bord doivent posséder un télégraphiste exercé, capable de lire au son les messages qui lui sont destinés : c'est là une grosse dépense, s'il s'agit de bateaux de faible tonnage. Supposons au contraire les stations côtières équipées radiotéléphoniquement; le service de la station de bord équipée d'appareils de télégraphie sera facile puisque les appareils de réception étant les mêmes pour la télégraphie et la téléphonie, la station de bord pourrait recevoir les messages téléphoniques émanés des postes côtiers. Elle répondrait télégraphiquement, et tout le monde peut, après un court apprentissage, manipuler avec la clé Morse.

**La Radiotéléphonie et la marine de guerre.** — Signalons enfin l'intérêt de la radiotéléphonie en tactique navale : les téléphonistes des différents bateaux d'une même escadre connaissant leurs voix après un peu d'exercice la provenance des messages serait comme une certitude et les ondes qui pourraient être fausement envoyés par les postes ennemis comme émanant des navires de l'escadre seraient immédiatement découverts.



## CHAPITRE VII

### Le problème de la transmission des images sans fil.

La plupart des méthodes de transmission des images avec fil peuvent être appliquées à la transmission sans fil : nous allons en citer quelques-unes

**A. Méthode basée sur l'emploi du sélénium.** — On connaît cette curieuse propriété du sélénium que sa résistance varie suivant son éclaircissement. Nous l'utiliserons de la manière suivante. Au poste transmetteur l'image à transmettre, par exemple un cliché photographique sur pellicule,

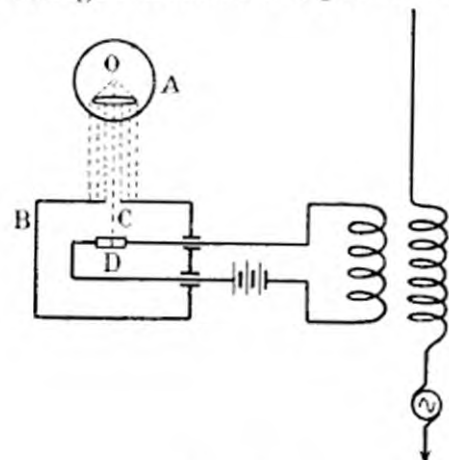


Fig. 150.

est fixée sur un cylindre transparent A ayant en son centre O une source de lumière, et animé en même temps d'un mouvement de rotation autour de son axe et d'un mouvement de translation le long de cette droite. Sur le trajet du faisceau lumineux est une chambre noire percée d'un trou C. Par suite des mouvements du cylindre, tous les points de la pellicule passent successivement devant le point C, et l'intensité du rayon lumineux qui pénètre dans la chambre noire varie suivant le point de la pellicule qui se trouve en face de C. Ce rayon lumineux tombe sur un fragment D de sélénium qui fait partie d'un circuit de pile (fig. 150). L'intensité du courant dans le circuit varie avec la résistance

du sélénium et par conséquent suivant l'intensité du rayon lumineux OECD. Ce courant agissant d'une manière quelconque, par exemple par induction sur un circuit radiateur parcouru par des ondes de période donnée, l'intensité des ondes émises varie suivant l'intensité lumineuse en D et donc suivant le degré d'opacité de la pellicule en E.

A l'arrivée les ondes reçues dans l'antenne excitent, par exemple par induction, des oscillations dans un circuit contenant un détecteur d'énergie D et un galvanomètre G dont l'aiguille  $\omega F$  entraîne dans son mouvement une pellicule LH mobile dans un plan horizontal, et couverte d'une couche de noir de fumée d'épaisseur variable. En face est une chambre noire I percée d'un trou J, et dans laquelle est un cylindre K identique au cylindre correspondant A du poste de départ, et animé des mêmes mouve-

ments. On place sur ce cylindre K la pellicule destinée à recevoir l'image. On dirige, à travers la pellicule LH, un rayon lumineux MJ sur le point J. Le point de la pellicule LH qui passe à un moment donné sur le trajet du rayon MJ est variable et ne dépend que de l'intensité du courant dans le circuit récepteur et par conséquent de l'énergie à l'émission, et donc du point E de la pellicule qui passe à ce moment sur le trajet du rayon OECD au poste d'émission. Il suffit alors, pour avoir à l'arrivée une reproduction exacte de l'image transmise, de distribuer la couche de noir de fumée sur la pellicule LH de telle sorte que en un point N de cette pellicule qui se trouve à l'arrivée sur le trajet du faisceau lumineux MJ, point N correspondant à une intensité donnée du rayon OECD au départ, l'épaisseur du noir de fumée soit telle que l'impression en J sur la pellicule photographique reproduise après le développement une teinte identique à celle du point correspondant de l'image au départ (fig. 151).

Dans un tel système, la présence de parasites serait très nuisible, chaque parasite faisant une tache sur l'image à l'arrivée. L'emploi de syntonies rigoureuses, possible par l'emploi d'ondes entretenues et d'accouplements lâches, atténue cet inconvénient.

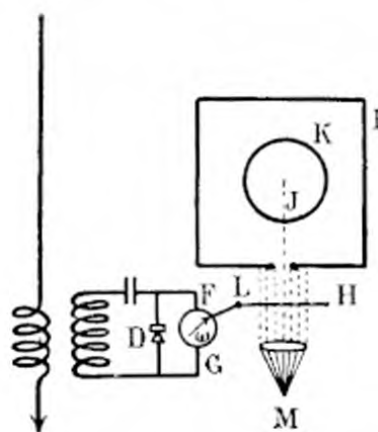


Fig. 151.

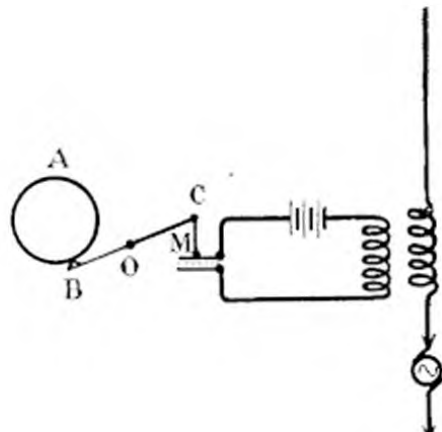


Fig. 152.

**B. Transmission de photographies au charbon.** — Sur une photographie au charbon, la couche de charbon est d'autant plus épaisse que le noir est plus intense. Plaçons une telle image sur un cylindre A animé de mouvements de rotation et de translation comme dans le procédé précédent. Sur le point B appuie l'extrémité d'un levier BOC mobile autour de l'axe O et dont le point C commande la membrane M d'un microphone placé dans un circuit de pile (fig. 152). On obtient ainsi dans le circuit microphonique un courant dont l'intensité varie suivant la teinte du point du cylindre qui passe en B au même moment. Le courant microphonique agit, par exemple par induction, sur le circuit radiateur parcouru par des oscillations entretenues.

**C. Reproduction de la gravure.** — Supposons une gravure ou un dessin imprimé sur un papier conducteur au moyen d'une encre isolante ; et plaçons ce papier sur un cylindre A animé d'une rotation et d'une translation comme dans le cas précédent. Tous les points du cylindre passent devant un contact B qui fait partie d'un circuit contenant une pile et un relais, et aboutit d'autre part au cylindre. Le circuit est fermé ou ouvert suivant que le point du papier qui passe en B est conducteur ou isolant (fig. 153). Si le point est conducteur, le relais fonctionne, ferme le circuit à basse tension d'un dispositif producteur d'ondes par la méthode de la décharge du condensateur dans un circuit à étincelles, les décharges se suc-

cédant tant que le contact B ne rencontre pas d'éléments isolants. Dès qu'un point isolant arrive en B, le relais cesse de fonctionner, et l'émission d'ondes s'arrête.

A la réception, les oscillations engendrées dans l'antenne en induisent

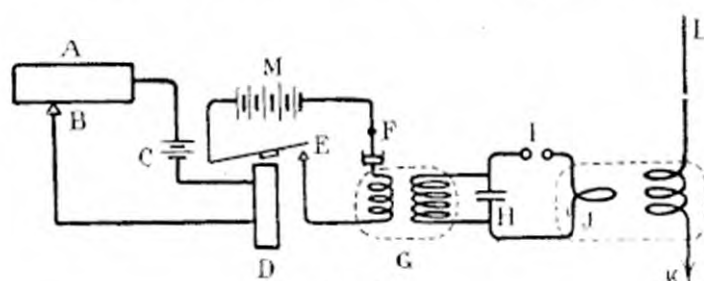


Fig. 153.

d'autres dans un circuit à détecteur et électro-aimant. Les mouvements de l'armature du relais provoquent l'ouverture et la fermeture d'une petite fenêtre I percée dans une chambre noire J, qui contient un cylindre identique à celui du poste de

départ, et animé des mêmes mouvements. Sur ce cylindre est enroulé la pellicule ou le papier photographique destiné à recevoir l'image. Un faisceau lumineux est dirigé sur le point I. A chaque émission d'ondes, correspondant à un point blanc de la gravure à reproduire, la fenêtre se ferme, et le point correspondant n'est pas impressionné. Dès qu'un point non conducteur au départ (correspondant à un point coloré du dessin) se trouve en face du style B (fig. 153), l'émission d'ondes cesse, l'électro-aimant à l'arrivée n'agit plus, la fenêtre s'ouvre, et le point du cylindre récepteur est impressionné. Les deux cylindres, transmetteur et récepteur, étant identiques et animés des mêmes mouvements, la gravure est exactement reproduite.

Les divers procédés que nous venons d'indiquer, et d'autres dont le principe est semblable, ont besoin d'être mis au point. En pratique, on n'est pas encore arrivé à transmettre des images sans fil d'une façon absolument satisfaisante; mais l'exposé que nous avons fait de la question montre que la solution est possible, et probablement très prochaine.

## CHAPITRE VIII

### Le problème de la transmission d'énergie à distance sans fil.

Dans toutes les applications que nous avons considérées jusqu'ici, les ondes électromagnétiques se propagent dans tout le milieu environnant l'antenne, soit d'une façon uniforme, soit dans les procédés de direction très imparfaits que nous possédons, suivant des lois déterminées. Il est évident dès lors que la quantité d'énergie qui traverse une surface déterminée décroît rapidement avec la distance, et qu'on ne doit pouvoir utiliser à la station réceptrice qu'une énergie très restreinte. C'est ce qui se passe en effet, puisque cette énergie, dans la plupart des cas, est employée à faire vibrer la plaque d'un téléphone, qui est un instrument d'une sensibilité de l'ordre du centième du micro-ampère. Admettons que le courant  $i$  qui passe dans le téléphone pour une bonne réception soit de l'ordre du micro-ampère et la résistance  $r$  du récepteur 3 000 ohms, la puissance utilisée est :

$ri^2$  soit :

$$3.000.10^{-12}=3.10^{-9} \text{ watts.}$$

La puissance émise à la station transmettrice étant de l'ordre de plusieurs centaines de watts, on voit qu'il n'est pas possible de comparer le rendement des transmissions radiotélégraphiques à celui des transmissions d'énergie avec fil, où une grande partie de l'énergie émise peut être utilisée à la station réceptrice.

Arrivera-t-on à vaincre les obstacles? et peut-on espérer voir prochainement de véritables transmissions d'énergie sans fil? Reconnaissons seulement que les difficultés sont très grandes. La principale tient à la grande longueur d'onde utilisée, qui accentue les phénomènes de diffraction, et empêche de former des faisceaux électromagnétiques, comme on fait des faisceaux lumineux. Faut-il conclure que cela sera toujours impossible? Nous ne le ferons pas, ne voulant pas que l'avenir apporte un démenti à nos affirmations pessimistes.



## CONCLUSION

Il y a quinze ans seulement que, avec les premiers succès de Marconi, la télégraphie sans fil, préparée par les beaux travaux théoriques des grands savants du XIX<sup>e</sup> siècle, est entrée dans le domaine de la réalité pratique. Et depuis quinze ans, que de chemin parcouru ! Marconi franchissait alors quelques kilomètres, et voilà maintenant que, ne connaissant plus aucun obstacle, les ondes contournent les montagnes, serpentent sur la surface du globe terrestre, traversent les océans, à la recherche de l'appareil récepteur qu'il s'agit d'impressionner, quelquefois à plusieurs milliers de kilomètres du point d'émission. Nous avons le droit d'être fiers des progrès accomplis, fiers de nos savants qui ont découvert une nouvelle classe des phénomènes naturels, fiers des techniciens qui en ont développé avec tant de bonheur les applications pratiques. Et pourtant la tâche est à peine commencée. Nous avons dit les nombreuses imperfections actuelles de la télégraphie sans fil ; nous avons montré que la radiotéléphonie n'est pas encore sortie du domaine des laboratoires ; que la vision à distance et les transmissions d'énergie électrique sans fil ne sont encore que des rêves. La tâche à accomplir est immense. Ayons confiance, le passé nous répond de l'avenir.

---

## NOTE I

### Signaux horaires et radiotélégrammes météorologiques transmis chaque jour par la station de la Tour Eiffel.

Les signaux horaires proprement dits sont transmis le matin à 10 h. 45 m., 10 h. 47 m. et 10 h. 49 m., la nuit à 23 h. 45 m., 23 h. 47 m. et 23 h. 49 (temps légal ou de Greenwich).

Une série de 180 battements rythmés permettant d'appliquer la méthode des coïncidences pour obtenir l'heure avec une grande approximation est transmise chaque nuit à 23 h. 30. Les heures des 1<sup>er</sup> et 180<sup>e</sup> battements, calculées à l'Observatoire de Paris, sont transmises en chiffres immédiatement après le signal horaire de 23 h. 49 m.

Un télégramme météorologique d'ordre général est expédié chaque matin aussitôt après le signal horaire de 10 h. 49 m.

Trois télégrammes météorologiques, relatifs à la région parisienne, sont transmis chaque jour, (sauf les dimanches et jours fériés) respectivement à 8 h., à 10 h. 55 m. environ (aussitôt après le télégramme météorologique d'ordre général) et à 15 h.

Le détail de ces diverses émissions, qui sont toutes faites avec une même longueur d'onde de 2 200 mètres environ, est donné ci-après.

**Signaux horaires de jour.** — Quelques minutes avant 10 h. 45, la station radiotélégraphique de la Tour Eiffel est reliée, par des lignes souterraines, à l'Observatoire de Paris d'où les appareils d'émission radiotélégraphique de la Tour peuvent alors être commandés par l'intermédiaire de relais.

A 10 h. 43 m. environ, on transmet les mots : Observatoire de Paris.

A 10 h. 44, il est fait une série de signaux d'avertissement consistant en une suite de traits

— — — — —  
et prenant fin à 10 h. 44 m. 55 s. environ.

A 10 h. 45 m. 0 s., une pendule de l'Observatoire ferme elle-même le circuit d'émission, par un dispositif approprié, pendant un temps égal à  $\frac{1}{4}$  de seconde environ, ce qui produit un *point* un peu long : c'est le premier signal horaire.

A 10 h. 46 m. environ, il est fait une nouvelle série de signaux d'avertissement consistant en une série de *traits* séparés par *deux points*

.....  
et prenant fin à 10 h. 45 m. 55 s. environ.

A 10 h. 47 m. 0 s. le deuxième signal horaire est transmis de la même manière que le premier.

A 10 h. 48 m. environ, il est fait une troisième série de signaux d'avertissement consistant cette fois en une série de *traits* séparés par *4 points*

.....  
et prenant fin à 10 h. 48 m. 55 s. environ.

A 10 h. 49 m. 0 s. le troisième signal horaire est transmis de la même manière que les deux précédents.

La nature des signaux d'avertissement faits avant chacun des trois signaux horaires permet d'éviter toute confusion.

**Signaux horaires de nuit.** — Les signaux horaires de nuit sont transmis de la même façon que les signaux horaires de jour, à 23 h. 45 m., 23 h. 47 m. et 23 h. 49 m.

**Signaux rythmés.** — Chaque nuit à 23 h. 30 environ, il est transmis une série de 180 points radiotélégraphiques espacés de  $(1 - \frac{1}{50})$  seconde environ, les 60<sup>e</sup> et 120<sup>e</sup> étant supprimés pour établir des repères de comptage. Cette série est écoutée à l'Observatoire de Paris dans un récepteur de T. S. F. et comparée aux battements d'une pendule garde-temps par la méthode des coïncidences. Un calcul très simple permet de passer des heures notées à la pendule des coïncidences à celles exactes à un ou deux centièmes près des 1<sup>er</sup> et 180<sup>e</sup> points de la série qu'on transforme en heures temps légal en ajoutant la correction correspondante de la pendule.

Ces dernières heures sont transmises aussitôt après le signal horaire de 23 h. 49 m. 0 s. de la manière suivante :

Si les heures des 1<sup>er</sup> et 180<sup>e</sup> battements sont, par exemple, 23 h. 30 m. 13 s. 28 et 23 h. 33 m. 8 s. 80, on transmet les deux groupes de chiffres suivants répétés deux fois

—...— —...— 301328-330880 —...— 301328-330880 —...— —...—

Pour connaître avec une grande approximation la correction à apporter à un chronomètre ou une pendule de précision par rapport à l'heure légale de l'Observatoire il suffit d'écouter les battements par l'intermédiaire d'un microphone, en même temps que la série de 180 points transmise par la Tour Eiffel. On calcule ensuite les heures du chronomètre ou de la pendule aux moments du 1<sup>er</sup> et du 180<sup>e</sup> points. En retranchant ces heures respectivement de celles correspondantes qui sont radiotélégraphiées par la Tour, on obtient deux valeurs de la correction du chronomètre ou de la pendule qui doivent concorder à deux centièmes près.

**Radiotélégramme météorologique d'ordre général.** — Aussitôt après le signal horaire de 10 h. 49 m., il est transmis un radiotélégramme météorologique d'ordre général, émanant du Bureau Central météorologique et donnant la pression atmosphérique, la direction et la force du vent, ainsi que l'état de la mer, pour les 6 stations suivantes :

*Reykjavik* (Islande), *Valentia* (Irlande), *Ouessant* (France), *La Corogne* (Espagne), *Horta* (Açores), *Saint Pierre et Miquelon* (Amérique).

Les observations des 5 premières stations sont celles du jour même à 7 heures du matin; pour la dernière, ce sont celles de la veille à 8 h. du soir.

Ces stations sont désignées respectivement dans la dépêche par leur initiale (R, V, O, C, H, S).

Les renseignements météorologiques, correspondant à chacune d'elles, sont condensés en un groupe de chiffres constitué de la manière suivante :

Les deux premiers chiffres indiquent en millimètres la valeur de la pression atmosphérique, en supprimant le chiffre des centaines (7). Les deux chiffres suivants donnent la direction du vent, le cinquième sa force et le sixième l'état de la mer. (Cette dernière indication n'est pas donnée dans les groupes correspondant à Reykjavik et à Saint-Pierre et Miquelon.)

La traduction de ces chiffres en langage ordinaire est donnée par les tableaux ci-après.

Lorsqu'une observation manque pour une station, les chiffres correspondant à cette observation dans le groupe de la station sont remplacés par des lettres X.

Chaque groupe est précédé de la lettre caractéristique de la station à laquelle il se rapporte.

A la suite des 6 groupes on donne, en langage ordinaire, quelques indications sur la situation générale de l'atmosphère en Europe et notamment sur la position des centres de hautes et basses pressions.

Exemple de télégramme :

BCM . R48167 . V742013 . O703211 . C680411 . H73XX01 . S62162. —

Anticyclone Europe centrale beau temps général dépression Ouest Irlande allant vers Est.

La traduction des groupes est la suivante :

B C M (Bureau Central Météorologique). — Reykjavik : pression 748, vent sud très fort. — Valentia : pression 774, vent S W presque calme, mer peu agitée, etc., etc...

| Direction du vent. |          |          |          |
|--------------------|----------|----------|----------|
| 02 = NNE           | 10 = ESE | 18 = SSW | 26 = WNW |
| 04 = NE            | 12 = SE  | 20 = SW  | 28 = NW  |
| 06 = ENE           | 14 = SSE | 22 = WSW | 30 = NNW |
| 08 = E             | 16 = S   | 24 = W   | 32 = N   |

| Force du vent.                 |                           | État de la mer.  |
|--------------------------------|---------------------------|------------------|
| 0 Calme.....                   | 0 à 1 mètre à la seconde. | 0 Calme.         |
| 1 Presque calme.....           | 1 à 2 —                   | 1 Très belle.    |
| 2 Très faible. — Légère brise. | 2 à 4 —                   | 2 Belle.         |
| 3 Faible. — Petite brise.....  | 4 à 6 —                   | 3 Peu agitée.    |
| 4 Modéré. — Jolie brise.....   | 6 à 8 —                   | 4 Agitée.        |
| 5 Assez fort. — Bonne brise..  | 8 à 10 —                  | 5 Houleuse.      |
| 6 Fort. — Bon frais.....       | 10 à 12 —                 | 6 Très houleuse. |
| 7 Très fort. — Grand frais..   | 12 à 14 —                 | 7 Grosse.        |
| 8 Violent. — Coup de vent..    | 14 à 16 —                 | 8 Très grosse.   |
| 9 Tempête.....                 | plus de 16 —              | 9 Tempête.       |

**Radiotélégrammes météorologiques de la région parisienne.** — Il est transmis chaque jour 3 radiotélégrammes météorologiques relatifs à la région parisienne, à 8 h., à 10 h. 55 environ et à 15 heures.

Chacun d'eux indique les renseignements ci-après fournis par le Bureau Central Météorologique, une demi-heure avant la transmission :

1° Vitesse du vent au sommet de la Tour Eiffel, en mètres par seconde et le sens de la variation.

2° La direction du vent :

N . NNE . NE . ENE . E . ESE . SE . SSE . S

N . NNW . NW . WNW . W . WSE . SW . SSW . S

et le sens de la variation de sa direction vers le Nord ou vers le Sud.

3° La pression barométrique au Bureau Central météorologique et le sens de sa variation.

4° L'état du ciel.

5° Les conditions particulières.

Ces radiotélégrammes ont donc la forme suivante :

« Voici renseignements météorologiques Paris. »

|                                              |                                               |
|----------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| Vent $x$ (mètres à la seconde) . . . . .     | { croissant<br>décroissant<br>stationnaire    |
| Direction $y$ (comme 2° ci-dessus) . . . . . | { stationnaire<br>vers le Nord<br>vers le Sud |
| Pression $z$ (en millimètres) . . . . .      | { croissante<br>décroissante<br>stationnaire  |

Ciel : découvert — nuageux — couvert.

Soleil, temps brumeux, brouillard, pluie fine, pluie violente, neige.

Ces 3 télégrammes ne sont pas, en principe, transmis les dimanches et jours fériés.

## NOTE II

### Sur les nouveaux détecteurs à conductibilité unilatérale.

Les courants oscillants induits par les ondes dans les organes de réception sont en général beaucoup trop faibles pour impressionner les galvanomètres à courant alternatif, qui sont des appareils peu sensibles; ils ne produisent d'ailleurs aucun son dans le téléphone, à cause de leur énorme fréquence, beaucoup supérieure à celles qui impressionnent l'oreille. Il faut donc recourir à des appareils intermédiaires, appelés détecteurs.

Nous aurons évidemment une solution du problème si nous pouvons transformer en courant continu, ou autrement dit *rectifier* les courants oscillants qui prennent naissance dans le dispositif récepteur. Nous pouvons alors, en effet, déceler leur présence au moyen d'un galvanomètre à courant continu placé sur le courant rectifié : ces appareils sont beaucoup plus sensibles que les galvanomètres à courant alternatif. Si l'émission se compose de séries de trains d'onde, chaque série sera rectifiée et un téléphone placé en circuit rendra un son dont la hauteur correspondra au nombre de séries de trains d'ondes par seconde.

**Théorie de la rectification** (Brandes-Tissot). — Plaçons entre deux points A et B entre lesquels (fig. 154) nous maintenons une force électro-motrice  $v$  l'élément rectificateur C.

Un courant  $i$  passe dans la branche AB. Soit :

$$i = f(v).$$

Pour  $v=0$   $i=0$ , puisqu'il ne passe aucun courant dans l'élément quand il n'y a pas de tension entre A et B.

Supposons qu'à la différence de potentiel  $v$  nous superposions une petite différence de potentiel alternative  $\Delta v \sin \omega t$ . Le courant instantané devient

$$\begin{aligned} i + \Delta i &= f(v + \Delta v \sin \omega t) \\ &= f(v) + \Delta v \sin \omega t f'(v) + \frac{(\Delta v)^2}{2} \sin^2 \omega t f''(v) + \dots \end{aligned}$$

en supposant la fonction  $f(v)$  développable suivant la formule de Taylor.

Le courant  $\Delta i$  dû à la différence de potentiel  $\Delta v \sin \omega t$  est donc

$$\Delta i = \Delta v \sin \omega t f'(v) + \frac{(\Delta v)^2}{2} \sin^2 \omega t f''(v) + \dots$$

Et le courant moyen  $[\Delta i]_{\text{moy}}$ , dû à cette différence de potentiel (le seul

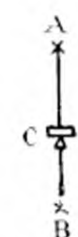


Fig. 154.

qui nous intéresse puisque le galvanomètre ou le téléphone sont trop amortis pour suivre toutes les variations du courant de haute fréquence) est

$$[\Delta i]_{\text{moy.}} = \frac{1}{nT} \left[ \Delta v f'(v) \int_0^{nT} \sin \omega t + \frac{(\Delta v)^2}{2} f''(v) \int_0^{nT} \sin^2 \omega t + \dots \right]$$

la moyenne étant prise pendant  $n$  périodes de durée  $T$ . Mais

$$\int_0^{nT} \sin \omega t = \int_0^{nT} \sin 3 \omega t = \int_0^{nT} \sin 5 \omega t = \dots = 0$$

et il reste

$$[\Delta i]_{\text{moy.}} = \frac{1}{nT} \left[ \frac{(\Delta v)^2}{2} f''(v) \int_0^{nT} \sin^2 \omega t + \frac{(\Delta v)^4}{4!} f^{IV}(v) \int_0^{nT} \sin^4 \omega t + \dots \right]$$

$$[\Delta i]_{\text{moy.}} = \frac{(\Delta v)^2}{4} f''(v) + \frac{3(\Delta v)^4}{4! 8} f^{IV}(v) + \dots$$

C'est la valeur du courant rectifié.

Les conséquences sont les suivantes :

1° Supposons que, pour toutes les valeurs de  $v$ ,  $f''(v) = 0$ . Alors  $f'''(v) = f^{IV}(v) = \dots = 0$  quel que soit  $v$ , et l'élément n'est rectificateur pour aucun de ces points. Mais alors la fonction  $f(v)$  est de la forme

$$i = av + b,$$

et comme  $i$  doit être nul pour  $v = 0$

$$i = av,$$

$a$  étant une constante. Mais alors le courant est proportionnel à la différence de potentiel aux bornes, et l'élément suit la loi d'Ohm. Donc tout conducteur qui suit la loi d'Ohm n'est pas rectificateur. Réciproquement, tout conducteur qui ne suit pas la loi d'Ohm est rectificateur au moins pour certains de ses points. Notre calcul suppose seulement la fonction développable en série de Taylor.

2° Supposons que pour la valeur  $V$  on ait :

$$f''(V) = f^{IV}(V) = f^{VI}(V) = \dots = 0$$

c'est-à-dire que la courbe  $i = f(v)$  soit symétrique par rapport au point de coordonnées  $I, V$  où  $I = f(V)$ . Pour le point  $IV$ , on a :

$$[\Delta i]_{\text{moy.}} = 0$$

et l'élément n'est pas rectificateur en ce point.

Un exemple de ce cas est un élément de fil conducteur fin du genre de ceux qui sont employés dans les détecteurs thermiques. La résistance  $\rho$  du conducteur croît, en effet, pour de petites intensités, proportionnellement à la température et l'on a,  $\rho$  étant la résistance pour un courant nul et par conséquent une élévation de température nulle,

$$v = (\rho + a\Delta T) i$$

$\Delta T$  étant l'élévation de température correspondant au courant  $i$ . Mais  $\Delta T$  est, pour de faibles variations, proportionnelle au dégagement de chaleur  $\Delta Q$  et l'on a :

$$\Delta T = \Delta Q, \quad \Delta Q = \beta i^2$$

$\beta$  étant une constante. D'où enfin

$$v = (\rho + j \beta i^2) i$$

$j$  et  $\rho$  étant des constantes. La courbe représentative de cette fonction est symétrique par rapport à l'origine ( $i = 0, v = 0$ ). L'origine est un point de rectification nulle.

3°  $\Delta v$  étant supposé petit, le terme le plus important de la série (1) est en général le premier, soit  $\frac{(\Delta v)^2}{4} f''(v)$ . D'où les conséquences suivantes :



Le terme principal est proportionnel au carré de la force électromotrice efficace. Donc l'indication est (pour de faibles forces électromotrices) proportionnelle à celle d'un élément thermique, et l'élément rectificateur peut servir à des mesures dans les mêmes conditions qu'un élément thermique.

Les points de rectification maxima pour un même élément seront les points pour lesquels  $f''(v)$  est maximum [ $f'''(v) = 0$ ].

Les points d'inflexion de la courbe  $i = f(v)$  sont mauvais au point de vue rectification, puisque pour ceux-ci  $f''(v) = 0$ .

De deux éléments rectificateurs différents, le meilleur sera celui pour lequel  $f''(v)$  est le plus grand.

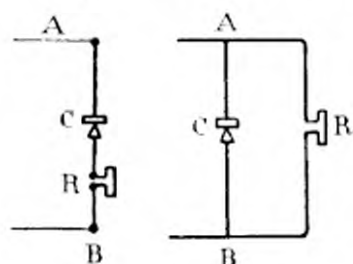


Fig. 155. - Fig. 156.

**Mode d'emploi des éléments rectificateurs comme détecteurs d'ondes.** — Les éléments rectificateurs peuvent être employés comme détecteurs d'ondes de deux manières différentes :

1° Sans force électromotrice auxiliaire.

L'élément est alors placé entre les deux points A et B entre lesquels se trouve la force électromotrice à détecter avec, en série ou en dérivation, l'appareil indicateur R (fig. 155 et 156).

2° Avec une force électromotrice auxiliaire qu'on règle de façon à obtenir

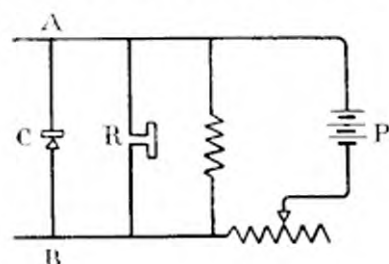


Fig. 157.

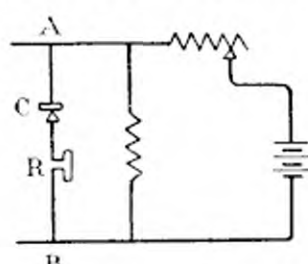


Fig. 158.

le point de la courbe  $i = f(v)$  qui donne la meilleure rectification (fig. 157 et 158).

**Contacts imparfaits à conductibilité unilatérale.** — Depuis les études du professeur Braun, qui donna une théorie basée sur la structure cristalline, les contacts imparfaits à conductibilité unilatérale ont fait l'objet de nombreux travaux.

Les substances qui présentent ce phénomène sont extrêmement nombreuses. Braun avait étudié des oxydes et des sulfures. Depuis beaucoup d'autres contacts rectificateurs ont été découverts, qui n'appartiennent pas à cette catégorie. Citons pour le moment le carborundum; le silicium amorphe, et des solutions solides de certains oxydes métalliques (en particulier l'oxyde de zinc), dans des silicates facilement fusibles.

Les échantillons de substance ayant une conductibilité unilatérale sont la plupart du temps très irréguliers, certains points étant plus ou moins rectificateurs tandis que d'autres ne le sont pas du tout. On les dispose souvent de la manière suivante : Une pointe conductrice appuyée sur le rectificateur en un point sensible avec une pression variable et est reliée d'autre part à l'une des bornes de la source de force électromotrice alternative. La base du rectificateur est noyée dans un métal fusible qu'on laisse ensuite solidifier, ou dans du mercure, de façon à assurer un contact de grande surface. Ce contact est relié au deuxième pôle de la source. Si le deuxième contact était en effet de petite surface, on courrait le risque qu'il se fit en un point rectificateur, et les deux actions rectificatrices de sens contraire se détruiraient au moins partiellement.

L'appareil étant ainsi disposé, la première chose à faire est de construire la courbe de variation du courant en fonction de la force électromotrice appliquée. Nous donnons ci-dessous plusieurs de ces courbes (fig. 159 à 164).

Le général Dunwoody, de l'armée américaine, découvrit en 1906 qu'une masse de carborundum (carbure cristallin de silicium formé dans les hauts fourneaux), peut agir comme détecteur d'oscillations quand on serre la masse entre deux pinces métalliques reliées d'une part au circuit oscillant, d'autre part à un circuit contenant une pile et un téléphone en série. L'appareil était moins sensible si l'on supprimait la pile. M. Brenot a récemment construit un modèle de détecteur à carborundum extrêmement sensible et qui peut être réglé de deux manières différentes, avec des propriétés bien distinctes dans chaque cas. Grâce à ce double réglage il est possible, dans certains cas, d'éliminer l'une ou l'autre de deux réceptions simultanées ayant des longueurs d'onde et des amortissements différents, sans toucher à aucun autre des appareils de réception. La figure 159 représente une courbe caractéristique du carborundum obtenue par M. Pierce.

La molybdénite, la zincite, le silicium ont été étudiés par M. Pickard (1906) qui a construit en particulier le *silicon* (pointe d'acier appuyant sur une masse de silicium poli), et le *perikon*, contact entre cristal de chalcoppyrite (pyrite de cuivre) et un cristal de zincite (oxyde de fer coloré en rouge par du ferrate de manganèse, gisement de Sterling-Hill). La figure 160 représente les courbes obtenues par M. Pickard (les différences de potentiel sont portées en abscisses, les conductances en ordonnées). La figure 162 représente une courbe caractéristique de la molybdénite, obtenue par M. Pierce (1909).

La figure 163 représente des courbes obtenues par M. Austin en soumettant le rectificateur à une force électromotrice alternative. On porte en abscisse la force électromotrice efficace, en ordonnées le courant observé avec un galvanomètre à courant continu.

La courbe A s'applique au contact silicium-acier

|   |   |   |   |                   |
|---|---|---|---|-------------------|
| — | B | — | — | tellure aluminium |
| — | C | — | — | carbone acier.    |

La courbe 164 s'applique au contact tellure aluminium dans les mêmes conditions, mais pour une plus grande échelle de variation des forces électromotrices (M. Austin). Elle montre ce phénomène curieux qu'aux hauts-voltages le courant rectifié change de sens.

L'anatase  $TiO_2$  (cristal octaédrique d'oxyde de Titane), la brookite, autres formes du même oxyde, étudiés par Pierce présentent un pouvoir rectificateur très accentué (fig. 161).

Le contact galène-graphite, et surtout le détecteur d'Otto von Brock, à galène et tellure, sont très sensibles.

Citons enfin le détecteur utilisé par l'Administration des Postes et Télégraphes de France, depuis le commencement de 1909, et où les rectificateurs sont des cristaux naturels de pyrite de fer, sélectionnés par M. Meunier. Ils sont très sensibles et présentent sur la plupart des détecteurs similaires l'avantage de ne pas se dérégler sous l'influence d'émissions voisines même assez fortes.

Quel est le mode d'action de ces appareils? Nous avons signalé déjà que certains corps amorphes possèdent la conductibilité unilatérale : par conséquent une théorie basée sur la structure cristalline, comme celle qui a été proposée par Braun, semble au moins insuffisante.

On a proposé ensuite (M. Pickard, M. Tissot) une théorie thermo-électrique : les contacts rectificateurs ont en général un pouvoir thermo-électrique assez élevé. On expliquait alors le phénomène de la manière suivante : Le courant oscillant passant dans le contact l'échauffe, une force électromotrice prend naissance qui s'ajoute ou s'oppose à la force électromotrice alternative, et il y a rectification.

Caractéristiques de quelques cristaux.

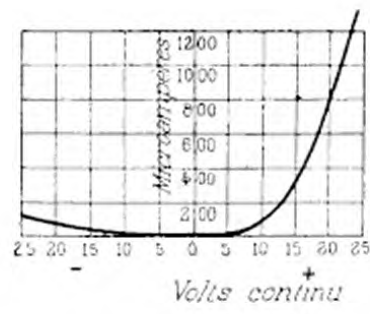


Fig. 159.

Extrait de « The Electrician ».

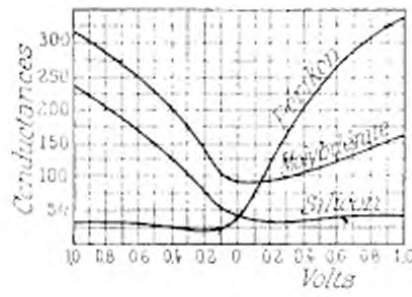


Fig. 160.

Extrait de « The Electrician ».

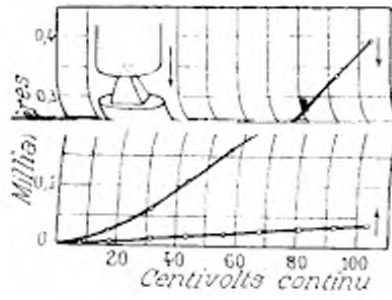


Fig. 161.

Extrait de « The Electrician ».

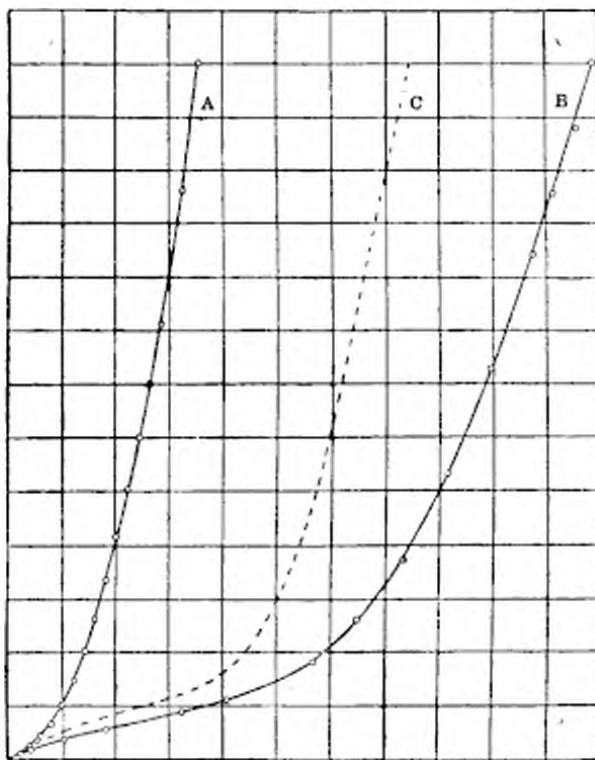


Fig. 162.

Extrait de « The Electrician ».

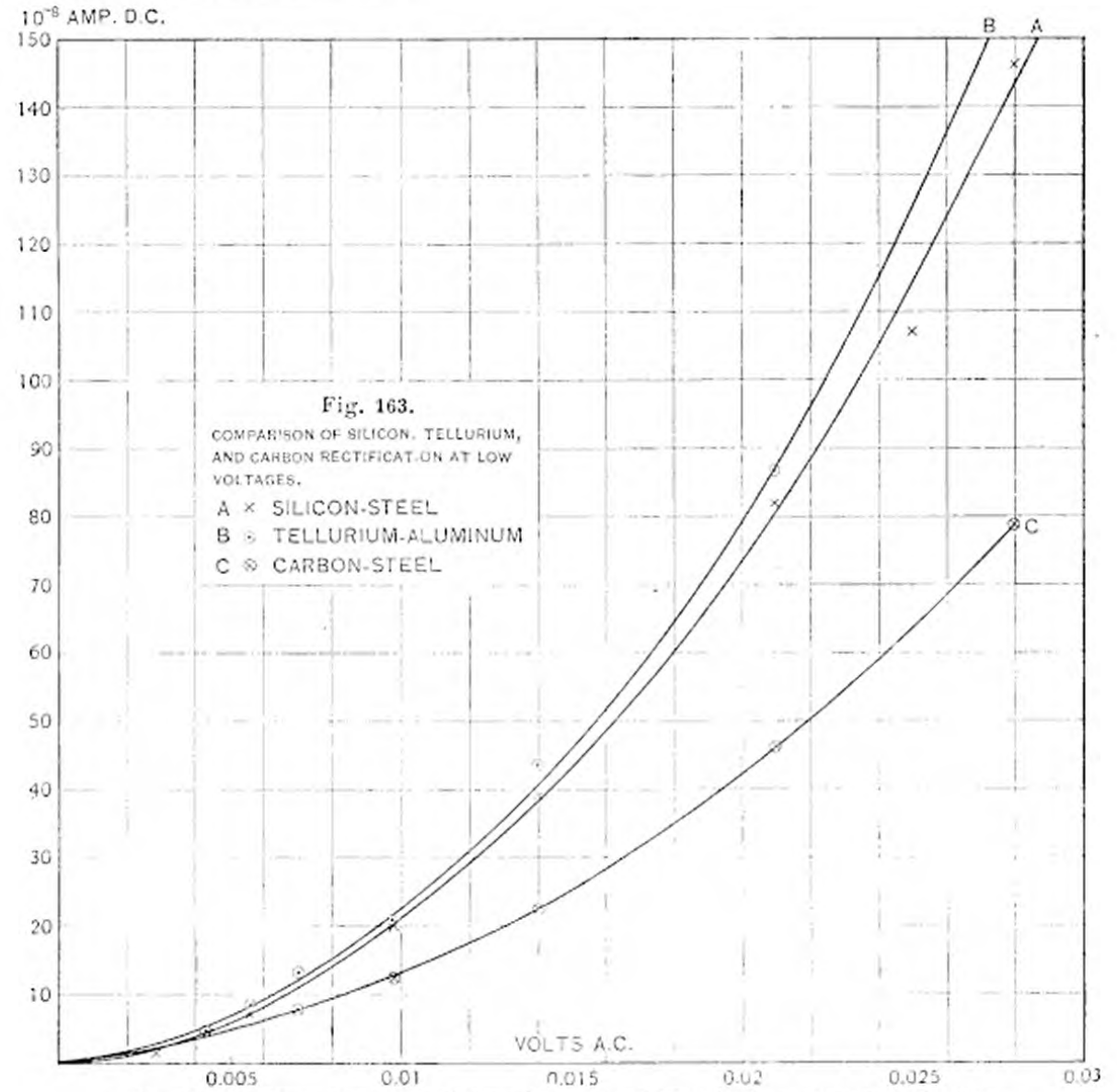


Fig. 163. — Extrait de « Bulletin of Bureau of Standards », avec autorisation.

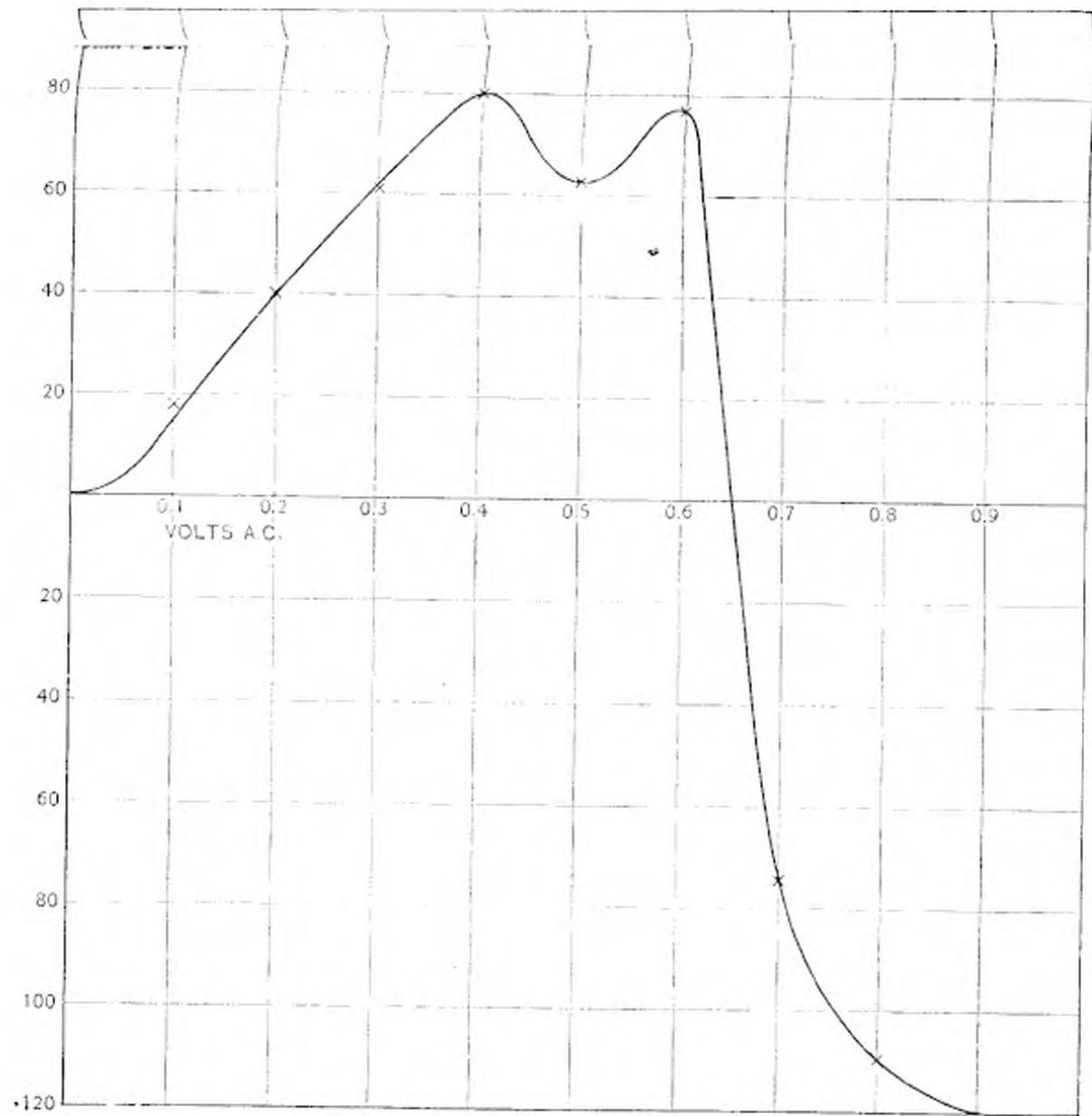


Fig. 164.

Extrait de « Bulletin of Bureau of Standards », avec autorisation.

Le fait suivant fut signalé par M. Pierce (1909), dans ses études sur les contacts rectificateurs. La résistance de la molybdénite aux points sensibles, décroît rapidement quand la température augmente. Pour un des échantillons étudiés, par exemple, la résistance à  $93^{\circ},1$  est 229 ohms; à  $0^{\circ},561$  ohms; à  $76^{\circ}$ , 3051 ohms; à la température de l'air liquide, 6 000 000 ohms. Le phénomène serait alors le suivant : Quand le courant électrique commence à passer à travers la rectification, il passe dans une petite portion de la surface du contact; celle-ci s'échauffe, sa résistance décroît, et la plus grande partie du courant continue à passer dans la même petite portion de

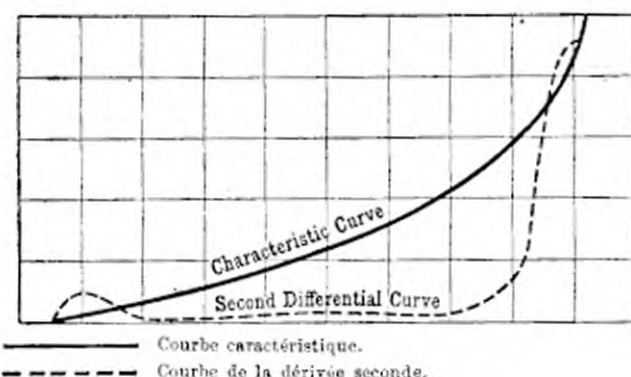


Fig. 165.

Extrait de « The Electrician », avec autorisation.

la surface du contact est plus faible et par conséquent que sa résistance est plus grande.

Mais d'autres faits, qui semblent bien observés, excluent la possibilité d'une explication thermo-électrique. Braun, par des expériences calorimétriques, Pierce (1909) en mesurant la chaleur dégagée au contact au moyen d'un couple fer-constantan, semblent montrer que la force électromotrice

de surface, la chauffant de plus en plus tandis que les autres portions du contact conservent leur grande résistance et restent froides. La chaleur est donc confinée dans une aire très petite, ce qui est évidemment une condition favorable à la production d'une force thermo-électromotrice.

Notons encore ce fait, favorable à la théorie thermo-électrique, que le pouvoir rectificateur est d'autant plus grand que

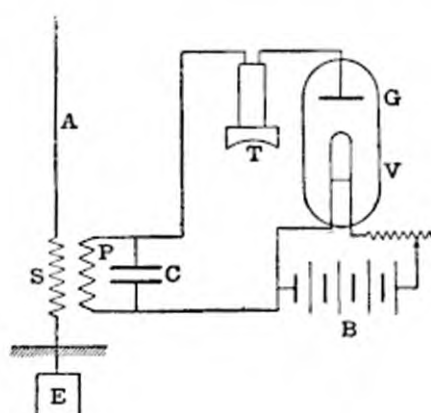


Fig. 166

Extraits de « The Electrician », avec autorisation.

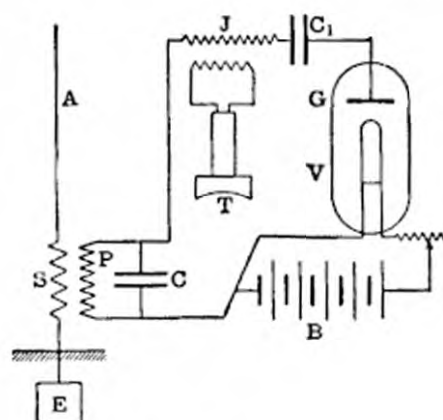


Fig. 167.

qui produit la rectification est bien supérieure à la force thermo-électromotrice correspondant à la quantité de chaleur dégagée.

De plus, le courant produit quand on applique une force électromotrice alternative aux bornes du contact est souvent de sens contraire à celui que produirait la force thermo-électromotrice supposée seule agissante (Austin, Pierce, Pickard). Dans le cas du contact tellure aluminium étudié par M. Austin, le courant rectifié est d'abord du même sens que celui qui serait produit par le pouvoir thermo-électrique, il croît avec la force électromotrice



alternative appliquée, puis passe par un maximum, décroît et change de signe (voir fig. 164), comme si, au courant produit par la force thermo-électromotrice, d'abord prépondérant, s'opposait un courant dû à une force électromotrice opposée, qui croîtrait peu à peu et finirait par devenir prépondérant.

Le fait que, pour de bas voltages alternatifs appliqués, le courant est proportionnel à la quantité de chaleur dégagée n'est pas une preuve en faveur de la théorie thermo-électrique, puisqu'il doit se produire quelle que soit la cause de l'action rectificatrice, comme le montre l'analyse du début de cette note.

Il semble donc que la théorie thermo-électrique doive être abandonnée. Comment alors expliquer l'action rectificatrice?

Peut-être nos contacts rectificateurs nous fournissent-ils les conditions dans lesquelles des électrons passent d'un corps à un autre plus facilement dans un sens que dans l'autre, mais les propriétés des électrons sont trop peu connues pour que nous puissions rien affirmer.

M. Brenot, qui a étudié un grand nombre de contacts rectificateurs, suppose que le phénomène principal est un phénomène de polarisation, que le cristal se comporte comme un électrolyte solide. C'est possible, mais les expériences décisives manquent encore qui prouveraient la vérité de cette hypothèse.

**Détecteurs à gaz ionisé.** — Le professeur Fleming a décrit en 1904, sous le nom de Valve, un détecteur d'onde formé d'une lampe à incandescence dont le filament est entouré d'un cylindre métallique, qui peut d'ailleurs être remplacé par une ou plusieurs plaques. Ce cylindre est réuni à un fil qui traverse le verre. Le filament peut être en charbon ou en métal (de préférence le tungstène). Quand le filament est rendu incandescent, il émet des électrons qui donnent au gaz une conductibilité unilatérale, fonction du voltage existant entre le filament et le cylindre métallique.

Dans la figure 165, la courbe pleine représente la courbe de l'intensité en fonction du voltage, la courbe pointillée la courbe des dérivées secondes, dont les maxima correspondent aux points de sensibilité maxima.

Dans la première méthode indiquée par le professeur Fleming, le point de la courbe utilisé était le point  $V=0$  (pas de force électromotrice auxiliaire) entre le filament et le cylindre métallique. Les figures 166 et 167 représentent deux montages fondés sur ce principe.

Il est préférable évidemment d'ajouter entre le filament et le cylindre métallique une force électromotrice auxiliaire de façon à atteindre les points de sensibilité maxima de la caractéristique.

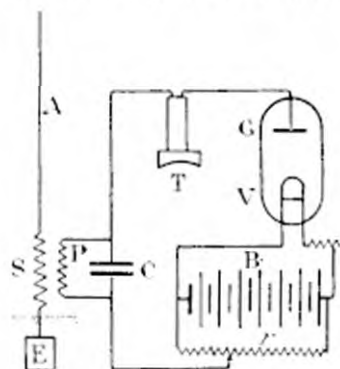


Fig. 168.

Extrait de « The Electrician », avec autorisation.

### NOTE III

## Étude sur des solutions particulières du problème de la direction des ondes.

Champs électrique et magnétique dus à des systèmes d'antennes.  
Le système Bellini-Tosi. — Résultats obtenus à la station  
radiotélégraphique de Boulogne-sur-Mer.

Les forces électrique et magnétique en un point M dues aux oscillations d'une antenne formée d'un fil vertical sont indépendantes de la direction du point considéré par rapport à l'antenne située en O; autrement dit un fil vertical employé comme antenne produit un rayonnement uniforme. Le diagramme qui a pour ordonnées l'intensité  $\rho$  de la force électrique ou magnétique à une distance donnée du point d'émission et l'angle polaire  $\alpha$  est une conférence de centre O (fig. 169).

Il n'en sera plus de même si, au lieu d'un fil vertical, on considère un radiateur formé de plusieurs antennes disposées d'une façon quelconque, parcourues par des courants d'intensités et de phases différentes. On démontre théoriquement qu'il est possible, à toute distribution du champ électrique et magnétique dans l'espace, de faire correspondre un système radiateur qui produise cette distribution. Le problème de la direction des ondes est donc résolvable. Les ondes peuvent théoriquement être concentrées en faisceau comme les rayons lumineux par des dispositifs appropriés (1).

Pratiquement, il n'en est pas de même, et on ne connaît encore que des solutions approchées du problème de la direction. Nous avons déjà étudié, d'une façon sommaire, celles qui comportent l'emploi de dispositifs analogues aux lentilles et aux miroirs employés en optique, et la solution de Marconi, qui utilise une antenne coudée (voir ch. III).

Nous allons étudier ici plus spécialement les dispositifs radiateurs formés de systèmes d'antennes verticales. Cette question a déjà fait l'objet de nombreuses études, en particulier de MM. S. G. Brown, Blondel, von Sigsfeldt, Bellini et Tosi, L. H. Walter, G. E. Petit.

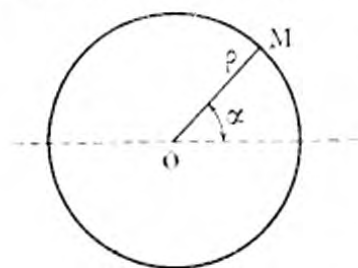


Fig. 169.

(1) Poincaré. Conférences sur la Télégraphie sans fil, faites à l'école professionnelle supérieure des Postes et Télégraphes de Paris, 1908, p. 25.



**Rayonnement dû à deux antennes verticales.** — Considérons d'abord le cas de deux antennes verticales  $A_1, A_2$ , parcourues par des courants oscillants de même intensité et de même longueur d'onde  $\lambda$ , mais décalés l'un par rapport à l'autre d'un angle  $\varphi$  le courant de  $A_2$  étant en avance sur celui qui parcourt  $A_1$ . Soit  $d$  la distance des deux antennes,  $O$  le milieu de leurs bases (fig. 170).

Appelons  $I_0 \sin \omega t$  le champ en un point  $M$  éloigné dû à une antenne fictive placée en  $O$ , identique à  $A_1$  et  $A_2$ , parcouru par des courants oscillants de même intensité et de même amplitude que ceux qui parcourent les antennes  $A_1$  et  $A_2$ , mais déphasés de  $\frac{\varphi}{2}$  par rapport au courant qui parcourt  $A_1$ . Soit  $\widehat{MOA_2} = \alpha$ .

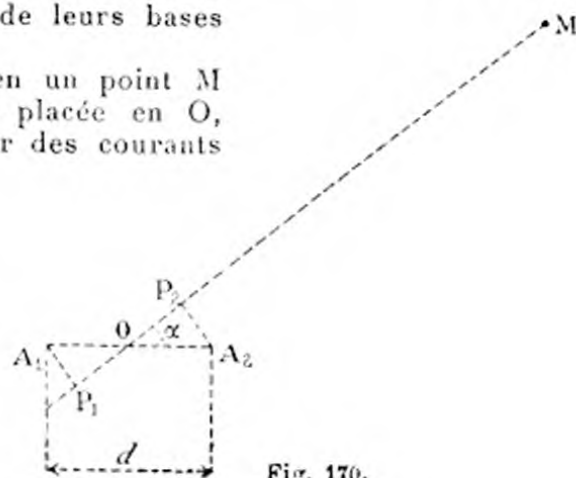


Fig. 170.

Le champ en  $M$  dû à l'antenne  $A_2$  est

$$(1) \quad I_2 = I_0 \sin \left( \omega t + \frac{\varphi}{2} + \frac{\pi d}{\lambda} \cos \alpha \right)$$

puisque

1° Le courant en  $A_2$  est en avance de  $\frac{\varphi}{2}$  sur le courant fictif situé en  $O$ ;

2° Le chemin à parcourir par l'onde électromagnétique partant de  $A_2$  est plus petit de la valeur  $OP_2 = \frac{d}{2} \cos \alpha$  que celui à parcourir à partir de  $O$ .

Le temps mis à parcourir ce chemin est

$$t_1 = \frac{d \cos \alpha}{2} \frac{T}{\lambda} = \frac{d \cos \alpha}{2} \frac{2\pi}{\omega \lambda}$$

$T$  étant la période du mouvement oscillant, et l'avance qui correspond à la différence  $OP_2$  des chemins à parcourir

$$\frac{d \cos \alpha \pi}{\lambda}.$$

De même le champ en  $M$  dû à l'antenne  $A_1$  est

$$(2) \quad I_1 = I_0 \sin \left( \omega t - \frac{\varphi}{2} - \frac{\pi d}{\lambda} \cos \alpha \right).$$

Le champ résultant est :

$$(3) \quad \begin{aligned} i &= I_0 \left[ \sin \left( \omega t - \frac{\varphi}{2} - \frac{\pi d}{\lambda} \cos \alpha \right) + \sin \left( \omega t + \frac{\varphi}{2} + \frac{\pi d}{\lambda} \cos \alpha \right) \right] \\ &= 2 I_0 \sin \omega t \cos \left[ \frac{\varphi}{2} + \frac{\pi d}{\lambda} \cos \alpha \right] \end{aligned}$$

et son amplitude  $I$  est

$$(4) \quad I = 2 I_0 \cos \left[ \frac{\varphi}{2} + \frac{\pi d}{\lambda} \cos \alpha \right].$$

Les figures de la figure 172 représentent les diagrammes polaires ayant pour coordonnées  $I$  et  $\alpha$ , pour les valeurs de  $\frac{d}{\lambda}$  et  $\varphi$  indiquées dans le tableau suivant; elles représentent l'intensité du champ électrique ou magnétique en un point  $M$  situé à une distance  $d$  des antennes, le plan des antennes étant le plan de symétrie de la figure, quand on fait varier l'angle  $\alpha$  de  $OM$  avec le plan des antennes.

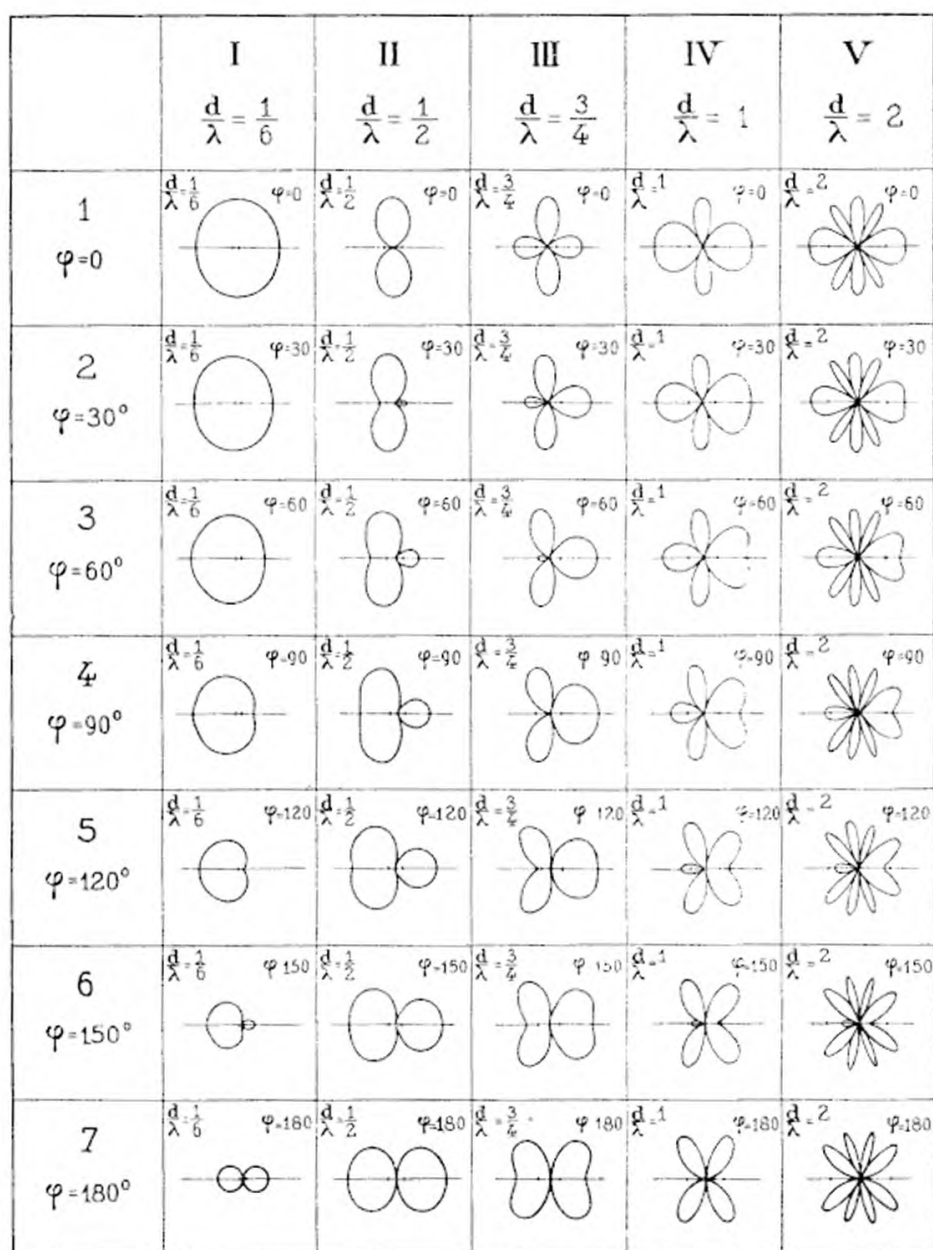


Fig. 171.

Diagrammes d'émission avec deux antennes identiques.

|   |        | $\frac{d}{\lambda}$ |                 |                  |                 |                |
|---|--------|---------------------|-----------------|------------------|-----------------|----------------|
|   |        | $\frac{1}{6}$       | $\frac{1}{2}$   | $\frac{3}{4}$    | 1               | 2              |
| C | Degrés | Courbe              |                 |                  |                 |                |
|   | 0      | I <sub>1</sub>      | II <sub>1</sub> | III <sub>1</sub> | IV <sub>1</sub> | V <sub>1</sub> |
|   | 30     | I <sub>2</sub>      | II <sub>2</sub> | III <sub>2</sub> | IV <sub>2</sub> | V <sub>2</sub> |
|   | 60     | I <sub>3</sub>      | II <sub>3</sub> | III <sub>3</sub> | IV <sub>3</sub> | V <sub>3</sub> |
|   | 90     | I <sub>4</sub>      | II <sub>4</sub> | III <sub>4</sub> | IV <sub>4</sub> | V <sub>4</sub> |
|   | 120    | I <sub>5</sub>      | II <sub>5</sub> | III <sub>5</sub> | IV <sub>5</sub> | V <sub>5</sub> |
|   | 150    | I <sub>6</sub>      | II <sub>6</sub> | III <sub>6</sub> | IV <sub>6</sub> | V <sub>6</sub> |
|   | 180    | I <sub>7</sub>      | II <sub>7</sub> | III <sub>7</sub> | IV <sub>7</sub> | V <sub>7</sub> |

La disposition du tableau permet de se rendre compte facilement de la déformation des courbes quand on fait varier  $\varphi$  ou  $\frac{d}{\lambda}$ , toutes les courbes d'une même ligne horizontale correspondant à la même valeur de  $\varphi$ , toutes celles d'une même ligne verticale correspondant à la même valeur de  $\frac{d}{\lambda}$ .

Remarquons que, si dans la formule (4) on change  $\alpha$  en  $\pi - \alpha$  et  $\frac{\varphi}{2}$  en  $\pi - \frac{\varphi}{2}$ ,  $I$  ne change pas. La courbe correspondant à la valeur  $\varphi_1 = 360^\circ - \varphi_0$  est donc symétrique par rapport à l'axe Oy (perpendiculaire au plan des antennes), de la courbe correspondant à  $\varphi_0$ .

La discussion de ces résultats montre que :

1° On obtient une solution approchée du problème de la direction, mais approchée seulement, puisque les émissions ne sont pas concentrées dans une direction déterminée, mais bien dans des angles d'ouvertures plus ou moins grands suivant les différentes valeurs de  $\varphi$  et de  $\frac{d}{\lambda}$ ;

2° Quelle que soit la valeur de  $\frac{d}{\lambda}$ , la valeur maxima de l'amplitude est égale au double de l'amplitude qui serait due à une seule antenne identique aux antennes A<sub>1</sub> ou A<sub>2</sub> et fonctionnant dans les mêmes conditions d'intensité et de longueur d'onde. Cette amplitude maxima est atteinte, quel que soit  $\frac{d}{\lambda}$ , pour  $\varphi = 0$ , dans la direction  $\alpha = 90^\circ$ , perpendiculaire au plan des deux antennes A<sub>1</sub>-A<sub>2</sub>. (Courbes I<sub>1</sub> II<sub>1</sub> III<sub>1</sub>...);

3° Considérons les courbes correspondant à  $\varphi = 180^\circ$ . On voit que, jusqu'à  $\frac{d}{\lambda} = \frac{1}{2}$ , elles sont formées de deux boucles tangentes à l'origine et symétriques par rapport à la droite  $\alpha = 0$ , présentant un maximum sur cette droite, et une amplitude = 0 dans la direction perpendiculaire. Quand  $\frac{d}{\lambda}$  augmente en partant de zéro, l'amplitude du maximum augmente constamment en partant de zéro (courbes I<sub>7</sub> et II<sub>7</sub>) jusqu'à la valeur maxima 2 I<sub>0</sub> obtenue pour  $\frac{d}{\lambda} = \frac{1}{2}$ ; le maximum se transforme ensuite en minimum dont l'amplitude décroît jusqu'à être nulle pour  $\frac{d}{\lambda} = 1$  (courbe III<sub>7</sub>).

On a dans ce cas, puisque  $\varphi = 180^\circ$  :

$$(5) \quad I = \left[ 2 I_0 \cos \left( \frac{\pi}{2} + \frac{\pi d}{\lambda} \cos \alpha \right) \right] = 2 I_0 \sin \left( \frac{\pi d}{\lambda} \cos \alpha \right).$$

Tant que

$$\frac{d}{\lambda} < \frac{1}{6} \qquad \frac{\pi d}{\lambda} < 30^\circ$$

et l'on peut confondre  $\sin \frac{\pi d}{\lambda} \cos \alpha$  avec  $\frac{\pi d}{\lambda} \cos \alpha$ . Le diagramme se compose alors sensiblement de deux cercles égaux, tangents à l'origine et ayant leur centre sur la droite  $\alpha = 0$ .

Enfin, on voit que, quelle que soit la valeur de  $\frac{d}{\lambda}$ ,  $I = 0$  pour la direction  $\alpha = 90^\circ$  perpendiculaire au plan des antennes.

Nous reviendrons plus loin sur ce cas, qui est appliqué dans le système Bellini-Tosi.

4<sup>e</sup> Supposons qu'il existe un moyen pratique d'exciter les deux antennes avec une différence de phase  $\varphi$  donnée. On voit, en considérant l'une quelconque des séries de courbes correspondant à  $\frac{d}{\lambda} \leq \frac{1}{2}$ , que les deux maxima, absolus d'amplitude et par conséquent de portée d'abord situés pour  $\varphi = 0$  dans les directions opposées  $\alpha = 90^\circ$ ,  $\alpha = -90^\circ$  perpendiculaires au plan des antennes, se rapprochent l'un de l'autre en restant symétriques par rapport à la droite  $\alpha = 0$ , jusqu'à se trouver, pour  $\varphi = 180^\circ$ , confondues dans la direction  $\alpha = 180^\circ$ , en même temps qu'un troisième maximum, plus petit que les deux maxima considérés plus haut, grandissait jusqu'à devenir égal aux deux premiers et directement opposés à ceux-ci quand ils se trouvent confondus dans la direction  $180^\circ$ . (Voir les courbes des séries I et II.) Quand le déphasage varie de  $0^\circ$  à  $180^\circ$ , les deux maxima occupent donc successivement toutes les directions comprises entre  $90^\circ$  et  $180^\circ$ , et entre  $270^\circ$  et  $180^\circ$ . Quand le déphasage varie de  $180^\circ$  à  $360^\circ$ , les deux maxima occupent successivement toutes les positions comprises entre  $0^\circ$  et  $90^\circ$  et entre  $0^\circ$  et  $-90^\circ$ . En résumé on peut, en variant le déphasage, diriger le maximum de portée dans une direction arbitraire.

Un cas particulièrement intéressant est celui qui correspond à  $\frac{d}{\lambda} = \frac{1}{2}$  : la distance des antennes est la moitié de la longueur d'onde. Alors, en effet, le maximum d'amplitude, et par conséquent la portée, sont indépendantes de la direction de ce maximum (quand  $\varphi$  varie). Le maximum de portée est toujours le même, et on peut le diriger dans une direction arbitraire en faisant varier la phase  $\varphi$ .

On peut enfin se proposer d'obtenir des émissions nulles dans certaines directions, et des maxima dans d'autres directions. L'emploi de deux antennes avec déphasage déterminé donne la solution dans tous les cas où le nombre des directions (de zéros ou de maxima) ne dépasse pas trois.

On voit toute l'importance pratique du problème qui consiste à créer une différence de phase donnée entre deux antennes. Malheureusement, il n'est pas encore résolu d'une manière satisfaisante. Il existe bien une méthode, due à MM. Mandelstamm et Papalex, mais son application conduit à de grandes difficultés.

**Détermination de la direction du point d'émission au moyen de deux antennes verticales.** — Considérons encore deux antennes verticales  $A_1, A_2$  situées à une distance  $d$  et servant maintenant d'antennes réceptrices (fig. 170).

Une oscillation venant d'une direction SO (posons  $SOA_1 = \alpha$ ) induirait

en un point d'une antenne fictive égale aux antennes  $A_1$ ,  $A_2$  une oscillation  $I_0 \sin \omega t$ .

L'oscillation  $i_2$  induite au point correspondant de  $A_2$  est en avance sur celle-ci d'un angle  $\frac{\varphi}{2}$ , celle  $i_1$  qui est induite au point correspondant de  $A_1$  est en retard de  $\frac{\varphi}{2}$ , de sorte que

$$i_1 = I_0 \sin \left( \omega t - \frac{\varphi}{2} \right)$$

$$i_2 = I_0 \sin \left( \omega t + \frac{\varphi}{2} \right)$$

ce décalage  $\varphi$  tenant à ce que le chemin à parcourir par l'oscillation pour arriver en  $A_2$  est plus petit de la longueur  $P_1 P_2$  que celui qu'elle doit parcourir pour atteindre  $A_1$ . On a donc, si  $t_1$  est le temps mis à parcourir la longueur  $P_1 P_2$ ,

$$\frac{t_1}{T} = \frac{D_1 D_2}{\lambda} = \frac{d \cos \alpha}{\lambda},$$

$$t_1 = \frac{T \cdot d}{\lambda} \cos \alpha = \frac{2\pi}{\omega} \cdot \frac{d}{\lambda} \cos \alpha$$

et

$$= \frac{2\pi d}{\lambda} \cos \alpha.$$

Et si l'on connaissait un moyen pratique de déterminer  $\varphi$ , on connaîtrait par là même  $\alpha$ , qui détermine la direction du point d'émission. Il n'y aurait qu'une ambiguïté due à ce que, à une même valeur de  $\cos \alpha$  correspondent deux valeurs de  $\alpha$  égales et de signes contraires.

**Système Bellini-Tosi.** — A). *Transmission.* MM. Bellini et Tosi ont imaginé un procédé ingénieux et simple pour en-

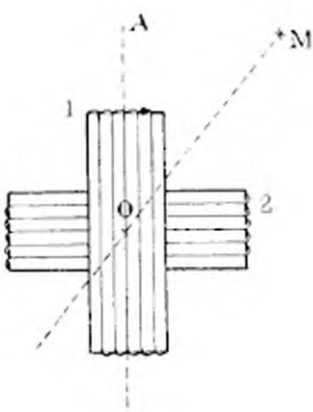


Fig. 172.

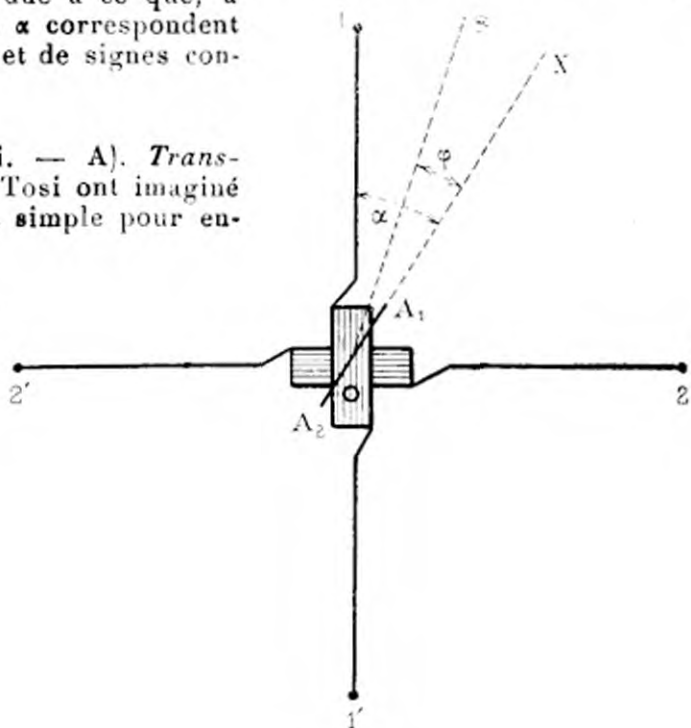


Fig. 173.

voyer dans une direction voulue le maximum de radiation émané d'un poste transmetteur (1).

(1) E. Bellini, *Das Fundamentalprinzip des Systems für gerichtete drahtlose Telegraphie Bellini-Tosi*. Jahrbuch der drahtlosen Telegraphie und Telephonie (1909).



Les principes de la méthode ont été exposés par M. E. Bellini dans plusieurs articles du « *Jahrbuch der drahtlosen Telegraphie und Telephonie* », d'où nous tirons les vues théoriques qui suivent.

On se sert pour cela du radiogonomètre, composé d'une bobine  $a$  mobile autour d'un axe  $ab$  et tournant autour d'un axe  $O$  dans l'intérieur des bobines fixes 1 2... décalées entre elles d'angles quelconques. Prenons pour origine le plan  $AB$  qui passe par le centre  $o$  et est parallèle au plan d'enroulement de la bobine 1 (fig. 172). Soit  $OM$  le plan d'enroulement de la bobine mobile. Posons  $AOM = \alpha$ . Les enroulements sont faits de telle sorte que, si l'on provoque dans la bobine mobile un courant oscillant, le courant induit dans la bobine 1 soit de la forme

$$I_0 \sin \omega t \cos \alpha.$$

le courant induit dans la bobine 1 étant supposé être  $I_0 \sin \omega t$  quand les plans  $OA$  et  $OM$  sont confondus.

Si  $\beta$  est l'angle formé entre les plans des deux bobines 1 et 2, le courant induit dans 2 est

$$I_0 \sin \omega t \cos (\alpha + \beta).$$

Supposons maintenant que les deux extrémités de la bobine 1 soient réunies à deux antennes verticales 1, 1' distantes de  $d$ , et dont le plan passe par  $O$ , que les deux extrémités de la bobine 2 soient de même réunies à deux antennes verticales 2, 2' dont le plan, passant aussi par  $o$ , est perpendiculaire au plan des deux premières. Supposons les deux bobines 1 et 2 perpendiculaires (fig. 173), et cherchons le champ produit dans une direction  $O, S$  pour une direction de la bobine mobile faisant l'angle  $\rho$  avec la bobine 1.

Le courant induit dans le couple d'antennes 1 1' par la bobine mobile est de la forme

$$I \cos \alpha \sin \omega t.$$

Le courant induit dans le couple d'antennes 2 2' est

$$I \sin \alpha \sin \omega t.$$

Le champ produit dans la direction  $OS'$  par le couple d'antennes 1 et 1' dont les courants sont décalés de  $180^\circ$  est donc de la forme (d'après l'équation 5)

$$A_1 = 2 I_0 \cos \alpha \sin \left[ \frac{\pi d}{\lambda} \cos (\alpha - \varphi) \right]$$

et celui qui est produit dans la même direction par le couple d'antennes 2 2' est

$$A_2 = 2 I_0 \sin \alpha \sin \left[ \frac{\pi d}{\lambda} \sin (\alpha - \varphi) \right],$$

l'amplitude résultante est

$$A = 2 I_0 \left\{ \cos \alpha \sin \left[ \frac{\pi d}{\lambda} \cos (\alpha - \varphi) \right] + \sin \alpha \sin \left[ \frac{\pi d}{\lambda} \sin (\alpha - \varphi) \right] \right\}.$$

Nous allons considérer plusieurs cas :

1°  $\frac{d}{\lambda} \leq \frac{1}{6}$ . Alors, comme nous l'avons vu plus haut déjà, on peut confondre les

$$\sin \left[ \frac{\pi d}{\lambda} \cos (\alpha - \varphi) \right] \text{ et } \cos \left[ \frac{\pi d}{\lambda} \cos (\alpha - \varphi) \right]$$

avec les angles correspondants et écrire

$$A = 2 I_0 \frac{\pi d}{\lambda} \left\{ \cos \alpha \cos (\alpha - \varphi) + \sin \alpha \sin (\alpha - \varphi) \right\} = 2 I_0 \cos \varphi.$$

Le diagramme correspondant, obtenu en faisant varier  $\varphi$ , se compose donc de deux cercles tangents à l'origine, égaux et dont les centres sont sur la



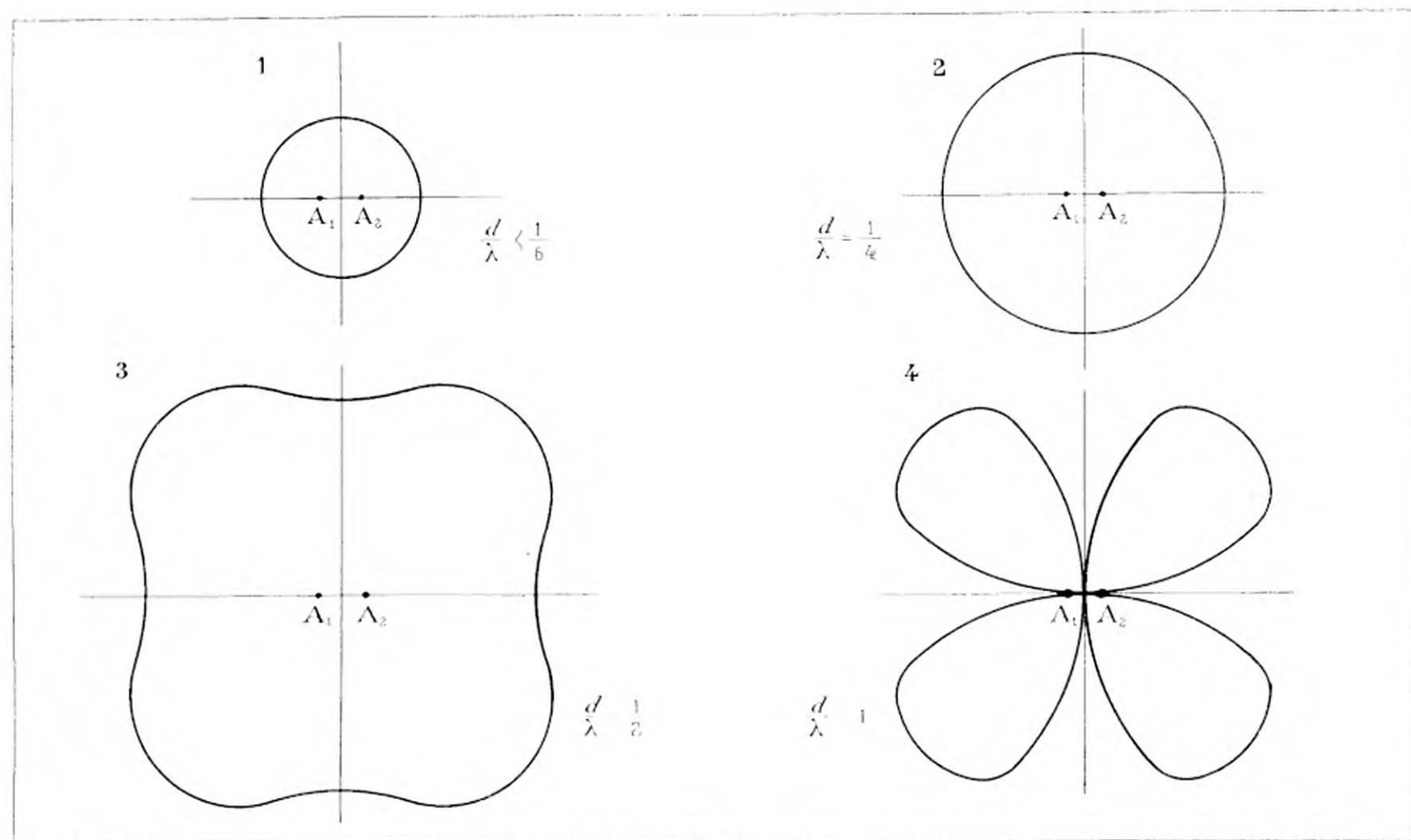


Fig. 174. — Extrait du « Jahrbuch für drahtlose Telegraphie und Telephonie ».

droite OX. Autrement dit, le maximum de rayonnement est dans la direction OX, qui est la direction du plan de la bobine mobile; la grandeur de ce maximum est indépendante de l'angle  $\alpha$ . La courbe qui représente la variation de ce maximum quand l'angle  $\alpha$  varie est un cercle (courbe I, fig. 174).

2°  $\frac{1}{6} \leq \frac{d}{\lambda} \leq \frac{1}{2}$ . La direction du maximum de rayonnement ne coïncide plus avec la direction de la bobine mobile, que pour les valeurs suivantes de  $\alpha$  : 0°, 45°, 90°, 135°, 180°, 225°, 270°, 315°, 360°. L'amplitude de ce maximum est la plus grande quand  $\alpha = 45^\circ$  (ou 135°, 225°, 315°), et la plus petite pour les directions 0°, 90°, 180°, 270°. La courbe II représente la variation de cette amplitude pour  $\frac{d}{\lambda} = \frac{1}{4}$ , quand  $\alpha$  varie. La courbe III correspond à  $\frac{d}{\lambda} = \frac{1}{2}$ .

3°  $\frac{1}{2} \leq \frac{d}{\lambda} \leq 1$ . L'amplitude du maximum de radiation varie encore quand  $\alpha$  varie. La courbe IV représente ces variations pour  $\frac{d}{\lambda} = 1$ .

Si, au lieu de deux couples d'antennes à angle droit, on utilise trois couples d'antennes dont les plans font des angles de 120°, et un radiogonomètre à 3 bobines, les intensités dans les trois systèmes peuvent s'écrire :

$$\begin{aligned} i_1 &= I \cos \alpha, \\ i_2 &= I \cos (\alpha + 120^\circ), \\ i_3 &= I \cos (\alpha + 240^\circ). \end{aligned}$$

Le champ en un point S éloigné dû à ces trois couples d'antennes sera

$$2I_0 \left\{ \cos \alpha \sin \left[ \frac{\pi d}{\lambda} \cos (\alpha - \varphi) \right] + \cos (\alpha + 120^\circ) \sin \left[ \frac{\pi d}{\lambda} \cos (\alpha + 120^\circ - \varphi) \right] + \cos (\alpha + 240^\circ) \sin \left[ \frac{\pi d}{\lambda} \cos (\alpha + 240^\circ - \varphi) \right] \right\}.$$

Dans le cas où

$\frac{d}{\lambda} < \frac{1}{2}$ , le calcul montre que le champ est à peu près sinusoïdal, la direction du maximum, quand  $\varphi$  varie, étant celle du plan de la bobine mobile. Pour  $\frac{d}{\lambda} = \frac{1}{2}$  l'amplitude maxima, sensiblement constante quel que soit  $\alpha$ , est 3,414 fois celle de l'antenne verticale identique à rayonnement circulaire.

Si l'on considère quatre couples d'antennes, un calcul analogue montre que jusqu'à  $\frac{d}{\lambda} = 1$ , le champ est à peu près sinusoïdal, la direction du maximum, quand  $\alpha$  varie, étant celle du plan de la bobine mobile. Pour  $\frac{d}{\lambda} = 1$ , l'amplitude maximum, sensiblement constante quel que soit  $\alpha$ , est 4,534 fois celle d'une antenne de Marconi identique à rayonnement circulaire.

De cette analyse, nous tirerons les conclusions suivantes :

1° Il existe dans chaque cas, pour un nombre déterminé de couple d'antennes de dimensions données, une longueur d'onde critique au-dessous de laquelle la distribution du champ dans l'espace ne suit plus la loi sinusoïdale, et l'amplitude maxima du champ varie suivant l'orientation de la bobine mobile du radiogonomètre;

2° Cette longueur d'onde critique est d'autant plus petite que le nombre de couples d'antennes est plus grand;

3° Elle est d'autant plus petite que la distance des deux antennes est plus grande;

4° L'amplitude de la variation du maximum quand l'orientation varie est d'autant plus petite que le nombre de couples d'antennes est plus grand;

5° On peut évidemment, sans rien changer aux conclusions qui précèdent, remplacer les couples d'antennes verticales par des aériens de forme quelconque, par exemple par ceux de la figure 175 et 176 dont l'un est formé par deux antennes également inclinées sur la verticale, et reliées à leurs bases, et dont l'autre est formé par deux demi-circonférences. La distance qui intervient dans

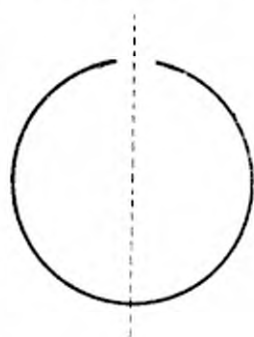


Fig. 175.

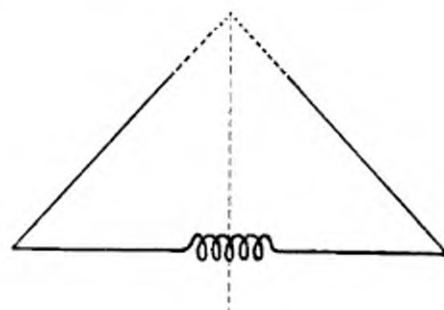


Fig. 176.

le rapport  $\frac{d}{\lambda}$  est la plus grande distance entre deux éléments symétriques (diamètre du cercle dans la figure 175 et distance des antennes à leur base dans la figure 176).

En résumé, le radiogonomètre Bellini-Tosi permet, à l'émission, de diriger un maximum de radiation dans une direction arbitraire, ce maximum étant d'ailleurs, si l'on se place dans certaines conditions, indépendant en grandeur de la direction de l'émission, et la direction du maximum correspondant à celle de la bobine mobile du radiogonomètre. On peut, au lieu de diriger la direction du maximum sur un point déterminé, diriger sur ce point la direction du zéro, qui est à 90° de celle du plan de la bobine mobile, et par suite on peut ne pas gêner un poste voisin pendant qu'on transmet.

Il y a en réalité, pour une direction donnée de la bobine mobile du radiogonomètre, non pas un maximum, mais deux maxima dans les deux directions opposées situées dans le plan de la bobine mobile, comme le montrent les diagrammes de la figure 171 (fig. I<sub>1</sub> et II<sub>1</sub>), et ceci peut être ennuyeux, si l'on ne veut pas gêner la direction opposée à celle du maximum de portée.

Remarquons d'abord, comme on le voit immédiatement sur les diagrammes, que les deux boucles du diagramme correspondent à deux émissions décalées l'une par rapport à l'autre de 180°, de sorte que le champ dans la direction d'un maximum est égal au champ à la même distance dans la direction opposée, mais décalée de 180° par rapport à celle-ci. Si nous plaçons au centre *o* du carré ayant pour sommets les bases des quatre antennes 2, 2', 1, 1', une antenne verticale à rayonnement circulaire qui donne un champ égal au champ maximum donné par le système à radiogonomètre (fig. 177), et en phase avec celui qui correspond à l'une des boucles, l'amplitude dans une direction OM qui fait l'angle  $\alpha$  ( $-90^\circ < \alpha < 90^\circ$ ), avec la direction  $\alpha$  du plan de la bobine mobile sera la somme des deux amplitudes dues à l'antenne circulaire et au système dirigeable. Si au contraire  $\alpha$  est compris entre 90° et 270°, l'amplitude est la différence entre celles qui sont dues à l'antenne circulaire et au radiateur dirigeable. De sorte que la courbe résultante est une cardioïde; le rayonnement est maximum dans une direction, nul dans la direction opposée (fig. 178).

Fig. 177.

Dans la pratique, la bobine mobile fait partie du circuit oscillant à condensateur et étincelles, et le montage (avec deux couples d'antennes, et une antenne verticale) est représenté par la figure 179.

L'antenne verticale est reliée à l'un des pôles du condensateur primaire, dont l'autre pôle est à la terre (fig. 179).

B). Réception. Supposons qu'un radiogonomètre construit sur les mêmes

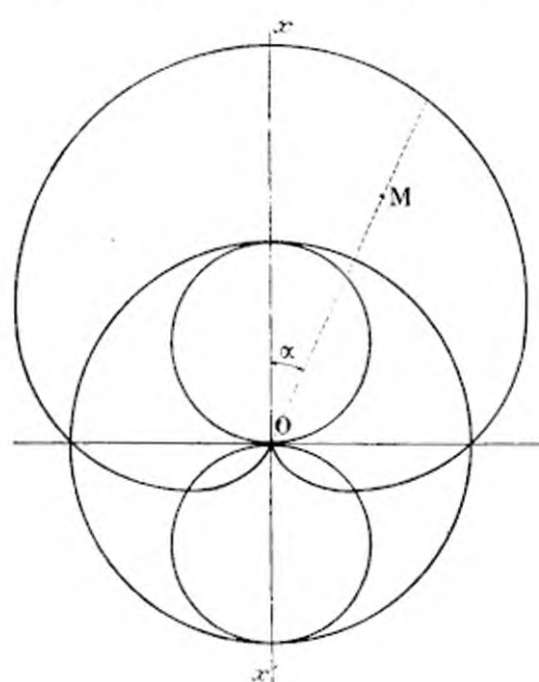


Fig. 178.

principes que celui de transmission soit employé à la réception. Il suffit pour cela de mettre la bobine mobile dans un circuit à détecteur et téléphone. Et cherchons ce qui va se passer. Supposons d'abord qu'il n'y ait que les quatre antennes 1 1' 2 2'. Supposons que le poste transmetteur soit en M à une grande distance donnée de l'appareil de réception et telle que l'angle  $AOM = \alpha$  (fig. 172).

Soit  $I_0 \sin \omega t$  la force électromotrice induite dans une antenne fictive placée en o et ayant les mêmes dimensions que les antennes 1, 1', 2, 2'.

La force électromotrice induite dans l'antenne (1) est

$$I_0 \sin \left( \omega t + \frac{\pi d}{\lambda} \cos \alpha \right).$$

Dans l'antenne (2) c'est

$$I_0 \sin \left( \omega t - \frac{\pi d}{\lambda} \cos \alpha \right).$$

La force électromotrice résultant dans la bobine (I) est donc

$$I_0 \left[ \sin \left( \omega t + \frac{\pi d}{\lambda} \cos \alpha \right) - \sin \left( \omega t - \frac{\pi d}{\lambda} \cos \alpha \right) \right] = 2 I_0 \cos \omega t \sin \frac{\pi d}{\lambda} \cos \alpha.$$

Supposons que la distance  $d$  des antennes soit assez petite par rapport à  $\lambda$  pour qu'on puisse confondre  $\sin \frac{\pi d}{\lambda} \cos \alpha$  avec l'arc correspondant : il suffit pour cela que  $\frac{d}{\lambda} < \frac{1}{\rho}$ . Alors la force électromotrice engendrée dans la bobine I (fig. 173) est

$$2 I_0 \frac{\pi d}{\lambda} \cos \omega t \cos \alpha = E \cos \omega t \cos \alpha.$$

De même la force électromotrice engendrée dans la bobine II est

$$E \cos \omega t \sin \alpha.$$

Si la bobine mobile du radiogonmètre fait l'angle  $\rho$  avec le plan de la bobine I, les forces électromotrices engendrées dans cette bobine seront

$$\begin{aligned} E \cos \omega t \cos \alpha \cos \varphi, \\ E \cos \omega t \sin \alpha \sin \varphi, \end{aligned}$$

et la force électromotrice résultante est

$$E \cos \omega t [\cos \alpha \cos \varphi + \sin \alpha \sin \varphi] = E \cos \omega t \cos (\alpha - \varphi).$$

Le diagramme polaire tracé en portant suivant les rayons la longueur  $E \cos (\alpha - \varphi)$  et en faisant varier l'angle  $\alpha$  est, comme dans le cas de la transmission, formé de deux cercles tangents à l'origine et ayant leurs centres

sur les droites opposées  $OA_1$ ,  $OA_2$ . La réception est la plus forte si le poste qui transmet est dans la direction de la bobine mobile, elle est nulle s'il est dans la direction perpendiculaire.

Pour trouver la direction d'un poste transmetteur, il suffira donc de tourner la bobine mobile du radiogonomètre et d'observer le maximum de réception. A ce moment, la direction du point d'émission est celle de la bobine mobile.

Il est plus facile, en général, d'observer les points où la réception devient trop faible pour être entendue que les maxima. Le mode opéra-

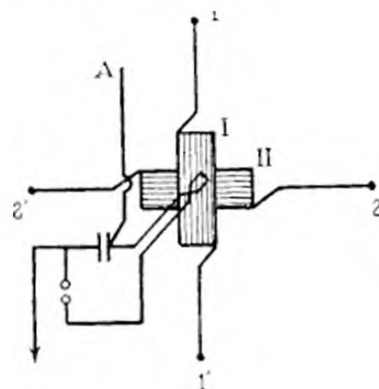


Fig. 179.

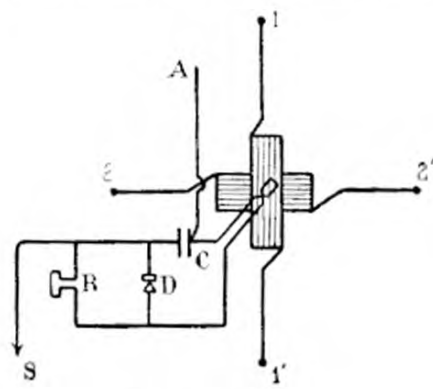


Fig. 180.

toire généralement employé pour déterminer la direction du point d'émission est le suivant : On observe la position des deux zéros de réception qui encadrent un maximum. La bissectrice de ces deux directions est la direction du point d'émission. En répétant l'opération un grand nombre de fois, et prenant la moyenne des résultats comme résultat définitif, on arrive à une grande précision (De l'ordre de  $1^\circ$ ).

En généralisant comme nous l'avons fait pour la transmission, on obtient des conclusions parallèles à celles que nous avons déduites; dans ce cas :

1° Il existe, dans chaque cas, pour un nombre déterminé de couples d'antennes  $11'$ ,  $22'$ ,  $33'$  de dimensions données, une longueur d'onde critique au-dessous de laquelle la direction du point d'émission n'est pas exactement celle de la bobine mobile du radiogonomètre correspondant au maximum de réception. Les maxima de réception correspondant à divers postes émetteurs diversement orientés, toutes choses égales d'ailleurs, n'ont plus une amplitude constante au-dessous de la valeur critique :

2° Cette longueur d'onde critique est d'autant plus petite que le nombre de couples d'antennes est plus grand;

3° Elle est d'autant plus faible que la distance des deux antennes est plus grande;

4° L'amplitude de la variation du maximum quand l'orientation varie, toutes choses égales d'ailleurs, est d'autant plus faible que le nombre de couples d'antennes est plus grand.

Si l'on ajoute une cinquième antenne dont la base est au centre du carré qui a pour sommet les bases des quatre antennes  $1, 1', 2, 2'$  (fig. 177) et identique à celles-ci, et qu'on la relie au système récepteur suivant le montage indiqué figure 180, le système, de bilatéral, devient unilatéral et la direction du point d'émission peut être déterminée sans aucune ambiguïté.

**Résultats obtenus par le système Bellini-Tosi à la station radiotélégraphique de Boulogne-sur-Mer.** — L'Administration française des Postes et Télégraphes a installé à Boulogne-sur-Mer une station équipée avec le système Bellini-Tosi. Des expériences suivies ont eu lieu pendant les mois de décembre 1909, janvier et février 1910.



Comme nous l'avons vu, la conclusion théorique est la suivante :

1° La portée d'un aérien dirigeable, constitué par deux antennes verticales, espacées d'une demi-longueur d'onde, isolées du sol, et dont les extrémités inférieures sont reliées par un conducteur horizontal, est égale au double de la portée de l'antenne verticale ordinaire correspondante, à rayonnement circulaire, reliée à la terre.

Le radiateur du poste de Boulogne est constitué par deux aériens dirigeables perpendiculaires soutenus par quatre câbles reliés à quatre pylônes métalliques. Les pylônes ont 46 mètres de hauteur, et sont placés aux quatre coins d'un carré de 80 mètres de côté. Chaque aérien dirigeable est formé par deux rideaux de six conducteurs parallèles, à la distance de 6 mètres l'un de l'autre; les extrémités inférieures du rideau s'arrêtent à 8 mètres du sol, et les extrémités supérieures sont à une hauteur de 44 mètres environ, en tenant compte de la flèche du câble de soutien et des isolateurs. Les rideaux ne sont pas verticaux, mais ils descendent inclinés, extérieurement aux côtés du carré, en formant un angle de 32° avec la verticale, de sorte que la distance entre deux rideaux opposés d'un même aérien dirigeable est de 127 mètres, tandis que les extrémités supérieures sont à 81 mètres.

La partie des rideaux qui rayonne le plus est le ventre de courant, qui se trouve à la partie inférieure. Les antennes inclinées telles que celles de Boulogne sont donc à peu près équivalentes à des antennes verticales égales dont la distance serait celle de la partie inférieure des rideaux inclinés, soit 127 mètres. La longueur d'onde  $\lambda$  à obtenir étant 300 mètres,

on voit que cette distance est voisine de  $\frac{\lambda}{2}$ . Les six conducteurs formant un rideau sont reliés métalliquement à la partie inférieure d'où se détachent les fils qui rentrent dans le poste, situé au centre du carré dont les sommets sont les bases des pylônes. Les aériens dirigeables ainsi formés ont une longueur d'onde propre de 900 mètres. On les fait vibrer sur une longueur d'onde de 300 mètres, c'est-à-dire sur l'harmonique 3 de leur oscillation propre.

Un poste auxiliaire, muni d'une antenne ordinaire reliée à un thermogalvanomètre Duddell, avait été installé à la colonne de la Grande-Armée, à 3 kilomètres de la station, pour les mesures de dirigeabilité et de portée.

Les essais ont montré qu'en pratique la portée de l'aérien dirigeable de la station de Boulogne-sur-Mer est égale à celle de l'antenne verticale correspondante multipliée par 1,8. En tenant compte de ce fait que la distance entre les extrémités inférieures opposées des rideaux formant l'aérien, c'est-à-dire entre les ventres de courant, est 127 mètres (au lieu de 150 qui est la demi-longueur d'onde), il est évident que la portée d'un aérien diri-

geable dont les antennes sont écartées de  $\frac{\lambda}{L}$  est double pratiquement de celle de l'antenne verticale correspondante à rayonnement circulaire.

Les indications du Duddell ont été confirmées par des expériences à grande distance qui ont démontré que la portée de l'aérien dirigeable est supérieure à celle d'une antenne verticale ordinaire à rayonnement circulaire installée par l'Administration des Postes et Télégraphes au poste de Boulogne-sur-Mer. Ces essais ont eu lieu avec un poste relativement rapproché, celui de Folkestone (40 kilomètres environ), et avec les postes plus éloignés des Saintes-Marie-de-la-Mer (près Marseille), et Fort-de-l'Eau (près d'Alger). Les transmissions faites par l'antenne verticale ont été reçues plus faiblement que celles du système dirigeable. Les résultats paraîtront particulièrement remarquables, si l'on considère la grande distance qui sépare Boulogne-sur-Mer d'Alger (1 600 kilomètres environ dont 1 100 sur terre), la faible longueur d'onde de 300 mètres employée, et la petite quantité mise en jeu à l'émission (500 watts). Naturellement d'aussi grandes portées n'étaient atteintes que la nuit.



Le diagramme de l'énergie rayonnée suivant les différentes directions, construit expérimentalement à l'aide du Duddell, était conforme aux prévisions théoriques.

A la réception, l'intensité au système dirigeable est, pour les ondes de 300 mètres, supérieure à celle qu'on obtient avec l'antenne verticale ordinaire, ou un rideau employé comme antenne verticale, ce qui confirme encore la théorie.

Ces résultats nous amènent aux conclusions suivantes :

1° La portée, à égalité d'énergie, est supérieure à celle des autres systèmes actuellement connus ;

2° Le système assure une plus grande indépendance des communications, grâce à ses propriétés dirigeantes, et permet de varier instantanément la direction de communication ;

3° Il permet de déterminer la direction d'un poste de position inconnue par un procédé instantané et exact.

Les brevets Bellini-Tosi ont été récemment acquis par la Société Marconi qui a mis au point le système de manière à rendre possible son installation sur les navires. Le radiogoniomètre permet ainsi aux navires de repérer leur position angulaire par rapport aux stations dans le rayon d'action desquelles ils passent.

#### RADIOPHASEMÈTRES ET RADIODÉPHASEURS G. E. PETIT

*Procédés pour déterminer à l'aide de deux antennes la direction d'un poste radiotélégraphique qui fait des émissions continues, et pour produire dans un système d'antennes des oscillations ayant des différences de phases données.*

Deux antennes identiques, distantes d'une longueur  $d$ , vibrent d'une manière identique au point de vue des amplitudes maxima de courant et de tension sous l'influence d'ondes hertziennes émises par des postes radiotélégraphiques, si  $d$  est petit par rapport aux distances des deux antennes à ces sources d'émission. Mais sur les deux antennes  $L_1$  et  $L_2$  il y a une différence de phases  $\varphi = 2\pi \frac{d \cos \alpha}{\lambda}$ .

$\alpha$  étant l'angle que fait avec  $OL_1$ , le vecteur  $OP$  dirigé vers la source des émissions de longueur d'onde  $\lambda$ .

Les deux dispositifs décrits ci-après permettent de mesurer en grandeur et en signe la différence de phase  $\varphi$  (et peuvent être appelés par conséquent Radiophasemètres).

$\varphi$  étant mesuré, l'angle  $\alpha$  sera donné par la formule  $\cos \alpha = \frac{1}{2} \frac{\varphi \lambda}{\pi d}$ .

Remarquons immédiatement que les radiophasemètres fourniront deux solutions, symétriques par rapport au plan des deux antennes (tandis que les deux directions données par le radiogoniomètre Bellini-Tosi utilisant 4 antennes sont en sens inverse l'une de l'autre).

La disposition des deux radiophasemètres de réception est figurée schématiquement sur la figure ci-jointe. On voit que les enroulements identiques  $A_1$  et  $A_2$ , d'une part,  $B_1$  et  $B_2$ , d'autre part, sont embrochés sur les deux antennes  $L_1$  et  $L_2$ , lesquelles sont munies des dispositifs ordinaires d'accord tels que les capacités variables  $C_1$  et  $C_2$  et les sels variables  $S_1$  et  $S_2$ .

La self du circuit de réception est constituée par un enroulement  $\Delta$  qui est influencé par les courants des deux antennes dans les enroulements  $A_1$  et  $A_2$  d'une part, et d'autre part par les courants dans les enroulements  $b_1$  et  $b_2$  de deux circuits intermédiaires identiques accordés sur les antennes et excités par celles-ci.

Chacune des deux antennes engendre dans l'enroulement  $\Delta$  du circuit de réception un champ tournant circulaire obtenu d'après la remarque suivante :

Deux champs alternatifs de même période, d'amplitudes égales  $A$ , et décalés dans le temps de l'angle  $\mu$ , donnent si on les compose dans l'espace

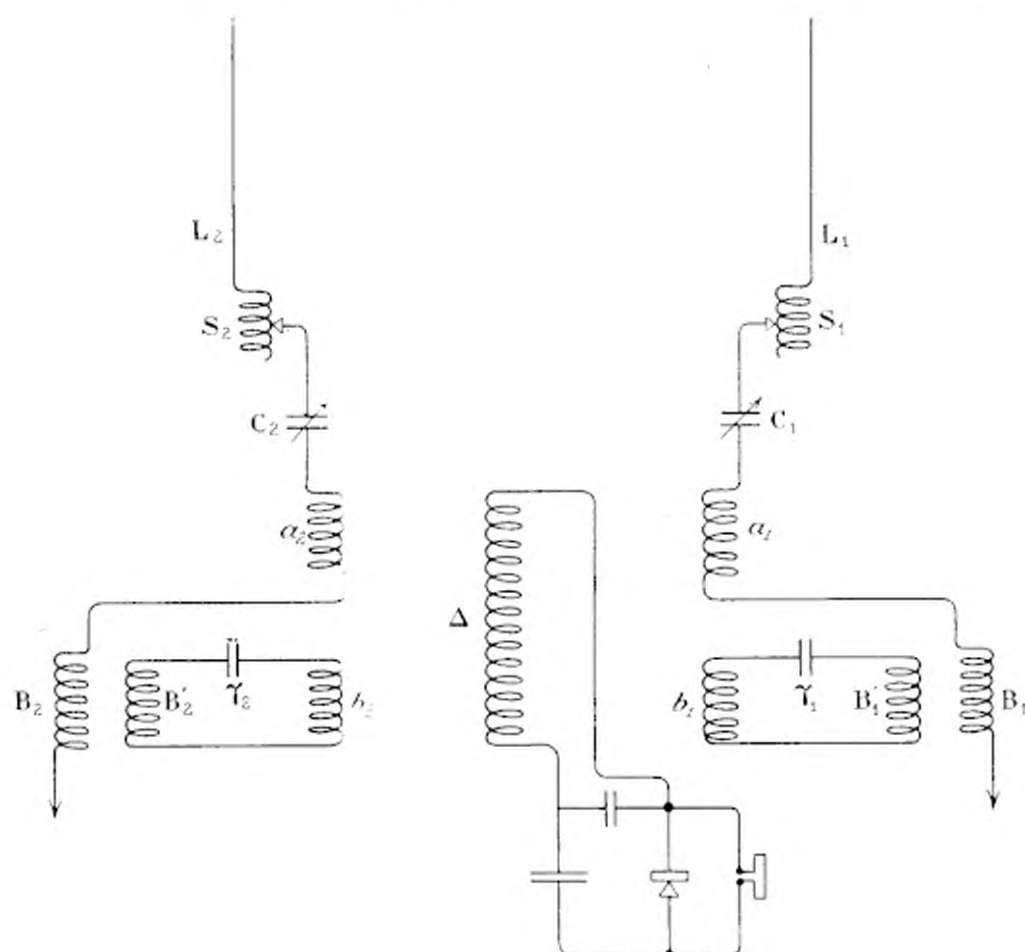


Fig. 181.

sous l'angle  $\pi - \mu$ , un champ tournant circulaire de période  $T$  et d'amplitude  $A \sin \mu$ .

Pour que les enroulements  $a_1$  et  $b_1$  engendrent un champ tournant circulaire il suffit d'après la remarque précitée :

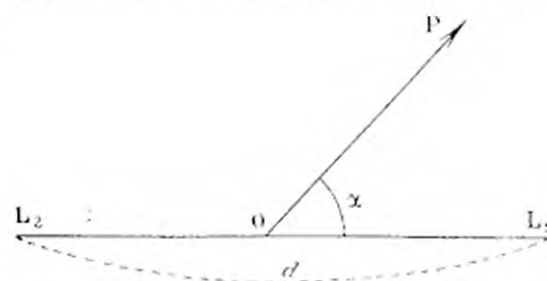


Fig. 182.

1° De disposer ces enroulements suivant deux cadres  $a_1$  et  $b_1$  faisant entre eux l'angle  $\pi - \mu$ ,  $\mu$  étant la différence de phase entre le courant d'antenne  $a_1$  et le courant dans le  $b_1$  induit par l'antenne dans le circuit intermédiaire  $B'_1 \gamma_1 b_1$  (cet angle  $\mu$  sera voisin de  $\frac{\pi}{2}$  car le circuit intermédiaire devra être accordé sur l'antenne).

2° De régler les valeurs relatives des courants qui circulent dans  $a_1$  et  $b_1$  de manière que le champ central moyen de chacun d'eux, à travers l'enroulement  $\Delta$  du circuit de réception, soit de même amplitude; pour cela on pourra faire varier convenablement l'accouplement des enroulements  $B_1$  et  $B'_1$ .

**Premier type de radiophasemètre.** — On disposera les enroulements  $a_2$  et  $b_2$  symétriquement de  $a_1$  et de  $b_1$  par rapport à un plan quelconque  $K K'$  passant par l'axe commun  $O$  des cadres.

En même temps tout aura été disposé sur la seconde antenne  $L_2$  comme sur la première : de telle sorte que le champ engendré par les enroulements  $a_2$  et  $b_2$  sera un champ tournant circulaire de même amplitude que le champ tournant engendré par  $a_1$  et  $b_1$  mais avec un sens de rotation inverse.

Ces deux champs tournants circulaires de même amplitude et de sens inverse se composent suivant un vecteur rectiligne alternatif de direction fixe dans l'espace; il est situé dans le plan de symétrie  $K K'$  si les deux antennes vibrent en phase; si celles-ci vibrent avec une différence de phase  $\varphi$  la direction du

vecteur alternatif fait l'angle  $\frac{\varphi}{2}$  avec le plan de symétrie.

La position de ce vecteur sera déterminée au moyen de l'enroulement  $\Delta$  du circuit de réception, enroulement qui sera disposé sur un cadre mobile autour de l'axe commun  $O$ . On fera tourner ce cadre jusqu'à obtenir le maximum d'intensité des signaux,

et sa position fera alors l'angle  $\frac{\varphi}{2}$  avec celle qui correspond à un décalage nul entre les deux antennes.

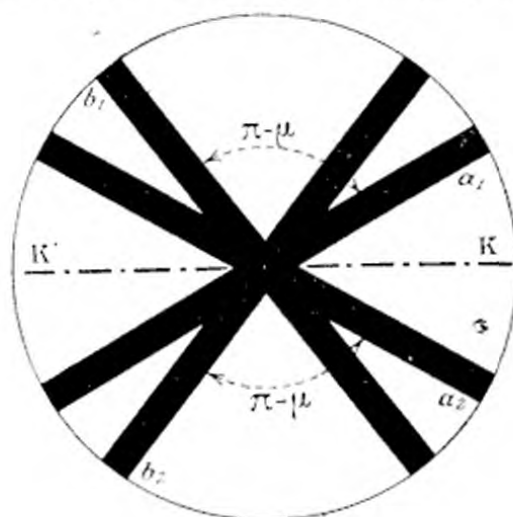


Fig. 183.

Connaissant  $\frac{\varphi}{2}$  la direction est donnée par  $\cos \alpha = \frac{1}{\pi} \frac{\varphi}{2} \frac{\lambda}{a}$ .

Pour une longueur d'onde déterminée les réglages des valeurs de  $C_1$ ,  $S_1$ ,  $\gamma_1$ ,  $C$ , et de l'accouplement  $B_1$ ,  $B'_1$  auront une valeur déterminée une fois pour toutes, ainsi que l'angle  $\mu$  (voisin de  $\frac{\pi}{2}$ ) de décalage des deux courants dans  $a_1$  et  $b_1$ ; les mêmes réglages auront lieu parallèlement sur la seconde antenne (automatiquement pour plus de commodité par des organes communs de commande).

Pour déterminer la longueur des émissions du poste dont on recherche la direction, on pourra employer de nombreux moyens : par exemple un commutateur rapide, ne laissant agir que l'enroulement  $a_1$  sur le circuit de réception, ramènera le problème au cas d'une réception ordinaire sur antenne unique, et d'après le réglage de  $C$  l'opérateur connaîtra la longueur d'onde.

Cette longueur d'onde étant connue, des tables ou des abaques indiqueront à l'opérateur les valeurs à donner à tous les paramètres variables :  $C_1$ ,  $S_1$ ,  $\gamma_1$ ,  $\mu$ , accouplement  $B_1$ ,  $B'_1$ , etc. Pour plus de commodité plusieurs de ces réglages seront faits deux par deux à l'aide d'une commande commune et il sera encore possible d'établir des liaisons entre ces commandes communes, par exemple entre la commande commune  $\gamma_1$  et  $\gamma_2$  et la commande de  $C$ .

**Deuxième type de radiophasemètre.** — Au lieu de faire produire par les deux antennes deux champs tournants circulaires ayant des sens de rotation inverses, on engendrera deux champs tournants ayant même sens de rotation.

Les deux cadres  $a_1$  et  $b_1$  seront disposés comme précédemment : les deux cadres  $a_2$  et  $b_2$  feront encore entre eux l'angle  $\pi - \mu$ , mais ils formeront un ensemble superposable cette fois au système des cadres  $a_1$ ,  $b_1$  et non plus

symétrique de celui-ci. Les deux champs engendrés seront donc de même sens et de même amplitude, si l'on fait les mêmes réglages que précédemment.

Les deux champs s'annuleront si l'angle d'écart entre les deux systèmes superposables des deux cadres  $a_1 b_1$  et  $a_2 b_2$  est  $\pi - \varphi$ , d'où un second moyen de déceler le décalage  $\varphi$  des courants des deux antennes. Dans ce second type de radiophasemètre l'enroulement  $\Delta$  du circuit de réception sera fixe : l'opérateur fera varier l'angle des deux systèmes  $a_1 b_1$  et  $a_2 b_2$  de manière à obtenir le silence (ou le maximum d'intensité) l'angle d'écart sera  $\pi - \varphi$  (ou  $\varphi$ ).

Dans les deux types de radiophasemètres, il est intéressant de remarquer que l'intensité maximum de réception des signaux ne dépend pas comme dans le système Bellini-Tosi de l'écartement des antennes.

**Déphaseurs.** — Si dans le premier dispositif de radiophasemètre considéré, on considère maintenant  $\Delta$  comme la scif d'un circuit exciteur d'émission radiotélégraphique produisant des ondes continues, il est facile

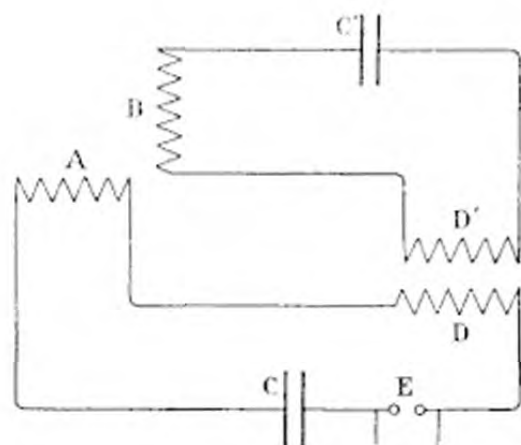


Fig. 184.

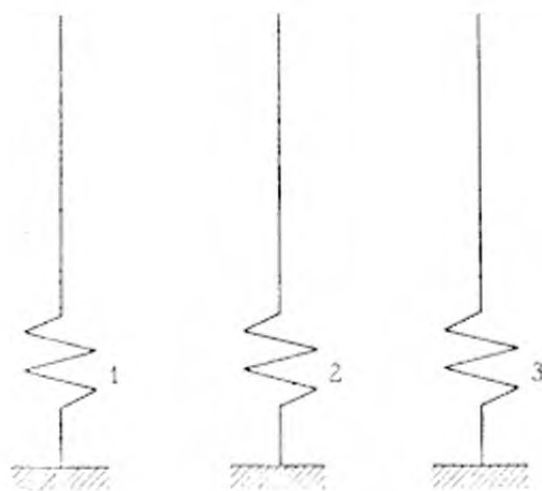


Fig. 185.

de se rendre compte, à propos de l'émission, d'une sorte de réversibilité du mécanisme de la réception. Autrement dit, quand le champ exciteur engendré par  $\Delta$  fait l'angle  $\frac{\varphi_0}{2}$  avec le plan de symétrie  $K K'$ , les deux antennes sont excitées avec une différence de phase  $\varphi_0$ .

Ce dispositif d'excitation permet de faire varier la forme de la courbe du diagramme d'émission de l'ensemble de deux antennes, courbe qui est définie en coordonnées polaires par la relation suivante entre l'intensité  $I$  et l'angle  $\alpha$  :

$$I = A \cos \left[ \frac{\varphi_0}{2} + \frac{\pi d}{\lambda} \cos \alpha \right].$$

Un procédé plus simple et plus général pour exciter deux antennes (ou davantage) avec des différences de phases variables à volonté est le suivant :

Un champ exciteur tournant circulaire est produit en composant sous l'angle  $\pi - \mu$ , suivant le principe exposé plus haut, les champs alternatifs égaux en amplitude produits l'un par l'enroulement A d'un circuit A C E D oscillant continuellement, l'autre par l'enroulement B d'un circuit B D' C' accordé et accouplé avec le premier. Ce champ tournant circulaire excitera un nombre quelconque d'antennes en traversant les spires 1, 2, 3, etc., intercalées entre ces antennes et la terre et disposées suivant des cadres mobiles autour d'un axe perpendiculaire au champ tournant.

En déplaçant à la main ces cadres respectivement des angles  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ , etc., on modifie de ces quantités les phases des courants sur les antennes, 1, 2, 3, etc.



## NOTE IV

# Convention radiotélégraphique internationale

### *conclue entre*

l'Allemagne et les Protectorats allemands, les Etats-Unis d'Amérique et les Possessions des Etats-Unis d'Amérique, la République Argentine, l'Autriche, la Hongrie, la Bosnie-Herzégovine, la Belgique, le Congo belge, le Brésil, la Bulgarie, le Chili, le Danemark, l'Égypte, l'Espagne et les Colonies espagnoles, la France et l'Algérie, l'Afrique occidentale française, l'Afrique équatoriale française, l'Indo-Chine, Madagascar, la Tunisie, la Grande-Bretagne et diverses Colonies et Protectorats britanniques, l'Union de l'Afrique du Sud, la Fédération australienne, le Canada, les Indes britanniques, la Nouvelle-Zélande, la Grèce, l'Italie et les Colonies italiennes, le Japon et Chosen, Formose, le Sakhalin japonais et le territoire loué de Kwantoung, le Maroc, Monaco, la Norvège, les Pays-Bas, les Indes néerlandaises et la Colonie de Curaçao, la Perse, le Portugal et les Colonies portugaises, la Roumanie, la Russie et les Possessions et Protectorats russes, la République de Saint-Marin, le Siam, la Suède, la Turquie et l'Uruguay.

Les soussignés, plénipotentiaires des Gouvernements des Pays ci-dessus énumérés, s'étant réunis en Conférence à Londres, ont, d'un commun accord et sous réserve de ratification, arrêté la Convention suivante :

#### ARTICLE PREMIER.

Les Hautes Parties contractantes s'engagent à appliquer les dispositions de la présente Convention dans toutes les stations radiotélégraphiques (stations côtières et stations de bord) qui sont établies ou exploitées par les Parties contractantes et ouvertes au service de la correspondance publique entre la terre et les navires en mer.

Elles s'engagent, en outre, à imposer l'observation de ces dispositions aux exploitations privées autorisées, soit à établir ou à exploiter des stations côtières radiotélégraphiques ouvertes au service de la correspondance publique entre la terre et les navires en mer, soit à établir ou à exploiter des stations radiotélégraphiques ouvertes ou non au service de la correspondance publique à bord des navires qui portent leur pavillon.

#### ART. 2.

Est appelée station côtière toute station radiotélégraphique établie sur terre ferme ou à bord d'un navire ancré à demeure et utilisée pour l'échange de la correspondance avec les navires en mer.

Toute station radiotélégraphique établie sur un navire autre qu'un bateau fixe est appelée station de bord.

#### ART. 3.

Les stations côtières et les stations de bord sont tenues d'échanger réci-

proquement les radiotélégrammes sans distinction du système radiotélégraphique adopté par ces stations.

Chaque station de bord est tenue d'échanger les radiotélégrammes avec toute autre station de bord sans distinction du système radiotélégraphique adopté par ces stations.

Toutefois, afin de ne pas entraver les progrès scientifiques, les dispositions du présent article n'empêchent pas l'emploi éventuel d'un système radiotélégraphique incapable de communiquer avec d'autres systèmes, pourvu que cette incapacité soit due à la nature spécifique de ce système et qu'elle ne soit pas l'effet de dispositifs adoptés uniquement en vue d'empêcher l'intercommunication.

#### ART. 4.

Nonobstant les dispositions de l'article 3, une station peut être affectée à un service de correspondance publique restreinte déterminé par le but de la correspondance ou par d'autres circonstances indépendantes du système employé.

#### ART. 5.

Chacune des Hautes Parties contractantes s'engage à faire relier les stations côtières au réseau télégraphique par des fils spéciaux ou, tout au moins, à prendre d'autres mesures assurant un échange rapide entre les stations côtières et le réseau télégraphique.

#### ART. 6.

Les Hautes Parties contractantes se donnent mutuellement connaissance des noms des stations côtières et des stations de bord visées à l'article 1<sup>er</sup>, ainsi que de toutes les indications propres à faciliter et à accélérer les échanges radiotélégraphiques qui seront spécifiées dans le Règlement.

#### ART. 7.

Chacune des Hautes Parties contractantes se réserve la faculté de prescrire ou d'admettre que dans les stations visées à l'article 1<sup>er</sup>, indépendamment de l'installation dont les indications sont publiées conformément à l'article 6, d'autres dispositifs soient établis et exploités en vue d'une transmission radiotélégraphique spéciale sans que les détails de ces dispositifs soient publiés.

#### ART. 8.

L'exploitation des stations radiotélégraphiques est organisée, autant que possible, de manière à ne pas troubler le service d'autres stations de l'espèce.

#### ART. 9.

Les stations radiotélégraphiques sont obligées d'accepter par priorité absolue les appels de détresse quelle qu'en soit la provenance, de répondre de même à ces appels et d'y donner la suite qu'ils comportent.

#### ART. 10.

La taxe d'un radiotélégramme comprend, selon le cas :

- 1<sup>o</sup> (a) la « taxe côtière » qui appartient à la station côtière;  
(b) la « taxe de bord » qui appartient à la station de bord;
- 2<sup>o</sup> la taxe pour la transmission sur les lignes télégraphiques, calculée d'après les règles ordinaires;
- 3<sup>o</sup> les taxes de transit des stations côtières ou de bord intermédiaires et les taxes afférentes aux services spéciaux demandés par l'expéditeur.

Le taux de la taxe côtière est soumis à l'approbation du Gouvernement dont dépend la station côtière; celui de la taxe de bord, à l'approbation du Gouvernement dont dépend le navire.



## ART. 11.

Les dispositions de la présente Convention sont complétées par un Règlement qui a la même valeur et entre en vigueur en même temps que la Convention.

Les prescriptions de la présente Convention et du Règlement y relatif peuvent être à toute époque modifiées d'un commun accord par les Hautes Parties contractantes. Des conférences de plénipotentiaires ayant le pouvoir de modifier la Convention et le Règlement auront lieu périodiquement; chaque conférence fixera elle-même le lieu et l'époque de la réunion suivante.

## ART. 12.

Ces conférences sont composées de délégués des Gouvernements des Pays contractants.

Dans les délibérations, chaque Pays dispose d'une seule voix.

Si un Gouvernement adhère à la Convention pour ses colonies, possessions ou protectorats, les conférences ultérieures peuvent décider que l'ensemble ou une partie de ces colonies, possessions ou protectorats est considéré comme formant un pays pour l'application de l'alinéa précédent. Toutefois le nombre des voix dont dispose un Gouvernement, y compris ses colonies, possessions ou protectorats, ne peut dépasser six.

Sont considérés comme formant un seul pays pour l'application du présent article :

L'Afrique orientale allemande;  
L'Afrique allemande du Sud-Ouest;  
Le Cameroun;  
Le Togo;  
Les Protectorats allemands du Pacifique;  
L'Alaska;  
Hawaï et les autres possessions américaines de la Polynésie;  
Les Iles Philippines;  
Porto-Rico et les possessions américaines dans les Antilles;  
La Zone du Canal de Panama;  
Le Congo belge;  
La Colonie espagnole du Golfe de Guinée;  
L'Afrique occidentale française;  
L'Afrique équatoriale française;  
L'Indo-Chine;  
Madagascar;  
La Tunisie;  
L'Union de l'Afrique du Sud;  
La Fédération australienne;  
Le Canada;  
Les Indes britanniques;  
La Nouvelle-Zélande;  
L'Erythrée;  
La Somalie italienne;  
Chosen, Formose, le Sakhalin japonais et le territoire loué de Kwantoung;  
Les Indes néerlandaises;  
La Colonie de Curaçao;  
L'Afrique occidentale portugaise;  
L'Afrique orientale portugaise et les possessions portugaises asiatiques;  
L'Asie centrale russe (littoral de la Mer Caspienne);  
Boukhara;  
Khiva;  
La Sibérie occidentale (littoral de l'Océan Glacial);  
La Sibérie orientale (littoral de l'Océan Pacifique).

## ART. 13.

Le Bureau international de l'Union télégraphique est chargé de réunir, de coordonner et de publier les renseignements de toute nature relatifs à la radiotélégraphie, d'instruire les demandes de modification à la Convention et au Règlement, de faire promulguer les changements adoptés et, en général, de procéder à tous travaux administratifs dont il serait saisi dans l'intérêt de la radiotélégraphie internationale.

Les frais de cette institution sont supportés par tous les Pays contractants.

## ART. 14.

Chacune des Hautes Parties contractantes se réserve la faculté de fixer les conditions dans lesquelles elle admet les radiotélégrammes en provenance ou à destination d'une station, soit de bord, soit côtière, qui n'est pas soumise aux dispositions de la présente Convention.

Si un radiotélégramme est admis, les taxes ordinaires doivent lui être appliquées.

Il est donné cours à tout radiotélégramme provenant d'une station de bord et reçu par une station côtière d'un Pays contractant ou accepté en transit par l'Administration d'un Pays contractant.

Il est également donné cours à tout radiotélégramme à destination d'un navire, si l'Administration d'un Pays contractant en a accepté le dépôt ou si l'Administration d'un Pays contractant l'a accepté en transit d'un Pays non contractant, sous réserve du droit de la station côtière de refuser la transmission à une station de bord relevant d'un Pays non contractant.

## ART. 15.

Les dispositions des articles 8 et 9 de cette Convention sont également applicables aux installations radiotélégraphiques autres que celles visées à l'article 1<sup>er</sup>.

## ART. 16.

Les Gouvernements qui n'ont point pris part à la présente Convention sont admis à y adhérer sur leur demande.

Cette adhésion est notifiée par la voie diplomatique à celui des Gouvernements contractants au sein duquel la dernière Conférence a été tenue et par celui-ci à tous les autres.

Elle emporte de plein droit accession à toutes les clauses de la présente Convention et admission à tous les avantages y stipulés.

L'adhésion à la Convention du Gouvernement d'un Pays ayant des colonies, possessions ou protectorats ne comporte pas l'adhésion de ses colonies, possessions ou protectorats, à moins d'une déclaration à cet effet de la part de ce Gouvernement. L'ensemble de ces colonies, possessions et protectorats ou chacun d'eux séparément peut faire l'objet d'une adhésion distincte ou d'une dénonciation distincte dans les conditions prévues au présent article et à l'article 22.

## ART. 17.

Les dispositions des articles 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 11, 12 et 17 de la Convention télégraphique internationale de Saint-Petersbourg du 10/22 juillet 1875 sont applicables à la radiotélégraphie internationale.

## ART. 18.

En cas de dissentiment entre deux ou plusieurs Gouvernements contractants relativement à l'interprétation ou à l'exécution, soit de la présente Convention, soit du Règlement prévu par l'article 11, la question en litige peut, d'un commun accord, être soumise à un jugement arbitral. Dans ce cas, chacun des Gouvernements en cause en choisit un autre non intéressé dans la question.

La décision des arbitres est prise à la majorité absolue des voix.

En cas de partage des voix, les arbitres choisissent, pour trancher le différend, un autre Gouvernement contractant également désintéressé dans le litige. A défaut d'une entente concernant ce choix, chaque arbitre propose un Gouvernement contractant désintéressé; il est tiré au sort entre les Gouvernements proposés. Le tirage au sort appartient au Gouvernement sur le territoire duquel fonctionne le Bureau international prévu à l'article 13.

#### ART. 19.

Les Hautes Parties contractantes s'engagent à prendre ou à proposer à leurs législatures respectives les mesures nécessaires pour assurer l'exécution de la présente Convention.

#### ART. 20.

Les Hautes Parties contractantes se communiqueront les lois qui auraient déjà été rendues ou qui viendraient à l'être dans leurs Pays relativement à l'objet de la présente Convention.

#### ART. 21.

Les Hautes Parties contractantes conservent leur entière liberté relativement aux installations radiotélégraphiques non prévues à l'article 1<sup>er</sup> et, notamment, aux installations navales et militaires ainsi qu'aux stations assurant des communications entre points fixes. Toutes ces installations et stations restent soumises uniquement aux obligations prévues aux articles 8 et 9 de la présente Convention.

Toutefois, lorsque ces installations et stations font un échange de correspondance publique maritime, elles se conforment, pour l'exécution de ce service, aux prescriptions du Règlement en ce qui concerne le mode de transmission et la comptabilité.

Si, d'autre part, des stations côtières assurent, en même temps que la correspondance publique avec les navires en mer, des communications entre points fixes, elles ne sont pas soumises, pour l'exécution de ce dernier service, aux dispositions de la Convention, sous réserve de l'observation des articles 8 et 9 de cette Convention.

Cependant les stations fixes qui font de la correspondance entre terre et terre ne doivent pas refuser l'échange de radiotélégrammes avec une autre station fixe à cause du système adopté par cette station; toutefois la liberté de chaque Pays reste entière en ce qui concerne l'organisation du service de la correspondance entre points fixes et la détermination des correspondances à faire par les stations affectées à ce service.

#### ART. 22.

La présente Convention sera mise à exécution à partir du 1<sup>er</sup> juillet 1913, et demeurera en vigueur pendant un temps indéterminé et jusqu'à l'expiration d'une année à partir du jour où la dénonciation en sera faite.

La dénonciation ne produit son effet qu'à l'égard du Gouvernement au nom duquel elle a été faite. Pour les autres Parties contractantes, la Convention reste en vigueur.

#### ART. 23.

La présente Convention sera ratifiée et les ratifications en seront déposées à Londres dans le plus bref délai possible.

Dans le cas où une ou plusieurs des Hautes Parties contractantes ne ratifieraient pas la Convention, celle-ci n'en sera pas moins valable pour les Parties qui l'auront ratifiée.

En foi de quoi, les Plénipotentiaires respectifs ont signé la Convention en un exemplaire qui restera déposé aux archives du Gouvernement britannique et dont une copie sera remise à chaque Partie.

Fait à Londres, le 5 juillet 1912.

## Protocole final.

Au moment de procéder à la signature de la Convention arrêtée par la Conférence radiotélégraphique internationale de Londres, les Plénipotentiaires soussignés sont convenus de ce qui suit :

### I.

La nature exacte de l'adhésion notifiée de la part de la Bosnie-Herzégovine n'étant pas encore déterminée, il est reconnu qu'une voix est attribuée à la Bosnie Herzégovine, une décision devant intervenir ultérieurement sur le point de savoir si cette voix lui appartient en vertu du second paragraphe de l'article 12 de la Convention, ou si cette voix lui est accordée conformément aux dispositions du troisième paragraphe de cet article.

### II.

Il est pris acte de la déclaration suivante :

La Délégation des Etats-Unis déclare que son Gouvernement se trouve dans la nécessité de s'abstenir de toute action concernant les tarifs, parce que la transmission des radiotélégrammes ainsi que celle des télégrammes dans les Etats-Unis est exploitée, soit entièrement, soit en partie, par des Compagnies commerciales ou particulières.

### III.

Il est également pris acte de la déclaration suivante :

Le Gouvernement du Canada se réserve la faculté de fixer séparément, pour chacune de ses stations côtières, une taxe maritime totale pour les radiotélégrammes originaires de l'Amérique du Nord et destinés à un navire quelconque, la taxe côtière s'élevant aux trois cinquièmes et la taxe de bord aux deux cinquièmes de cette taxe totale.

En foi de quoi, les Plénipotentiaires respectifs ont dressé le présent Protocole final qui aura la même force et la même valeur que si ses dispositions étaient insérées dans le texte même de la Convention à laquelle il se rapporte, et ils l'ont signé en un exemplaire qui restera déposé aux archives du Gouvernement britannique et dont une copie sera remise à chaque Partie.

Fait à Londres, le 5 Juillet 1912.

# Règlement de service annexé à la Convention radiotélégraphique internationale.

## I. Organisation des stations radiotélégraphiques.

### ART. I.

Le choix des appareils et des dispositifs radiotélégraphiques à employer par les stations côtières et les stations de bord est libre. L'installation de ces stations doit répondre, autant que possible, aux progrès scientifiques et techniques.

### ART. II.

Deux longueurs d'onde, l'une de 600 mètres et l'autre de 300 mètres, sont admises pour le service de la correspondance publique générale. Toute station côtière ouverte à ce service doit être équipée de façon à pouvoir utiliser ces deux longueurs d'onde, dont l'une est désignée comme la longueur d'onde normale de la station. Pendant toute la durée de son ouverture, chaque station côtière doit être en état de recevoir les appels faits au moyen de sa longueur d'onde normale. Toutefois, pour les correspondances visées au paragraphe 2 de l'article XXXV, il est fait usage d'une longueur d'onde de 1.800 mètres. En outre, chaque Gouvernement peut autoriser l'emploi, dans une station côtière, d'autres longueurs d'onde destinées à assurer un service de longue portée, ou un service autre que celui de la correspondance publique générale et établi conformément aux dispositions de la Convention, sous la réserve que ces longueurs d'onde ne dépassent pas 600 mètres ou qu'elles soient supérieures à 1.600 mètres.

En particulier, les stations utilisées exclusivement pour l'envoi de signaux destinés à déterminer la position des navires ne doivent pas employer des longueurs d'onde supérieures à 150 mètres.

### ART. III.

1. Toute station de bord doit être équipée de façon à pouvoir se servir des longueurs d'onde de 600 mètres et de 300 mètres. La première est la longueur d'onde normale, et ne peut être dépassée dans la transmission, hormis le cas de l'article XXXV (paragraphe 2).

Il peut être fait usage d'autres longueurs d'onde, inférieures à 600 mètres, dans des cas spéciaux, et moyennant l'approbation des Administrations dont dépendent les stations côtières et les stations de bord intéressées.

2. Pendant toute la durée de son ouverture, chaque station de bord doit pouvoir recevoir les appels effectués au moyen de sa longueur d'onde normale.



3. Les navires de faible tonnage qui seraient dans l'impossibilité matérielle d'utiliser la longueur d'onde de 600 mètres pour la transmission peuvent être autorisés à employer exclusivement la longueur d'onde de 300 mètres; ils doivent être en mesure de recevoir au moyen de la longueur d'onde de 600 mètres.

#### ART. IV.

Les communications entre une station côtière et une station de bord, ou entre deux stations de bord, doivent être échangées de part et d'autre au moyen de la même longueur d'onde. Si, dans un cas particulier, la communication est difficile, les deux stations peuvent, d'un commun accord, passer de la longueur d'onde au moyen de laquelle elles correspondent à l'autre longueur d'onde réglementaire. Les deux stations reprennent leurs longueurs d'onde normales lorsque l'échange radiotélégraphique est terminé.

#### ART. V.

1. Le Bureau international dresse, publie et revise périodiquement une carte officielle mentionnant les stations côtières, leurs portées normales, les principales lignes de navigation et le temps employé normalement par les navires pour la traversée entre les divers ports d'atterrissage.

2. Il établit et publie une Nomenclature des stations radiotélégraphiques visées à l'article I<sup>er</sup> de la Convention, ainsi que des suppléments périodiques pour les additions et modifications. Cette Nomenclature donne pour chaque station les renseignements suivants :

- 1<sup>o</sup> Pour les stations côtières : le nom, la nationalité et la position géographique indiquée par la subdivision territoriale et par la longitude et la latitude du lieu; pour les stations de bord : le nom et la nationalité du navire; le cas échéant, le nom et l'adresse de l'exploitant;
- 2<sup>o</sup> L'indicatif d'appel (les indicatifs doivent être différenciés les uns des autres, et chacun doit être formé d'un groupe de trois lettres);
- 3<sup>o</sup> La portée normale;
- 4<sup>o</sup> Le système radiotélégraphique avec les caractéristiques du système d'émission (étincelles musicales, tonalité exprimée par le nombre de vibrations doubles, etc.);
- 5<sup>o</sup> Les longueurs d'onde utilisées (la longueur d'onde normale est soulignée);
- 6<sup>o</sup> La nature des services effectués;
- 7<sup>o</sup> Les heures d'ouverture;
- 8<sup>o</sup> Le cas échéant, l'heure et le mode d'envoi des signaux horaires et des télégrammes météorologiques;
- 9<sup>o</sup> La taxe côtière ou de bord.

3. Sont compris également dans la Nomenclature les renseignements relatifs aux stations radiotélégraphiques autres que celles visées à l'article I<sup>er</sup> de la Convention qui sont communiqués au Bureau international par l'Administration dont dépendent ces stations, pourvu qu'il s'agisse, soit d'Administrations adhérentes à la Convention, soit d'Administrations non adhérentes, mais ayant fait la déclaration prévue à l'article XLVIII.

4. Les notations suivantes sont adoptées dans les documents à l'usage du service international pour désigner les stations radiotélégraphiques :

- PG station ouverte à la correspondance publique générale;
- PR station ouverte à la correspondance publique restreinte;
- P station d'intérêt privé;
- O station ouverte seulement à la correspondance officielle;
- N station ayant un service permanent;
- X station n'ayant pas de vacations déterminées.

5. Le nom d'une station de bord indiqué à la première colonne de la Nomenclature doit être suivi, en cas d'homonymie, de l'indicatif d'appel de cette station.



## ART. VI.

L'échange de signaux et de mots superflus est interdit aux stations visées à l'article 1<sup>er</sup> de la Convention. Des essais et des exercices ne sont tolérés dans ces stations qu'autant qu'ils ne troublent point le service d'autres stations.

Les exercices doivent être effectués avec des longueurs d'onde différentes de celles admises pour la correspondance publique, et avec le minimum de puissance nécessaire.

## ART. VII.

1. Toutes les stations sont tenues d'échanger le trafic avec le minimum d'énergie nécessaire pour assurer une bonne communication.

2. Toute station côtière ou de bord doit satisfaire aux conditions suivantes :

a) Les ondes émises doivent être aussi pures et aussi peu amorties que possible.

En particulier, l'usage de dispositifs transmetteurs dans lesquels la production des ondes émises est obtenue en déchargeant directement l'antenne par étincelles (plain aerial) n'est pas autorisé, sauf dans les cas de détresse.

Il peut cependant être admis pour certaines stations spéciales (par exemple celles des petits bateaux) dans lesquelles la puissance primaire ne dépasse pas cinquante watts.

b) Les appareils doivent être à même de transmettre et de recevoir à une vitesse au moins égale à 20 mots par minute, le mot étant compté à raison de 5 lettres.

Les installations nouvelles mettant en jeu une énergie de plus de 50 watts seront équipées de telle sorte qu'il soit possible d'obtenir facilement plusieurs portées inférieures à la portée normale, la plus faible étant de 15 milles nautiques environ. Les installations anciennes mettant en jeu une énergie de plus de 50 watts seront transformées, autant que possible, de manière à satisfaire aux prescriptions précédentes.

c) Les appareils récepteurs doivent permettre de recevoir, avec le maximum possible de protection contre les perturbations, les transmissions sur les longueurs d'onde prévues au présent Règlement, jusqu'à 600 mètres.

3. Les stations servant exclusivement à déterminer la position des navires (radiophares) ne doivent pas opérer dans un rayon supérieur à 30 milles nautiques.

## ART. VIII.

Indépendamment des conditions générales spécifiées à l'article VII, les stations de bord doivent également satisfaire aux conditions suivantes

a) La puissance transmise à l'appareil radiotélégraphique, mesurée aux bornes de la génératrice de la station, ne doit pas, dans les circonstances normales, dépasser un kilowatt.

b) Sous réserve des prescriptions de l'article XXXV, paragraphe 2, une puissance supérieure à un kilowatt peut être employée, si le navire se trouve dans la nécessité de correspondre à une distance de plus de 200 milles nautiques de la station côtière la plus rapprochée, ou si, par suite de circonstances exceptionnelles, la communication ne peut être réalisée qu'au moyen d'une augmentation de puissance.

## ART. IX.

1. Aucune station de bord ne peut être établie ou exploitée par une entreprise privée sans une licence délivrée par le Gouvernement dont dépend le navire.

Les stations à bord des navires ayant leur port d'attache dans une colonie, possession ou protectorat peuvent être désignées comme dépendant de l'autorité de cette colonie, possession ou protectorat.

2. Toute station de bord titulaire d'une licence délivrée par l'un des Gou-

vernements contractants doit être considérée par les autres Gouvernements comme ayant une installation remplissant les conditions prévues par le présent Règlement.

Les autorités compétentes des pays où le navire fait escale peuvent exiger la production de la licence. A défaut de cette production, ces autorités peuvent s'assurer que les installations radiotélégraphiques du navire satisfont aux conditions imposées par le présent Règlement.

Lorsqu'une Administration reconnaît par la pratique qu'une station de bord ne remplit pas ces conditions, elle doit, dans tous les cas, adresser une réclamation à l'Administration du pays dont dépend le navire. Il est ensuite procédé, le cas échéant, comme le prescrit l'article XII, paragraphe 2.

#### ART. X.

1. Le service de la station de bord doit être assuré par un télégraphiste possesseur d'un certificat délivré par le Gouvernement dont dépend le navire, ou, en cas d'urgence et seulement pour une traversée, par un autre Gouvernement adhérent.

2 Il y a deux classes de certificats :

Celui de 1<sup>re</sup> classe constate la valeur professionnelle du télégraphiste en ce qui concerne :

- a) Le réglage des appareils et la connaissance de leur fonctionnement;
- b) La transmission et la réception auditive à une vitesse qui ne doit pas être inférieure à 20 mots par minute;
- c) La connaissance des règlements applicables à l'échange des communications radiotélégraphiques;

Le certificat de seconde classe peut être délivré à un télégraphiste n'atteignant qu'une vitesse de transmission et de réception de 12 à 19 mots par minute, tout en satisfaisant aux autres conditions susmentionnées. Les télégraphistes possesseurs d'un certificat de seconde classe peuvent être admis :

a) Sur les navires qui n'emploient la radiotélégraphie que pour leur service propre et pour la correspondance de l'équipage, en particulier sur les bateaux de pêche;

b) Sur tous les navires, à titre de suppléants, pourvu que ces navires aient à bord au moins un télégraphiste possesseur d'un certificat de première classe. Toutefois, sur les navires classés dans la première catégorie indiquée à l'article XIII, le service doit être assuré par au moins deux télégraphistes possesseurs de certificats de première classe.

Dans les stations de bord, les transmissions ne pourront être faites que par un télégraphiste muni d'un certificat de première ou de seconde classe, exception faite des cas d'urgence où il serait impossible de se conformer à cette disposition.

3. En outre, le certificat constate que le Gouvernement a soumis le télégraphiste à l'obligation du secret des correspondances.

4. Le service radiotélégraphique de la station de bord est placé sous l'autorité supérieure du commandant du navire.

#### ART. XI.

Les navires dotés d'installations radiotélégraphiques et classés dans les deux premières catégories indiquées à l'article XIII sont tenus d'avoir des installations radiotélégraphiques de secours dont tous les éléments sont placés dans des conditions de sécurité aussi grandes que possible et à déterminer par le Gouvernement qui délivre la licence. Ces installations de secours doivent disposer d'une source d'énergie qui leur soit propre, pouvoir être mises rapidement en marche, fonctionner pendant six heures au moins et avoir une portée minima de 80 milles nautiques pour les navires de la première catégorie et de 50 milles pour ceux de la deuxième catégorie. Cette installation de secours n'est pas exigée pour les navires dont l'installation normale remplit les conditions du présent article.

## ART. XII.

1. Si une Administration a connaissance d'une infraction à la Convention ou au Règlement commise dans une des stations qu'elle a autorisées, elle constate les faits et fixe les responsabilités.

En ce qui concerne les stations de bord, si la responsabilité incombe au télégraphiste, l'Administration prend les mesures nécessaires et, le cas échéant, retire le certificat. S'il est constaté que l'infraction résulte de l'état des appareils ou d'instructions données au télégraphiste, il est procédé de même à l'égard de la licence accordée au navire.

2. Dans le cas d'infractions réitérées à la charge du même navire, si les représentations faites à l'Administration dont dépend le navire par une autre Administration restent sans effet, celle-ci a la faculté, après en avoir donné avis, d'autoriser ses stations côtières à ne pas accepter les communications provenant du navire en cause. En cas de différend entre les deux Administrations, la question est soumise à un jugement arbitral à la demande de l'un des Gouvernements intéressés. La procédure est indiquée à l'article 18 de la Convention.

**2. Durée du service des stations.**

## ART. XIII.

**a. Stations côtières.**

1. Le service des stations côtières est, autant que possible, permanent, le jour et la nuit, sans interruptions.

Toutefois, certaines stations côtières peuvent avoir un service de durée limitée. Chaque Administration fixe les heures de service.

2. Les stations côtières dont le service n'est point permanent ne peuvent prendre clôture avant d'avoir transmis tous leurs radiotélégrammes aux navires qui se trouvent dans leur rayon d'action et avant d'avoir reçu de ces navires tous les radiotélégrammes annoncés. Cette disposition est également applicable lorsque des navires signalent leur présence avant la cessation effective du travail.

**b. Stations de bord.**

3. Les stations de bord sont classées en trois catégories :

- 1° Stations ayant un service permanent;
- 2° Stations ayant un service de durée limitée;
- 3° Stations n'ayant pas de vacations déterminées.

Pendant la navigation, doivent rester en permanence sur écoute : 1° les stations de la première catégorie; 2° celles de la deuxième catégorie, durant les heures d'ouverture du service; en dehors de ces heures, ces dernières stations doivent rester sur écoute les dix premières minutes de chaque heure. Les stations de la troisième catégorie ne sont astreintes à aucun service régulier d'écoute.

Il appartient aux Gouvernements qui délivrent les licences spécifiées par l'article IX de fixer la catégorie dans laquelle est classé le navire au point de vue de ses obligations en matière d'écoute. Mention de cette classification est faite dans la licence.

**3. Rédaction et dépôt des radiotélégrammes.**

## ART. XIV.

1. Les radiotélégrammes portent, comme premier mot du préambule, la mention de service « radio ».

2. Dans la transmission de radiotélégrammes originaux d'un navire en

mer, la date et l'heure du dépôt à la station de bord sont indiquées dans le préambule.

3. A la réexpédition sur le réseau télégraphique, la station côtière inscrit, comme indication du bureau d'origine, le nom du navire d'origine tel qu'il figure à la Nomenclature, et aussi, le cas échéant, celui du dernier navire qui a servi d'intermédiaire. Ces indications sont suivies du nom de la station côtière.

#### ART. XV.

1. L'adresse des radiotélégrammes destinés aux navires doit être aussi complète que possible. Elle est obligatoirement libellée comme suit :

a) Nom ou qualité du destinataire, avec indication complémentaire, s'il y a lieu ;

b) Nom du navire, tel qu'il figure dans la première colonne de la Nomenclature ;

c) Nom de la station côtière, tel qu'il figure à la Nomenclature.

Toutefois, le nom du navire peut être remplacé, aux risques et périls de l'expéditeur, par l'indication du parcours effectué par ce navire et déterminé par les noms des ports d'origine et de destination ou par toute autre mention équivalente.

2. Dans l'adresse, le nom du navire, tel qu'il figure dans la première colonne de la Nomenclature, est, dans tous les cas et indépendamment de sa longueur, compté pour un mot.

3. Les radiotélégrammes rédigés à l'aide du Code international de signaux sont transmis à destination sans être traduits.

#### 4. Taxation.

#### ART. XVI.

1. La taxe côtière et la taxe de bord sont fixées suivant le tarif par mot pur et simple, sur la base d'une rémunération équitable du travail radiotélégraphique, avec application facultative d'un minimum de taxe par radiotélégramme.

La taxe côtière ne peut dépasser 60 centimes par mot, et celle du bord 40 centimes par mot. Toutefois, chacune des Administrations a la faculté d'autoriser des taxes côtières et de bord supérieures à ces maxima dans le cas de stations d'une portée dépassant 400 milles nautiques, ou de stations exceptionnellement onéreuses en raison des conditions matérielles de leur installation et de leur exploitation.

Le minimum facultatif de taxe par radiotélégramme ne peut être supérieur à la taxe côtière ou de bord d'un radiotélégramme de 10 mots.

2. En ce qui concerne les radiotélégrammes originaux ou à destination d'un pays et échangés directement avec les stations côtières de ce pays, la taxe applicable à la transmission sur les lignes télégraphiques ne doit pas dépasser, en moyenne, celle du régime intérieur de ce pays.

Cette taxe est calculée par mot pur et simple, avec un minimum facultatif de perception ne dépassant pas la taxe afférente à dix mots. Elle est notifiée en francs par l'Administration du pays dont relève la station côtière.

Pour les pays du régime européen, à l'exception de la Russie et de la Turquie, il n'y a qu'une taxe unique pour le territoire de chaque pays.

#### ART. XVII.

1. Lorsqu'un radiotélégramme originaire d'un navire et à destination de la terre ferme transite par une ou deux stations de bord, la taxe comprend, outre celles du bord d'origine, de la station côtière et des lignes télégraphiques, la taxe de bord de chacun des navires ayant participé à la transmission.



2. L'expéditeur d'un radiotélégramme originaire de la terre ferme et destiné à un navire peut demander que son message soit transmis par l'intermédiaire d'une ou de deux stations de bord; il dépose à cet effet le montant des taxes radiotélégraphiques et télégraphiques, et en outre, à titre d'arrhes, une somme à fixer par le bureau d'origine en vue du paiement aux stations de bord intermédiaires des taxes de transit fixées au paragraphe 1; il doit encore verser, à son choix, la taxe d'un télégramme de 5 mots ou le prix d'affranchissement d'une lettre à expédier par la station côtière au bureau d'origine pour donner les renseignements nécessaires à la liquidation des arrhes déposées.

Le radiotélégramme est alors accepté aux risques et périls de l'expéditeur; il porte avant l'adresse l'indication éventuelle taxée : « x retransmissions télégraphe » ou « x retransmissions lettre » (x représentant le nombre des retransmissions demandées par l'expéditeur), selon que l'expéditeur désire que les renseignements nécessaires à la liquidation des arrhes soient fournis par télégraphe ou par lettre.

3. La taxe des radiotélégrammes originaux d'un navire, à destination d'un autre navire, et acheminés par l'intermédiaire d'une ou de deux stations côtières, comprend :

Les taxes de bord des deux navires, la taxe de la station côtière ou des deux stations côtières, selon le cas, et éventuellement la taxe télégraphique applicable au parcours entre les deux stations côtières.

4. La taxe des radiotélégrammes échangés entre les navires en dehors de l'intervention d'une station côtière comprend les taxes de bord des navires d'origine et de destination augmentées des taxes de bord des stations intermédiaires.

5. Les taxes côtière et de bord dues aux stations de transit sont les mêmes que celles fixées pour ces stations lorsque ces dernières sont stations d'origine ou de destination. Dans tous les cas, elles ne sont perçues qu'une fois.

6. Pour toute station côtière intermédiaire, la taxe à percevoir pour le service de transit est la plus élevée des taxes côtières afférentes à l'échange direct avec les deux navires en cause.

#### ART. XVIII.

Le pays sur le territoire duquel est établie une station côtière servant d'intermédiaire pour l'échange de radiotélégrammes entre une station de bord et un autre pays est considéré, en ce qui concerne l'application des taxes télégraphiques, comme pays de provenance ou de destination de ces radiotélégrammes et non comme pays de transit.

### 5. Perception des taxes.

#### ART. XIX.

1. La taxe totale des radiotélégrammes est perçue sur l'expéditeur, à l'exception : 1° des frais d'express (article LVIII, paragraphe 1, du Règlement télégraphique); 2° des taxes applicables aux réunions ou altérations de mots non admises, constatées par le bureau ou la station de destination (article XIX, paragraphe 9, du Règlement télégraphique), ces taxes étant perçues sur le destinataire.

Les stations de bord doivent posséder à cet effet les tarifs utiles. Elles ont, toutefois, la faculté de se renseigner auprès des stations côtières au sujet de la taxation de radiotélégrammes pour lesquels elles ne possèdent pas toutes les données nécessaires.

2. Le compte des mots du bureau d'origine est décisif au sujet des radiotélégrammes à destination de navires, et celui de la station de bord d'origine





est autrement, elle attend la première suspension, à moins qu'elle ne reconnaisse que son appel n'est pas susceptible de troubler les communications en cours. Il en est de même dans le cas où elle veut répondre à un appel.

4. Pour l'appel, toute station fait emploi de l'onde normale de la station à appeler.

5. Si, malgré ces précautions, une transmission radiotélégraphique est entravée, l'appel doit cesser à la première demande d'une station côtière ouverte à la correspondance publique. Cette station doit alors indiquer la durée approximative de l'attente.

6. La station de bord doit faire connaître à chaque station côtière à laquelle elle a signalé sa présence le moment où elle se propose de cesser ses opérations, ainsi que la durée probable de l'interruption.

#### ART. XXV.

1. L'appel comporte le signal **— • — • —**, l'indicatif de la station appelée, émis trois fois, et le mot « de » suivi de l'indicatif de la station expéditrice, émis trois fois.

2. La station appelée répond en donnant le signal **— • — • —**, suivi de l'indicatif, émis trois fois, de la station correspondante, du mot « de », de son propre indicatif et du signal **— • —**.

3. Les stations qui désirent entrer en communication avec des navires, sans cependant connaître les noms de ceux qui se trouvent dans leur rayon d'action, peuvent employer le signal **— • — • — • — • —** (signal de recherche). Les dispositions des paragraphes 1 et 2 sont également applicables à la transmission du signal de recherche et à la réponse à ce signal.

#### ART. XXVI.

Si une station appelée ne répond pas à la suite de l'appel (article XXV), émis trois fois à des intervalles de deux minutes, l'appel ne peut être repris qu'après un intervalle de quinze minutes, la station faisant l'appel s'étant d'abord assurée du fait qu'aucune communication radiotélégraphique n'est en cours.

#### ART. XXVII.

Toute station qui doit effectuer une transmission nécessitant l'emploi d'une grande puissance émet d'abord trois fois le signal d'avertissement **— • — • —**, avec la puissance minima nécessaire pour atteindre les stations voisines. Elle ne commence ensuite à transmettre avec la grande puissance que 30 secondes après l'envoi du signal d'avertissement.

#### ART. XXVIII.

1. Aussitôt que la station côtière a répondu, la station de bord lui fournit les renseignements qui suivent si elle a des messages à lui transmettre; ces renseignements sont également donnés lorsque la station côtière en fait la demande :

- a) La distance approximative, en milles nautiques, du navire à la station côtière;
- b) La position du navire indiquée sous une forme concise et adaptée aux circonstances respectives;
- c) Le prochain port auquel touchera le navire;
- d) Le nombre de radiotélégrammes, s'ils sont de longueur normale, ou le nombre de mots, si les messages ont une longueur exceptionnelle.

La vitesse du navire en milles nautiques est indiquée spécialement à la demande expresse de la station côtière.

2. La station côtière répond en indiquant, comme il est dit au paragraphe 1, soit le nombre de radiotélégrammes, soit le nombre de mots à transmettre au navire, ainsi que l'ordre de transmission.

3. Si la transmission ne peut avoir lieu immédiatement, la station côtière fait connaître à la station de bord la durée approximative de l'attente.

4. Si une station de bord appelée ne peut momentanément recevoir, elle informe la station appelante de la durée approximative de l'attente.

5. Dans les échanges entre deux stations de bord, il appartient à la station appelée de fixer l'ordre de transmission.

#### ART. XXIX.

Lorsqu'une station côtière est saisie d'appels provenant de plusieurs stations de bord, elle décide de l'ordre dans lequel ces stations seront admises à échanger leurs correspondances.

Pour régler cet ordre, la station côtière s'inspire uniquement de la nécessité de permettre à toute station intéressée d'échanger le plus grand nombre possible de radiotélégrammes.

#### ART. XXX.

Avant de commencer l'échange de la correspondance, la station côtière fait connaître à la station de bord si la transmission doit s'effectuer dans l'ordre alternatif ou par séries (article XXIII); elle commence ensuite la transmission ou fait suivre ces indications du signal ■ ■ ■.

#### ART. XXXI.

La transmission d'un radiotélégramme est précédée du signal ■ ■ ■ ■ ■ et terminée par le signal ■ ■ ■ ■ ■ suivi de l'indicatif de la station expéditrice et du signal ■ ■ ■.

Dans le cas d'une série de radiotélégrammes, l'indicatif de la station expéditrice et le signal ■ ■ ■ ne sont donnés qu'à la fin de la série.

#### ART. XXXII.

Lorsque le radiotélégramme à transmettre contient plus de 40 mots, la station expéditrice interrompt la transmission par le signal ■ ■ ■ ■ ■ après chaque série de 20 mots environ, et elle ne reprend la transmission qu'après avoir obtenu de la station correspondante la répétition du dernier mot bien reçu, suivi dudit signal, ou, si la réception est bonne, le signal ■ ■ ■.

Dans le cas de transmission par séries, l'accusé de réception est donné après chaque radiotélégramme.

Les stations côtières occupées à transmettre de longs radiotélégrammes doivent suspendre la transmission à la fin de chaque période de 15 minutes, et rester silencieuses pendant une durée de 3 minutes avant de continuer la transmission.

Les stations côtières et de bord qui travaillent dans les conditions prévues à l'article XXXV, paragraphe 2, doivent suspendre le travail à la fin de chaque période de 15 minutes et faire l'écoute sur la longueur d'onde de 600 mètres pendant une durée de 3 minutes avant de continuer la transmission.

#### ART. XXXIII.

1. Lorsque les signaux deviennent douteux, il importe d'avoir recours à toutes les ressources possibles pour l'achèvement de la transmission. A cet effet, le radiotélégramme est transmis trois fois au plus, à la demande de la station réceptrice. Si, malgré cette triple transmission, les signaux sont toujours illisibles, le radiotélégramme est annulé.

Si l'accusé de réception n'est pas reçu, la station transmettrice appelle de nouveau la station correspondante. Lorsqu'aucune réponse n'est faite après trois appels, la transmission n'est pas poursuivie. Dans ce cas, la station transmettrice a la faculté d'obtenir l'accusé de réception par l'intermédiaire d'une autre station radiotélégraphique, en utilisant, le cas échéant, les lignes du réseau télégraphique.

2. Si la station réceptrice juge que, malgré une réception défectueuse, le radiotélégramme peut être remis, elle inscrit à la fin du préambule la mention de service : « réception douteuse » et donne cours au radiotélégramme. Dans ce cas, l'Administration dont relève la station côtière réclame les taxes, conformément à l'article XLII du présent Règlement. Toutefois, si la station de bord transmet ultérieurement le radiotélégramme à une autre station côtière de la même Administration, celle-ci ne peut réclamer que les taxes afférentes à une seule transmission.

**d. Accusé de réception et fin du travail.**

**ART. XXXIV.**

1. L'accusé de réception se donne dans la forme prescrite par le Règlement télégraphique international; il est précédé de l'indicatif de la station transmettrice et suivi de l'indicatif de la station réceptrice.

2. La fin du travail entre deux stations est indiquée par chacune d'elles au moyen du signal ■ ■ ■ ■ ■ suivi de son propre indicatif.

**e. Direction à donner aux radiotélégrammes.**

**ART. XXXV.**

1. En principe, la station de bord transmet ses radiotélégrammes à la station côtière la plus rapprochée.

Cependant, si la station de bord peut choisir entre plusieurs stations côtières se trouvant à distances égales ou à peu près égales, elle donne la préférence à celle qui est établie sur le territoire du pays de destination ou de transit normal de ses radiotélégrammes.

2. Toutefois, un expéditeur à bord d'un navire a le droit d'indiquer la station côtière par laquelle il désire que son radiotélégramme soit expédié. La station de bord attend alors jusqu'à ce que cette station côtière soit la plus rapprochée.

Exceptionnellement la transmission peut s'effectuer à une station côtière plus éloignée, pourvu que :

- a) le radiotélégramme soit destiné au pays où est située cette station côtière et émane d'un navire dépendant de ce pays;
- b) pour les appels et la transmission, les deux stations utilisent une longueur d'onde de 1.800 mètres;
- c) la transmission par cette longueur d'onde ne trouble pas une transmission effectuée, au moyen de la même longueur d'onde, par une station côtière plus rapprochée;
- d) la station de bord se trouve à une distance de plus de 50 milles nautiques de toute station côtière indiquée dans la Nomenclature. La distance de 50 milles peut être réduite à 25 milles sous la réserve que la puissance maxima aux bornes de la génératrice n'excède pas 5 kilowatts et que les stations de bord soient établies en conformité des articles VII et VIII. Cette réduction de distance n'est pas applicable dans les mers, baies ou golfes dont les rives appartiennent à un seul pays et dont l'ouverture sur la haute mer a moins de 100 milles.

**7. Remise des radiotélégrammes à destination.**

**ART. XXXVI.**

Lorsque, pour une cause quelconque, un radiotélégramme provenant d'un navire en mer et destiné à la terre ferme ne peut être remis au destinataire, il est émis un avis de non-remise. Cet avis est transmis à la station côtière qui a reçu le radiotélégramme primitif. Cette dernière, après vérification de

l'adresse, réexpédie l'avis au navire, s'il est possible, au besoin par l'intermédiaire d'une autre station côtière du même pays ou d'un pays voisin.

Lorsqu'un radiotélégramme parvenu à une station de bord ne peut être remis, cette station en fait part au bureau ou à la station de bord d'origine par avis de service. Dans le cas des radiotélégrammes émanant de la terre ferme, cet avis est transmis, autant que possible, à la station côtière par laquelle a transité le radiotélégramme, ou, le cas échéant, à une autre station côtière du même pays ou d'un pays voisin.

#### ART. XXXVII.

Si le navire auquel est destiné un radiotélégramme n'a pas signalé sa présence à la station côtière dans le délai indiqué par l'expéditeur ou, à défaut d'une telle indication, jusqu'au matin du 8<sup>e</sup> jour suivant, cette station côtière en donne avis au bureau d'origine, qui en informe l'expéditeur.

Celui-ci a la faculté de demander par avis de service taxé, télégraphique ou postal, adressé à la station côtière, que son radiotélégramme soit retenu pendant une nouvelle période de 9 jours pour être transmis au navire et ainsi de suite. A défaut d'une telle demande, le radiotélégramme est mis au rebut à la fin du 9<sup>e</sup> jour (jour de dépôt non compris).

Cependant, si la station côtière a la certitude que le navire est sorti de son rayon d'action avant qu'elle ait pu lui transmettre le radiotélégramme, elle en informe immédiatement le bureau d'origine, qui avise sans retard l'expéditeur de l'annulation du message. Toutefois, l'expéditeur peut, par avis de service taxé, demander à la station côtière de transmettre le radiotélégramme au plus prochain passage du navire.

### 8. Radiotélégrammes spéciaux.

#### ART. XXXVIII.

Sont seuls admis :

1<sup>o</sup> *Les radiotélégrammes avec réponse payée.* Ces radiotélégrammes portent, avant l'adresse, l'indication « Réponse payée » ou « RP » complétée par la mention du montant payé d'avance pour la réponse, soit : « Réponse payée fr. x », ou : « RP fr. x » ;

Le bon de réponse émis à bord d'un navire donne la faculté d'expédier, dans la limite de sa valeur, un radiotélégramme à une destination quelconque à partir de la station de bord qui a émis ce bon.

2<sup>o</sup> *Les radiotélégrammes avec collationnement :*

3<sup>o</sup> *Les radiotélégrammes à remettre par exprès.* Mais seulement dans le cas où le montant des frais d'exprès est perçu sur le destinataire. Les pays qui ne peuvent adopter ces radiotélégrammes doivent en faire la déclaration au Bureau international. Les radiotélégrammes à remettre par exprès avec frais perçus sur l'expéditeur peuvent être admis lorsqu'ils sont destinés au pays sur le territoire duquel se trouve la station côtière correspondante.

4<sup>o</sup> *Les radiotélégrammes à remettre par poste ;*

5<sup>o</sup> *Les radiotélégrammes multiples ;*

6<sup>o</sup> *Les radiotélégrammes avec accusé de réception.* Mais seulement en ce qui concerne la notification de la date et de l'heure auxquelles la station côtière a transmis à la station de bord le radiotélégramme adressé à cette dernière ;

7<sup>o</sup> *Les avis de service taxés.* Sauf ceux qui demandent une répétition ou un renseignement. Toutefois, tous les avis de service taxés sont admis sur le parcours des lignes télégraphiques ;

8<sup>o</sup> *Les radiotélégrammes urgents.* Mais seulement sur le parcours des lignes télégraphiques et sous réserve de l'application du Règlement télégraphique international.



## ART. XXXIX.

Les radiotélégrammes peuvent être transmis par une station côtière à un navire, ou par un navire à un autre navire, en vue d'une réexpédition par la voie postale à effectuer à partir d'un port d'atterrissage du navire récepteur.

Ces radiotélégrammes ne comportent aucune retransmission radiotélégraphique.

L'adresse de ces radiotélégrammes doit être libellée ainsi qu'il suit :

- 1° Indication taxée « poste » suivie du nom du port où le radiotélégramme doit être remis à la poste;
- 2° Nom et adresse complète du destinataire;
- 3° Nom de la station de bord qui doit effectuer le dépôt à la poste;
- 4° Le cas échéant, nom de la station côtière.

Exemple : Poste Buenosaires Martinez 14 Calle Prat Valparaiso Avon Lizard.

La taxe comprend, outre les taxes radiotélégraphiques et télégraphiques, une somme de 25 centimes pour l'affranchissement postal du radiotélégramme.

## 9. Archives.

## ART. XL.

Les originaux des radiotélégrammes, ainsi que les documents y relatifs retenus par les Administrations, sont conservés avec toutes les précautions nécessaires au point de vue du secret au moins pendant 15 mois, à compter du mois qui suit celui du dépôt des radiotélégrammes.

Ces originaux et documents sont, autant que possible, envoyés au moins une fois par mois, par les stations de bord, aux Administrations dont elles relèvent.

## 10. Détaxes et remboursements.

## ART. XLI.

1. En ce qui concerne les détaxes et remboursements, il est fait application du Règlement télégraphique international, en tenant compte des restrictions indiquées aux articles XXXVIII et XXXIX du présent Règlement, et sous les réserves suivantes :

Le temps employé à la transmission radiotélégraphique, ainsi que la durée du séjour du radiotélégramme dans la station côtière pour les radiotélégrammes à destination des navires, ou dans la station de bord pour les radiotélégrammes originaires des navires, ne comptent pas dans les délais concernant les détaxes et remboursements.

Si la station côtière fait connaître au bureau d'origine qu'un radiotélégramme ne peut être transmis au navire destinataire, l'Administration du pays d'origine provoque aussitôt le remboursement à l'expéditeur des taxes côtières et de bord relatives à ce radiotélégramme. Dans ce cas, les taxes remboursées n'entrent pas dans les comptes prévus par l'article XLII, mais le radiotélégramme y est mentionné pour mémoire.

Le remboursement est supporté par les différentes Administrations et exploitations privées qui ont participé à l'acheminement du radiotélégramme, chacune d'elles abandonnant sa part de taxe. Toutefois, les radiotélégrammes auxquels sont applicables les articles 7 et 8 de la Convention de Saint-Petersbourg restent soumis aux dispositions du Règlement télégraphique international, sauf lorsque l'acceptation de ces radiotélégrammes est le résultat d'une erreur de service.

2. Lorsque l'accusé de réception d'un radiotélégramme n'est pas parvenu

à la station qui a transmis le message, la taxe n'est remboursée que lorsqu'il a été établi que le radiotélégramme donne lieu à remboursement.

## 11. Comptabilité.

### ART. XLII.

1. Les taxes côtières et de bord n'entrent pas dans les comptes prévus par le Règlement télégraphique international.

Les comptes concernant ces taxes sont liquidés par les Administrations des pays intéressés. Ils sont établis par les Administrations dont dépendent les stations côtières et communiqués par elles aux Administrations intéressées. Dans le cas où l'exploitation des stations côtières est indépendante de l'Administration du pays, l'exploitant de ces stations peut être substitué, en ce qui concerne les comptes, à l'Administration de ce pays.

2. Pour la transmission sur les lignes télégraphiques, le radiotélégramme est traité, au point de vue des comptes, conformément au Règlement télégraphique.

3. Pour les radiotélégrammes originaux des navires, l'Administration dont dépend la station côtière débite l'Administration dont dépend la station de bord d'origine des taxes côtières et télégraphiques ordinaires, des taxes totales perçues pour les réponses payées, des taxes côtières et télégraphiques perçues pour le collationnement, des taxes afférentes à la remise par exprès (dans le cas prévu par l'article XXXVIII ou par poste et de celles perçues pour les copies supplémentaires (TM). L'Administration dont dépend la station côtière crédite, le cas échéant, par la voie des comptes télégraphiques et par l'intermédiaire des Offices ayant participé à la transmission des radiotélégrammes, l'Administration dont dépend le bureau de destination, des taxes totales relatives aux réponses payées. En ce qui concerne les taxes télégraphiques et les taxes relatives à la remise par exprès ou par poste et aux copies supplémentaires, il est procédé conformément au Règlement télégraphique, la station côtière étant considérée comme bureau télégraphique d'origine.

Pour les radiotélégrammes à destination d'un pays situé au delà de celui auquel appartient la station côtière, les taxes télégraphiques à liquider conformément aux dispositions ci-dessus sont celles qui résultent, soit des tableaux « A » et « B » annexés au Règlement télégraphique international, soit d'arrangements spéciaux conclus entre les Administrations de pays limitrophes et publiés par ces Administrations, et non les taxes qui pourraient être perçues d'après les dispositions particulières des articles XXIII, paragraphe 1, et XXVII, paragraphe 1, du Règlement télégraphique.

Pour les radiotélégrammes et les avis de service taxés à destination des navires, l'Administration dont dépend le bureau d'origine est débitée directement par celle dont dépend la station côtière des taxes côtières et de bord. Toutefois, les taxes totales afférentes aux réponses payées sont créditées, s'il y a lieu, de pays à pays, par la voie des comptes télégraphiques, jusqu'à l'Administration dont dépend la station côtière. En ce qui concerne les taxes télégraphiques et les taxes relatives à la remise par poste et aux copies supplémentaires, il est procédé conformément au Règlement télégraphique. L'Administration dont dépend la station côtière crédite celle dont dépend le navire destinataire de la taxe de bord, s'il y a lieu des taxes revenant aux stations de bord intermédiaires, de la taxe totale perçue pour les réponses payées, de la taxe de bord relative au collationnement, ainsi que des taxes perçues pour l'établissement de copies supplémentaires et pour la remise par poste.

Les avis de service taxés et les réponses payées elles-mêmes sont traités dans les comptes radiotélégraphiques, sous tous les rapports, comme les autres radiotélégrammes.



Pour les radiotélégrammes acheminés au moyen d'une ou de deux stations de bord intermédiaires, chacune de celles-ci débite la station de bord d'origine, s'il s'agit d'un radiotélégramme provenant d'un navire, ou celle de destination, s'il s'agit d'un radiotélégramme destiné à un navire, de la taxe de bord lui revenant pour le transit.

4. En principe, la liquidation des comptes afférents aux échanges entre stations de bord se fait directement entre les Compagnies exploitant ces stations, la station d'origine étant débitée par la station de destination.

5. Les comptes mensuels servant de base à la comptabilité spéciale des radiotélégrammes sont établis radiotélégramme par radiotélégramme avec toutes les indications utiles et dans un délai de six mois à partir du mois auquel ils se rapportent.

6. Les Gouvernements se réservent la faculté de prendre entre eux et avec des compagnies privées (entrepreneurs exploitant des stations radiotélégraphiques, compagnies de navigation, etc.) des arrangements spéciaux en vue de l'adoption d'autres dispositions concernant la comptabilité.

## 12. Bureau international.

### ART. XLIII.

Les dépenses supplémentaires, résultant du fonctionnement du Bureau international, en ce qui concerne la radiotélégraphie, ne doivent pas dépasser 80.000 francs par an, non compris les frais spéciaux auxquels donne lieu la réunion d'une Conférence internationale. Les Administrations des Etats contractants sont, pour la contribution aux frais, réparties en six classes ainsi qu'il suit :

1<sup>re</sup> classe :

Union de l'Afrique du Sud; Allemagne; Etats-Unis d'Amérique; Alaska; Hawaï et les autres Possessions américaines de la Polynésie; Iles Philippines; Porto-Rico et les Possessions américaines dans les Antilles; Zone du Canal de Panama; République Argentine; Australie; Autriche; Brésil; Canada; France; Grande-Bretagne; Hongrie; Indes britanniques; Italie; Japon; Nouvelle-Zélande; Russie; Turquie.

2<sup>e</sup> classe :

Espagne.

3<sup>e</sup> classe :

Asie centrale russe (littoral de la Mer Caspienne); Belgique; Chili; Chosen, Formose, Sakhalin japonais et le territoire loué de Kwantoung; Indes néerlandaises; Norvège; Pays-Bas; Portugal; Roumanie; Sibérie occidentale (littoral de l'Océan Glacial); Sibérie orientale (littoral de l'Océan Pacifique); Suède.

4<sup>e</sup> classe :

Afrique orientale allemande; Afrique allemande du Sud-ouest; Cameroun; Togo; Protectorats allemands du Pacifique; Danemark; Egypte; Indo-Chine; Mexique; Siam; Uruguay.

5<sup>e</sup> classe :

Afrique occidentale française; Bosnie-Herzégovine; Bulgarie; Grèce; Madagascar; Tunisie.

6<sup>e</sup> classe :

Afrique équatoriale française; Afrique occidentale portugaise; Afrique orientale portugaise et possessions asiatiques; Boukhara; Congo belge; Colonie de Curaçao; Colonie espagnole du Golfe de Guinée; Erythrée; Khiva; Maroc; Monaco; Perse; Saint-Marin; Somalie italienne.

### ART. XLIV.

Les différentes Administrations font parvenir au Bureau international un tableau conforme au modèle ci-joint et contenant les indications énumérées

dans ledit tableau pour les stations visées à l'article V du Règlement. Les modifications survenues et les suppléments sont communiqués par les Administrations au Bureau international du 1<sup>er</sup> au 10 de chaque mois. A l'aide de ces communications, le Bureau international dresse la Nomenclature prévue par l'article V. La Nomenclature est distribuée aux Administrations intéressées. Elle peut également, avec les suppléments y relatifs, être vendue au public au prix de revient.

Le Bureau international veille à ce que l'adoption d'indicatifs identiques pour les stations radiotélégraphiques soit évitée.

### 13. Transmissions météorologiques, horaires et autres.

#### ART. XLV.

1. Les Administrations prennent les dispositions nécessaires pour faire parvenir à leurs stations côtières les télégrammes météorologiques contenant les indications intéressant la région de ces stations. Ces télégrammes, dont le texte ne doit pas dépasser 20 mots, sont transmis aux navires qui en font la demande. La taxe de ces télégrammes météorologiques est portée au compte des navires destinataires.

2. Les observations météorologiques, faites par certains navires désignés à cet effet par le pays dont ils dépendent, peuvent être transmises une fois par jour, comme avis de service taxés, aux stations côtières autorisées à les recevoir par les Administrations intéressées, qui désignent également les bureaux météorologiques auxquels ces observations sont adressées par les stations côtières.

3. Les signaux horaires et les télégrammes météorologiques sont transmis à la suite les uns des autres de manière que la durée totale de leur transmission n'excède pas dix minutes. En principe, pendant cet envoi, toutes les stations radiotélégraphiques dont la transmission peut troubler la réception de ces signaux et télégrammes font silence, de façon à permettre à toutes les stations qui le désirent de recevoir ces télégrammes et signaux. Exception est faite pour les cas de détresse et les télégrammes d'Etat.

4. Les Administrations facilitent la communication aux agences d'informations maritimes qu'elles agréent des renseignements concernant les avaries et sinistres maritimes ou présentant un intérêt général pour la navigation dont les stations côtières peuvent régulièrement donner communication.

### 14. Dispositions diverses.

#### ART. XLVI.

Les transmissions échangées entre les stations de bord doivent s'effectuer de manière à ne pas troubler le service des stations côtières, celles-ci devant avoir, en règle générale, le droit de priorité pour la correspondance publique.

#### ART. XLVII.

Les stations côtières et les stations de bord sont tenues de participer à la retransmission des radiotélégrammes dans les cas où la communication ne peut s'établir directement entre les stations d'origine et de destination.

Le nombre des retransmissions est toutefois limité à deux.

En ce qui concerne les radiotélégrammes destinés à la terre ferme, il ne peut être fait usage des retransmissions que pour atteindre la station côtière la plus rapprochée.

La retransmission est dans tous les cas subordonnée à la condition que

la station intermédiaire qui reçoit le radiotélégramme en transit soit en mesure de lui donner cours.

ART. XLVIII.

Si le parcours d'un radiotélégramme s'effectue en partie sur des lignes télégraphiques ou par des stations radiotélégraphiques relevant d'un Gouvernement non contractant, il peut être donné cours à ce radiotélégramme, sous la réserve, tout au moins, que les Administrations dont dépendent ces lignes ou ces stations aient déclaré vouloir appliquer, le cas échéant, les dispositions de la Convention et du Règlement qui sont indispensables pour l'acheminement régulier des radiotélégrammes et que la comptabilité soit assurée.

Cette déclaration est faite au Bureau international et portée à la connaissance des Offices de l'Union télégraphique.

ART. XLIX.

Les modifications du présent Règlement qui seraient rendues nécessaires par suite des décisions des Conférences télégraphiques ultérieures seront mises en vigueur à la date fixée pour l'application des dispositions arrêtées par chacune de ces dernières Conférences.

ART. L.

Les dispositions du Règlement télégraphique international sont applicables, par analogie, à la correspondance radiotélégraphique en tant qu'elles ne sont pas contraires aux dispositions du présent Règlement.

Sont applicables, en particulier, à la correspondance radiotélégraphique les prescriptions de l'article XXVII, paragraphes 3 à 6, du Règlement télégraphique, relatives à la perception des taxes, celles des articles XXXVI et XLI relatives à l'indication de la voie à suivre, celles des articles LXXV, paragraphe 1, LXXVIII, paragraphes 2 à 4, et LXXIX, paragraphes 2 et 4, relatives à l'établissement des comptes. Toutefois : 1<sup>o</sup> le délai de 6 mois prévu par le paragraphe 2 de l'article LXXIX du Règlement télégraphique pour la vérification des comptes est porté à 9 mois en ce qui concerne les radiotélégrammes; 2<sup>o</sup> les dispositions de l'article XVI, paragraphe 2, ne sont pas considérées comme autorisant la transmission gratuite, par les stations radiotélégraphiques, des télégrammes de service concernant exclusivement le service télégraphique non plus que la transmission en franchise, sur les lignes télégraphiques, des télégrammes de service exclusivement relatifs au service radiotélégraphique; 3<sup>o</sup> les dispositions de l'article LXXIX, paragraphes 3 et 5, ne sont pas applicables à la comptabilité radiotélégraphique. En vue de l'application des dispositions du Règlement télégraphique, les stations côtières sont considérées comme bureaux de transit, sauf quand le Règlement radiotélégraphique stipule expressément que ces stations doivent être considérées comme bureaux d'origine ou de destination.

Conformément à l'article 11 de la Convention de Londres, le présent Règlement entrera en vigueur le 1<sup>er</sup> juillet 1913.

En foi de quoi, les Plénipotentiaires respectifs ont signé ce Règlement en un exemplaire qui restera déposé aux archives du Gouvernement britannique et dont une copie sera remise à chaque Partie.

# Liste des abréviations à employer dans les transmissions radiotélégraphiques.

| ABRÉVIATION | QUESTION                                                                            | RÉPONSE OU AVIS                                                                         |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| 1           | 2                                                                                   | 3                                                                                       |
| — — — — —   | (C Q) . . . . .                                                                     | Signal de recherche employé par une station qui désire entrer en correspondance.        |
| — — — —     | (T R) . . . . .                                                                     | Signal annonçant l'envoi d'indications concernant une station de bord (article XXVIII). |
| — — — — —   | (!) . . . . .                                                                       | Signal indiquant qu'une station va émettre avec une grande puissance.                   |
| P R B       | Désirez-vous communiquer avec ma station à l'aide du Code international de signaux? | Je désire communiquer avec votre station à l'aide du Code international de signaux.     |
| Q R A       | Quel est le nom de votre station? . . . . .                                         | Ici la station . . . . .                                                                |
| Q R B       | A quelle distance vous trouvez-vous de ma station? . .                              | La distance entre nos stations est de . . . . . milles nautiques.                       |
| Q R C       | Quel est votre vrai relèvement? . . . . .                                           | Mon vrai relèvement est de . . . . . degrés.                                            |
| Q R D       | Où allez-vous? . . . . .                                                            | Je vais à . . . . .                                                                     |
| Q R F       | D'où venez-vous? . . . . .                                                          | Je viens de . . . . .                                                                   |
| Q R G       | A quelle compagnie ou ligne de navigation appartenez-vous?                          | J'appartiens à . . . . .                                                                |
| Q R H       | Quelle est votre longueur d'onde? . . . . .                                         | Ma longueur d'onde est de . . . . . mètres.                                             |
| Q R J       | Combien de mots avez-vous à transmettre? . . . . .                                  | J'ai . . . . . mots à transmettre.                                                      |
| Q R K       | Comment recevez-vous? . . . . .                                                     | Je reçois bien.                                                                         |

|       |                                                                                                           |                                                                                            |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| Q R L | Recevez-vous mal? Dois-je transmettre 20 fois :<br>■■■■■ pour permettre le réglage de vos appa-<br>reils? | Je reçois mal. Transmettez 20 fois : ■■■■■ pour<br>que je puisse régler mes appareils.     |
| Q R M | Êtes-vous troublé? . . . . .                                                                              | Je suis troublé.                                                                           |
| Q R N | Les atmosphériques sont-elles très fortes? . . . . .                                                      | Les atmosphériques sont très fortes.                                                       |
| Q R O | Dois-je augmenter l'énergie? . . . . .                                                                    | Augmentez l'énergie.                                                                       |
| Q R P | Dois-je diminuer l'énergie? . . . . .                                                                     | Diminuez l'énergie.                                                                        |
| Q R Q | Dois-je transmettre plus vite? . . . . .                                                                  | Transmettez plus vite.                                                                     |
| Q R S | Dois-je transmettre plus lentement? . . . . .                                                             | Transmettez plus lentement.                                                                |
| Q R T | Dois-je cesser la transmission? . . . . .                                                                 | Cessez la transmission.                                                                    |
| Q R U | Avez-vous quelque chose pour moi? . . . . .                                                               | Je n'ai rien pour vous.                                                                    |
| Q R V | Êtes-vous prêt? . . . . .                                                                                 | Je suis prêt. Tout est en ordre.                                                           |
| Q R W | Êtes-vous occupé? . . . . .                                                                               | Je suis occupé avec une autre station [ou : avec . . . . .].<br>Prière de ne pas troubler. |
| Q R X | Dois-je attendre? . . . . .                                                                               | Attendez. Je vous appellerai à . . . . . heures [ou : au<br>besoin].                       |
| Q R Y | Quel est mon tour? . . . . .                                                                              | Votre tour est numéro . . . . .                                                            |
| Q R Z | Mes signaux sont-ils faibles? . . . . .                                                                   | Vos signaux sont faibles.                                                                  |
| Q S A | Mes signaux sont-ils forts? . . . . .                                                                     | Vos signaux sont forts.                                                                    |
| Q S B | Mon ton est-il mauvais? . . . . .                                                                         | Le ton est mauvais.                                                                        |
| Q S C | Mon étincelle est-elle mauvaise? . . . . .                                                                | L'étincelle est mauvaise.                                                                  |
| Q S D | Les intervalles de transmission sont-ils mauvais? . . . . .                                               | Les intervalles de transmission sont mauvais.                                              |
| Q S D | Comparons nos montres. J'ai . . . . . heures; quelle<br>heure avez-vous?                                  | L'heure est . . . . .                                                                      |
| R S F | Les radiotélégrammes doivent-ils être transmis dans<br>l'ordre alternatif ou par séries?                  | La transmission sera faite dans l'ordre alternatif.                                        |



| ABRÉVIATION | QUESTION                                                                | RÉPONSE OU AVIS                                                     |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| 1           | 2                                                                       | 3                                                                   |
| Q S G       | .....                                                                   | La transmission sera faite par séries de 5 radiotélégrammes.        |
| Q S H       | .....                                                                   | La transmission sera faite par séries de 10 radiotélégrammes.       |
| Q S J       | Quelle est la taxe à percevoir pour .....?                              | La taxe à percevoir est de .....                                    |
| Q S K       | Le dernier radiotélégramme est-il annulé? .....                         | Le dernier radiotélégramme est annulé.                              |
| Q S L       | Avez-vous reçu accusé de réception? .....                               | Prière donner accusé de réception.                                  |
| Q S M       | Quelle est votre vraie route? .....                                     | Ma vraie route est de ..... degrés.                                 |
| Q S N       | Communiquez-vous avec terre ferme? .....                                | Je ne communique pas avec terre ferme.                              |
| Q S O       | Êtes-vous en communication avec une autre station<br>[ou : avec .....]? | Je suis en communication avec ..... [par l'intermédiaire de .....]. |
| Q S P       | Dois-je signaler à ..... que vous l'appellez? .....                     | Informez ..... que je l'appelle.                                    |
| Q S Q       | Suis-je appelé par .....?                                               | Vous êtes appelé par .....                                          |
| Q S R       | Expédiez-vous le radiotélégramme .....?                                 | J'expédierai le radiotélégramme .....                               |
| Q S T       | Avez-vous reçu un appel général? .....                                  | Appel général à toutes stations.                                    |
| Q S U       | Prière m'appeler dès que vous aurez fini [ou : à ..... heures].         | Je vous appellerai dès que j'aurai fini.                            |
| Q S V       | Correspondance publique est-elle engagée? .....                         | Correspondance publique est engagée. Prière de ne pas la troubler.  |
| Q S W       | Dois-je augmenter ma fréquence d'étincelle? .....                       | Augmentez la fréquence d'étincelle.                                 |
| Q S X       | Dois-je diminuer ma fréquence d'étincelle? .....                        | Diminuez la fréquence d'étincelle.                                  |
| Q S Y       | Dois-je transmettre avec la longueur d'onde de ..... mètres?            | Passons à l'onde de ..... mètres.                                   |

|       |       |                                                                                                                                                                                          |
|-------|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Q S Z | ..... | Transmettez chaque mot deux fois; j'ai de la difficulté à recevoir vos signaux.                                                                                                          |
| Q T A | ..... | Transmettez chaque radiotélégramme deux fois; j'ai de la difficulté à recevoir vos signaux, ou : Répétez le radiotélégramme que vous venez de transmettre; la réception en est douteuse. |

Lorsqu'une abréviation est suivie d'un point d'interrogation, elle s'applique à la question indiquée en regard de cette abréviation.

### Exemples :

#### Stations

|   |                     |                                                               |
|---|---------------------|---------------------------------------------------------------|
| A | Q R A ?             | = Quel est le nom de votre station ?                          |
| B | Q R A Campania      | = Ici la station Campania.                                    |
| A | Q R G ?             | = A quelle compagnie ou ligne de navigation appartenez-vous ? |
| B | Q R G Cunard. Q R Z | = J'appartiens à la Cunard Line. Vos signaux sont faibles.    |

La station A augmente alors l'énergie de son transmetteur et lance :

|   |          |                                                              |
|---|----------|--------------------------------------------------------------|
| A | Q R K ?  | = Comment recevez-vous ?                                     |
| B | Q R K    | = Je reçois bien.                                            |
|   | Q R B 80 | = La distance entre nos stations est de 80 milles nautiques. |
|   | Q R C 62 | = Mon vrai relèvement est de 62 degrés.                      |
|   | etc.     | etc                                                          |

## État signalétique des stations radiotélégraphiques.

## a) Stations côtières.

| Nom. | Nationalité. | Position géographique.<br>E = longitude orientale.<br>O = longitude occidentale.<br>N = latitude septentrionale.<br>S = latitude méridionale.<br>Subdivisions territoriales. | Indicatif d'appel. | Portée normale en milles nautiques. | Système radiotélégraphique avec les caractéristiques du système émetteur. | Longueurs d'onde en mètres (la longueur d'onde normale est soulignée) |
|------|--------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
|      |              |                                                                                                                                                                              |                    |                                     |                                                                           |                                                                       |

| Nature des services effectués. | Heures d'ouverture (heure du fuseau. | TAXE CÔTIÈRE        |                                         | OBSERVATIONS<br>(éventuellement heure et mode d'envoi des signaux horaires et des télégrammes météorologiques). |
|--------------------------------|--------------------------------------|---------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                |                                      | par mot, en francs. | minimum par radiotélégramme, en francs. |                                                                                                                 |
|                                |                                      |                     |                                         |                                                                                                                 |

## b) Stations de bord.

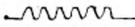
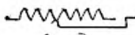
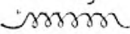
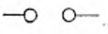
| Nom. | Nationalité. | Indicatif d'appel. | Portée normale en milles nautiques. | Système radiotélégraphique avec les caractéristiques du système émetteur. | Longueurs d'onde en mètres (la longueur d'onde normale est soulignée). |
|------|--------------|--------------------|-------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
|      |              |                    |                                     |                                                                           |                                                                        |

| Nature des services effectués. | Heures d'ouverture. | TAXE DE BORD                       |                                         | OBSERVATIONS<br>(éventuellement, nom et adresse de l'exploitant). |
|--------------------------------|---------------------|------------------------------------|-----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
|                                |                     | par mot, en francs.                | minimum par radiotélégramme, en francs. |                                                                   |
|                                |                     | 1 <sup>o</sup> Navires de guerre   |                                         |                                                                   |
|                                |                     | 2 <sup>o</sup> Navires de commerce |                                         |                                                                   |

## SIGNES CONVENTIONNELS GÉNÉRAUX EMPLOYÉS DANS LES SCHÉMAS

---

|                                                                                     |                             |                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|-------------------------------------------------------|
|    | Appareil de mesure          | { V. Voltmètre<br>A. Ampèremètre<br>F. Fréquencemètre |
|    | Interrupteur                |                                                       |
|    | Coupe-circuit               |                                                       |
|    | Résistance fixe             |                                                       |
|    | Résistance variable         |                                                       |
|    | Dynamo à courant continu    |                                                       |
|    | Dynamo à courant alternatif |                                                       |
|    | Bobine de self-induction    |                                                       |
|    | Transformateur              |                                                       |
|    | Batterie d'accumulateurs    |                                                       |
|    | Lampes à arc                |                                                       |
|    | Condensateur                |                                                       |
|    | Éclateur                    |                                                       |
|   | Détecteur                   |                                                       |
|  | Lampe à incandescence       |                                                       |
|  | Cohéreur                    |                                                       |
|  | Interrupteur mécanique      |                                                       |
|  | Manipulateur                |                                                       |
|  | Disjoncteur                 |                                                       |
|  | Récepteur téléphonique      |                                                       |
|  | Microphone                  |                                                       |



# Instruction

## à l'usage des stations radiotélégraphiques.

### Renseignements généraux.

La présente Instruction contient les règles que doivent observer les stations françaises côtières et de bord pour l'exécution du service radiotélégraphique.

Ces règles visent notamment :

- 1° La taxation des radiotélégrammes par les stations de bord ;
- 2° La transmission des correspondances entre les stations de bord et les stations côtières ;
- 3° L'admission dans le service radiotélégraphique de diverses catégories de télégrammes spéciaux ;
- 4° La comptabilité.

En outre de la présente Instruction, les stations radiotélégraphiques françaises possèdent la « Convention télégraphique internationale » et la « Convention radiotélégraphique internationale » ainsi que les Règlements qui leur sont annexés.

Ces actes fournissent les bases de l'exécution du service télégraphique et du service radiotélégraphique dans le régime international, régime qui est celui auquel sont soumises les correspondances radiotélégraphiques de toute nature, même lorsqu'elles sont échangées entre la France et un navire français, par l'intermédiaire d'une station française.

A titre de référence, les numéros des articles de ces deux Règlements se trouvent indiqués en tête des chapitres ou articles ou à la fin des paragraphes de la présente Instruction qu'ils concernent. Les lettres R. T. désignent le Règlement télégraphique international et les lettres R. R. le Règlement radiotélégraphique international.

En cas de demande de renseignements ou de contestation entre une station de bord et une station côtière, il y aura toujours lieu de se référer, selon le cas, à l'un ou à l'autre des Règlements précités.

Ces documents devront également être consultés et leurs dispositions appliquées dans les cas particuliers qui ne sont pas traités dans la présente Instruction.

Il va sans dire que le mot « télégramme » employé dans le Règlement télégraphique s'applique aux « radiotélégrammes ».

Les stations de bord françaises sont aussi munies du Tarif télégraphique utilisé dans la Métropole (1). Outre divers renseignements sur le service télégraphique, ce document contient les taxes applicables par les différentes voies usuelles aux télégrammes déposés en France à destination de tous les pays reliés au réseau général.

Ce sont les taxes indiquées dans ce Tarif qui doivent entrer dans la composition des taxes perçues pour les radiotélégrammes transmis aux stations côtières françaises.

La présente Instruction sera désignée sous le nom d'Instruction S. F.

---

(1) Celles des navires faisant le service de l'Afrique septentrionale sont munies également du tarif en service en Algérie et en Tunisie.

## 1. — Bureaux télégraphiques et stations radiotélégraphiques.

### A. — Bureaux télégraphiques.

#### I

Les bureaux télégraphiques ouverts à l'échange de la correspondance sont indiqués à la « Nomenclature officielle des bureaux télégraphiques ».

Des notations spéciales, dont l'explication est donnée en tête de ce document, indiquent la nature de chaque bureau et les heures pendant lesquelles il est ouvert au service.

### B. — Stations radiotélégraphiques.

#### II

Est appelée station côtière toute station radiotélégraphique établie sur terre ferme ou à bord d'un navire ancré à demeure et utilisée pour l'échange de la correspondance avec les navires en mer.

Toute station radiotélégraphique établie sur un navire autre qu'un bateau fixe est appelée station de bord.

#### III

(Art. V, R. R.)

1. — Les stations radiotélégraphiques sont indiquées à la « Nomenclature des stations radiotélégraphiques ».

Cette nomenclature donne pour chaque station les renseignements suivants :

1° a) Pour les stations côtières : le nom, la nationalité et la position géographique indiquée par la subdivision territoriale et par la longitude et la latitude du lieu ;

b) Pour les stations de bord : le nom et la nationalité du navire ; le cas échéant, le nom et l'adresse de l'exploitant ;

2° L'indicatif d'appel (les indicatifs sont différenciés les uns des autres, et chacun est formé d'un groupe de trois lettres) ;

3° La portée normale ;

4° Le système radiotélégraphique avec les caractéristiques du système d'émission (étincelles musicales, tonalité exprimée par le nombre de vibrations doubles, etc.) ;

5° Les longueurs d'onde utilisées (la longueur d'onde normale est soulignée) ;

6° La nature des services effectués ;

7° Les heures d'ouverture ;

8° Le cas échéant, l'heure et le mode d'envoi des signaux horaires et des télégrammes météorologiques ;

9° La taxe côtière ou de bord.

2. — Le nom d'une station de bord indiqué à la première colonne de la Nomenclature est suivi, en cas d'homonymie, de l'indicatif d'appel de cette station.

3. — Les notations suivantes sont adoptées dans les documents à l'usage du service international pour désigner les stations radiotélégraphiques :

P. G. station ouverte à la correspondance publique générale ;

P. R. station ouverte à la correspondance publique restreinte ;

P. station d'intérêt privé ;

O. station ouverte seulement à la correspondance officielle ;

N. station ayant un service permanent ;

X. station n'ayant pas de vacations déterminées.

## IV

(Art. XIII, R. R.)

## a) Stations côtières.

1. — Le service des stations côtières est, autant que possible, permanent, le jour et la nuit, sans interruptions. Toutefois, certaines stations côtières peuvent avoir un service de durée limitée.

2. — Les stations côtières dont le service n'est pas permanent ne peuvent prendre clôture avant d'avoir transmis tous leurs radiotélégrammes aux navires qui se trouvent dans leur rayon d'action et avant d'avoir reçu de ces navires tous les radiotélégrammes annoncés. Cette disposition est également applicable lorsque des navires signalent leur présence avant la cessation effective du travail.

## b) Stations de bord.

1. — Les stations de bord sont classées en trois catégories :

- 1° Stations ayant un service permanent ;
- 2° Stations ayant un service de durée limitée ;
- 3° Stations n'ayant pas de vacations déterminées.

Pendant la navigation, doivent rester en permanence sur écoute : 1° les stations de la première catégorie ; 2° celles de la deuxième catégorie, durant les heures de service ; en dehors de ces heures, ces dernières stations doivent rester sur écoute les dix premières minutes de chaque heure. Les stations de la troisième catégorie ne sont astreintes à aucun service régulier d'écoute (art. XIII, § 3, R. R.).

2. — Le service radiotélégraphique de la station de bord est placé sous l'autorité supérieure du commandant du navire (art. X, § 4, R. R.).

## 2. — Rédaction et dépôt des radiotélégrammes.

## A. — Droit de correspondre par la radiotélégraphie.

## V

Il est permis à toute personne de correspondre par l'intermédiaire du réseau radiotélégraphique international.

L'expéditeur d'un télégramme privé est tenu d'établir son identité, lorsqu'il y est invité par le bureau ou la station d'origine.

## B. — Irresponsabilité de l'État.

## VI

L'État n'est soumis à aucune responsabilité à raison du service de la correspondance privée radiotélégraphique.

## C. — Rédaction.

(Art. XI, R. T.)

## VII

1. — La minute du télégramme doit être écrite lisiblement, en caractères qui ont leur équivalent dans le tableau réglementaire des signaux télégraphiques et qui sont en usage dans le pays où le télégramme est présenté.

2. — Ces caractères sont les suivants :

*Lettres :*

A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N, O, P, Q, R, S, T, U, V, W, X, Y, Z,  
 Å, Ä, Å, É, Ñ, Ö, Ü.

*Chiffres :*

1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 0.

*Signes de ponctuations et autres :*

Point (.), virgule (,), point et virgule (;), deux points (:), point d'interrogation (?), point d'exclamation (!), apostrophe ('), trait d'union ou tiret (—), parenthèses ( ), guillemets (« »), barre de fraction (/), souligné.

*Indications éventuelles et signes conventionnels :*

|                                                                      |        |                               |             |
|----------------------------------------------------------------------|--------|-------------------------------|-------------|
| Urgent.....                                                          | ou D   | Téléphone .....               | ou MP       |
| Accusé réception télégra-<br>phique (télégramme avec) ..             | ou PC  | Télégraphe restant.....       | ou TR       |
| Accusé réception télégra-<br>phique urgent (télégramme<br>avec)..... | ou PCP | Poste restante .....          | ou GP       |
| Accusé réception postal (té-<br>légramme avec).....                  | ou PCP | Poste restante recommandée.   | ou GPR      |
| Poste .....                                                          | —      | X adresses.....               | ou TMx      |
| Poste recommandée.....                                               | ou PR  | Communiquer toutes adresses   | ou CTA      |
| Ouvert.....                                                          | —      | x jours .....                 | —           |
| Mains propres .....                                                  | ou MP  | Réponse payée fr. x.....      | ou RP fr. x |
| Jour.....                                                            | —      | Collationnement.....          | ou TC       |
| Nuit.....                                                            | —      | Expres.....                   | —           |
|                                                                      |        | Expres payé x.....            | ou XPx      |
|                                                                      |        | Expres payé.....              | ou XP       |
|                                                                      |        | x Retransmissions télégraphe  | —           |
|                                                                      |        | x Retransmissions lettre .... | —           |

3. — Les diverses parties dont se compose un télégramme doivent être libellées dans l'ordre suivant !

1° Les indications éventuelles; 2° l'adresse; 3° le texte; 4° la signature.

## D. — Indications éventuelles.

(Art. XII, R. T.)

### VIII

1. — L'expéditeur doit écrire sur la minute et immédiatement avant l'adresse celles des indications éventuelles prévues par le Règlement dont il désire faire usage.

2. — L'expéditeur d'un télégramme multiple doit inscrire ces indications avant l'adresse de chaque destinataire qu'elles peuvent concerner; toutefois, s'il s'agit d'un télégramme multiple urgent, il suffit que les indications relatives à l'urgence soient inscrites une seule fois et avant la première adresse.

2. — Les indications éventuelles peuvent être écrites sous la forme abrégée admise par le Règlement télégraphique. Dans ce cas, l'agent taxateur place chacune d'elles entre deux doubles traits : ==. Lorsqu'elles sont exprimées en langage clair, elles doivent être écrites en français.

## E. — Adresse.

### a) Radiotélégrammes émanant des navires.

#### IX

1. — Toute adresse doit, pour être admise, contenir au moins deux mots : le premier désignant le destinataire, le second indiquant le nom du bureau télégraphique de destination.

2. — L'adresse doit comprendre toutes les indications nécessaires pour assurer

la remise du télégramme au destinataire. Ces indications doivent être écrites en français ou dans la langue du pays de destination; toutefois, les noms ou prénoms sont acceptés tels que l'expéditeur les a libellés.

3. — L'adresse des télégrammes privés doit être telle que la remise au destinataire puisse avoir lieu sans recherches ni demandes de renseignements.

Elle doit, pour les grandes villes, faire mention de la rue et du numéro, ou, à défaut de ces indications, spécifier la profession du destinataire ou donner tous autres renseignements utiles.

Même pour les petites villes, le nom du destinataire doit être, autant que possible, accompagné d'une indication complémentaire capable de guider le bureau d'arrivée, en cas d'altération du nom propre.

4. — Lorsqu'un télégramme est adressé à une personne chez une autre, l'adresse doit comprendre, immédiatement après la désignation du véritable destinataire, l'une des mentions : « chez », « aux soins de » ou toute autre équivalente.

5. — Le nom du bureau télégraphique de destination doit être placé à la suite des indications de l'adresse qui servent à désigner le destinataire et, le cas échéant, son domicile. Il doit être écrit tel qu'il figure dans la première colonne de la Nomenclature officielle des bureaux. Ce nom ne peut être suivi que du nom de la subdivision territoriale ou de celui du pays, ou bien de ces deux noms. Dans ce dernier cas, c'est le nom de la subdivision territoriale qui doit suivre immédiatement celui du bureau destinataire.

6. — Lorsque le nom du bureau de destination n'est pas encore publié dans la Nomenclature officielle, l'expéditeur doit compléter l'adresse par la désignation de pays ou de la subdivision territoriale ou par tout autre renseignement qu'il juge suffisant pour l'acheminement de son télégramme qui, toutefois, n'est accepté qu'à ses risques et périls.

7. — L'adresse peut être écrite sous une forme conventionnelle ou abrégée. Toutefois, la faculté pour un destinataire de se faire remettre un télégramme dont l'adresse est ainsi formée est subordonnée à un arrangement entre ce destinataire et le bureau télégraphique d'arrivée.

8. — Les télégrammes adressés « poste restante » ou « télégraphe restant » sont acceptés avec une adresse composée, soit de lettres ou de chiffres, soit de lettres et de chiffres, lorsque l'Office destinataire admet ce genre d'adresses. Celles-ci sont admises en France, Algérie et Tunisie (consulter la station côtière pour les autres pays).

9. — Les télégrammes dont l'adresse ne satisfait pas aux conditions prévues dans les paragraphes 1 et 6 du présent article sont refusés.

10. — Dans tous les cas d'insuffisance de l'adresse, les télégrammes ne sont acceptés qu'aux risques et périls de l'expéditeur, si celui-ci persiste à en demander l'expédition; il en est de même dans les cas prévus au paragraphe 8.

11. — Dans tous les cas, l'expéditeur supporte les conséquences de l'insuffisance de l'adresse.

#### b) Radiotélégrammes à destination des navires.

##### X

(Art. XV, R. R.)

L'adresse des radiotélégrammes destinés aux navires doit être aussi complète que possible. Elle est obligatoirement libellée comme suit :

- a) Nom ou qualité du destinataire, avec indication complémentaire, s'il y a lieu.
- b) Nom du navire, tel qu'il figure dans la première colonne de la nomenclature;
- c) Nom de la station côtière, tel qu'il figure à la Nomenclature.

Toutefois, le nom du navire peut être remplacé, aux risques et périls de l'expéditeur, par l'indication du parcours effectué par ce navire et déterminé par les noms des ports d'origine et de destination ou par toute autre mention équivalente.



## F. — Texte.

## XI

1. — Les télégrammes sans texte sont admis (art. XIV, R. T.).

2. — Le texte des radiotélégrammes peut être rédigé en langage clair ou en langage secret, ce dernier se distinguant en langage convenu et en langage chiffré. Chacun de ces langages peut être employé seul ou conjointement avec les autres dans un même télégramme (art. VI, R. T.).

3. — Le texte peut également être rédigé à l'aide du Code international de signaux. La station radiotélégraphique ne traduit pas ce texte lorsque le télégramme doit être retransmis à un autre bureau télégraphique (art. XV, R. R.).

4. — Tous les offices acceptent, dans toutes leurs relations, les télégrammes en langage clair. Ils peuvent n'admettre ni au départ ni à l'arrivée les télégrammes privés rédigés totalement ou partiellement en langage secret, mais ils doivent laisser ces télégrammes circuler en transit, sauf le cas de suspension défini à l'article 8 de la Convention de Saint-Petersbourg (art. VI, R. T.).

Les télégrammes en langage secret sont admis dans les relations avec la France, l'Algérie et la Tunisie. Pour les autres pays, voir le tarif télégraphique et consulter, le cas échéant, la station côtière.

## XII

1. — Le langage clair est celui qui offre un sens compréhensible dans l'une ou plusieurs des langues autorisées pour la correspondance télégraphique internationale.

2. — Ces langues sont les suivantes :

Le français, l'albanais, l'allemand, l'ammonite, l'amaric, l'anglais, l'annamite (quocngu), l'arabe, l'arménien, le bohème (tchèque), le bulgare, le chinois, le croate, le danois, l'esclavonien, l'espagnol (castillan), le finnois, le flamand, le grec, l'hébreu, le hollandais (néerlandais), le hongrois, l'illyrique, l'islandais, l'italien, le japonais, le kiswahili, le laotien, le luganda, le luxembourgeois, le malais, le malgache, le norvégien, l'ouolof, le persan, le petit russe, le polonais, le portugais, le roumain, le routhène, le russe, le serbe, le siamois, le slovaque, le slovène, le suédois, le turc et le latin.

## XIII

On entend par télégrammes en langage clair ceux dont le texte est entièrement rédigé en langage clair. Toutefois, la présence d'adresses conventionnelles, de marques de commerce, de cours de bourse, de lettres représentant les signaux du Code international, d'expressions abrégées d'un usage courant dans la correspondance usuelle ou commerciale comme fob, cif, caf, svp ou toute autre analogue, ne change pas le caractère d'un télégramme en langage clair (art. VII, R. T.).

## XIV

(Art. VIII, R. T.)

1. — Le langage convenu est celui qui se compose de mots ne formant pas de phrases compréhensibles dans une ou plusieurs langues autorisées pour la correspondance télégraphique en langage clair.

2. — Les mots, qu'ils soient réels ou artificiels, doivent être formés de syllabes pouvant se prononcer selon l'usage courant d'une des langues allemande, anglaise, espagnole, française, hollandaise, italienne, portugaise ou latine. Les mots artificiels ne doivent pas contenir les lettres accentuées ä, å, à, é, ñ, ö, ü.

3. — Les mots du langage convenu ne peuvent avoir une longueur supérieure à dix caractères selon l'alphabet Morse, les combinaisons ae, aa, ao, oe, ue étant comptées chacune pour deux lettres. La combinaison ch est également comptée pour deux lettres dans les mots artificiels.



4. — Les combinaisons qui ne remplissent pas les conditions des deux paragraphes qui précèdent sont considérées comme appartenant au langage en lettres ayant une signification secrète et taxées en conséquence. Toutefois, celles qui seraient formées par la réunion de deux ou plusieurs mots du langage clair contraire à l'usage de la langue ne sont point admises.

## XV

(Art. IX, R. T.)

1. — Le langage chiffré est celui qui est formé :

1° Soit de chiffres arabes, de groupes ou de séries de chiffres arabes ayant une signification secrète, soit de lettres (à l'exclusion des lettres accentuées ä, á, â, é, ñ, ö, ü), de groupes ou de séries de lettres ayant une signification secrète;

2° De mots, noms, expressions ou réunions de lettres ne remplissant pas les conditions du langage clair (art. XII, XIII) ou du langage convenu (art. XIV).

2. — Le mélange, dans un même groupe, de chiffres et de lettres ayant une signification secrète n'est pas admis.

3. — Ne sont pas considérés comme ayant une signification secrète les groupes visés à l'article XIII.

## G. — Signature.

## XVI

La signature n'est pas obligatoire; elle peut être libellée par l'expéditeur sous une forme abrégée conforme à l'usage ou être remplacée par une adresse enregistrée (art. XIV, R. T.)

## 3. — Télégrammes d'État.

(Art. XV, R. T.)

## XVII

Les télégrammes d'État sont des télégrammes qui émanent du Chef de l'État, des Ministres, des Commandants en chef des forces de terre et de mer et des Agents diplomatiques ou consulaires des Gouvernements contractants. Les réponses à ces mêmes télégrammes sont considérées comme télégrammes d'État.

## XVIII

1. — Les télégrammes d'État doivent être revêtus au moment de leur dépôt du sceau ou du cachet de l'autorité qui les expédie. Cette formalité n'est pas exigible lorsque l'authenticité du télégramme ne peut soulever aucun doute.

2. — Le droit d'émettre une réponse comme télégramme d'État est établi par la production du télégramme d'État primitif.

3. — Le texte des télégrammes d'État peut, dans toutes les relations, être rédigé en langage secret.

4. — Les télégrammes d'État qui ne remplissent pas les conditions visées aux articles XII, XIII, XIV et XV ne sont pas refusés; mais ils sont signalés par le bureau qui constate les irrégularités à l'Administration dont ce bureau relève.

5. — Les télégrammes d'État rédigés en langage clair donnent lieu à une répétition partielle obligatoire; ceux qui sont rédigés totalement ou partiellement en langage secret doivent être répétés intégralement et d'office par le bureau réceptonnaire.

#### 4. — Télégrammes de service, avis de service et avis de service taxés.

(Art. XVI et XVII, R. T.)

##### A. — Dispositions générales.

###### XIX

1. — Les télégrammes de service se distinguent en télégrammes de service proprement dits et en avis de service.

2. — Ils sont transmis en franchise dans toutes les relations, hormis les cas spécifiés dans l'article ci-après au sujet des avis de service taxés.

3. — Ils doivent être limités aux cas qui présentent un caractère d'urgence et être libellés dans la forme la plus concise.

4. — Les renseignements qui ne présentent point un caractère d'urgence sont demandés ou donnés par la poste au moyen de lettres affranchies.

##### B. — Télégrammes de service.

###### XX

1. — Les télégrammes de service proprement dits sont échangés entre les Administrations et les fonctionnaires qui y sont autorisés. Les dispositions de l'article XVIII, §§ 3, 4 et 5, sont applicables à ces télégrammes.

Ces télégrammes ne comportent pas de signature.

##### C. — Avis de service.

###### XXI

1. — Les avis de service sont échangés entre les bureaux télégraphiques; ils sont relatifs à l'exécution du service et ne comportent ni adresse ni signature.

La destination et l'origine de ces avis sont indiquées uniquement dans le préambule; celui-ci est rédigé comme suit : « A Lyon-Savoie Ouessant 673 (numéro de l'avis) 15 (date de dépôt) (suit la demande du bureau expéditeur).

2. — Ils sont échangés toutes les fois que des incidents de service le nécessitent, notamment lorsque les indications de service d'un télégramme déjà transmis ne sont pas régulières, lors de rectifications ou de renseignements relatifs à des télégrammes d'une série précédemment transmise; lorsqu'un télégramme ne peut pas être remis au destinataire (art. LIV), lorsque le bâtiment auquel est destiné un radiotélégramme n'a pu communiquer avec la station côtière dans les délais visés à l'article LV.

2. — Les avis de service relatifs à un télégramme précédemment transmis reproduisent toutes les indications propres à faciliter la recherche de celui-ci, notamment le numéro de dépôt, la date écrite en toutes lettres (le nom du mois n'est indiqué que s'il y a doute), le nom du destinataire et au besoin l'adresse complète.

4. — Les stations côtières doivent rapprocher les avis de service des télégrammes auxquels ils se rapportent afin d'effectuer, le cas échéant, les rectifications nécessaires.

**D. — Avis de service taxés.**

(Art. XXXVIII R. R. et XVII R. T.)

**XXII**

1. — Les avis de service taxés sont des communications échangées de bureau à bureau à la demande d'un expéditeur ou d'un destinataire, après justification de leur qualité ou de leur identité.

Les avis de service taxés demandant une répétition ou un renseignement ne sont pas admis entre les stations côtières et de bord.

Toutefois, tous les avis de service taxés sont admis sur le parcours des lignes télégraphiques (art. XXXVIII, 7<sup>e</sup> R. R.).

2. — Les avis de service taxés originaires des navires ou à destination des navires ne peuvent concerner que des rectifications à des radiotélégrammes précédemment transmis.

Le préambule de ces avis de service est rédigé comme celui des télégrammes privés, mais il est précédé de l'indice « ST ».

Les mots à rectifier dans un radiotélégramme sont désignés par le rang effectif qu'ils occupent dans le texte de ce radiotélégramme, abstraction faite des règles de la taxation.

Les exemples suivants indiquent la forme à donner à ces avis de service :

a) L'expéditeur veut compléter une adresse déclarée insuffisante ou rectifier l'adresse : ST Paris Savoie Ouessant 120 (numéro de dépôt de l'avis de service taxé à bord de la Savoie) 5 (nombre de mots) 4/6 (date) 10 h. 15 = 32, vingt-cinq Bernard (numéro, date du radiotélégramme en cause, nom du destinataire) remettez (ou lisez)... (indiquer la rectification);

b) L'expéditeur veut rectifier un mot du texte primitif transmis ou compléter le texte : ST Londres Carthage Fort de l'eau 34 (numéro de dépôt de l'avis de service taxé à bord du Carthage) 8 (nombre de mots) 5/2 (date) 14 h. 30 = 17 treize Kriebbaum (numéro, date, nom du destinataire du radiotélégramme primitif) remplacer troisième 20 par 2 000.

Les avis de service taxés sont soumis à la même taxe que les radiotélégrammes ordinaires transmis par la même voie; ils sont, autant que possible, dirigés par la voie qu'ont suivie les radiotélégrammes auxquels ils se rapportent.

La taxe est perçue sur l'expéditeur de l'avis de service taxé.

**5. — Compte des mots.**

(Art. XVIII-XIX et XX R. T.)

**XXIII**

1. — Tout ce que l'expéditeur écrit sur sa minute pour être transmis à son correspondant est taxé et, en conséquence, compris dans le nombre des mots.

Toutefois, les tirets qui ne servent qu'à séparer sur la minute les différents mots ou groupes d'un télégramme ne sont ni taxés ni transmis et les signes de ponctuation, apostrophes et traits d'union ne sont transmis et, par suite, taxés que sur la demande formelle de l'expéditeur.

Lorsque des signes de ponctuation, au lieu d'être employés isolément, sont répétés à la suite les uns des autres, ils sont taxés comme des groupes de chiffres.

2. — Le nom du bureau de départ, le numéro du télégramme, le quantième et l'heure de dépôt, les indications de voies et les mots, nombres ou signes qui constituent le préambule ne sont pas taxés. Ceux de ces renseignements qui parviennent au bureau d'arrivée figurent sur la copie remise au destinataire.

3. — L'expéditeur peut insérer ces mêmes indications, en tout ou partie, dans le texte de son télégramme. Elles entrent alors dans le compte des mots taxés.

#### XXIV

1. — Sont comptés pour un mot dans tous les langages :

1° En adresse :

a) Le nom du bureau télégraphique de destination (ou de la station côtière) écrit tel qu'il figure dans la première colonne de la Nomenclature officielle des bureaux et complété, le cas échéant, par les indications qui figurent également dans cette colonne;

b) Respectivement les noms de subdivisions territoriales ou de pays, s'ils sont écrits en conformité des indications de ladite Nomenclature ou de leurs autres dénominations telles qu'elles sont données dans sa préface :

2° Le nom du navire, tel qu'il figure dans la première colonne de la Nomenclature, quel que soit le nombre de lettres qu'il contient;

3° Tout mot convenu remplissant d'ailleurs les conditions fixées à l'article XIV;

4° Tout caractère, toute lettre, tout chiffre isolé, ainsi que tout signe de ponctuation, apostrophe ou trait d'union, transmis à la demande de l'expéditeur art. XXIII, § 1);

5° Le souligné;

6° La parenthèse (les deux signes servant à la former);

7° Les guillemets (les deux signes placés au commencement et à la fin d'un seul et même passage);

8° Les indications éventuelles écrites sous la forme abrégée admise par le Règlement (art. VII).

2. — Lorsque les différentes parties de chacune des expressions taxées pour un mot et désignant :

1° Le bureau destinataire;

2° La subdivision territoriale;

3° Le pays de destination;

4° Le navire destinataire

ne sont pas groupées, l'agent taxateur les réunit entre elles.

3. — Dans les télégrammes dont le texte est rédigé exclusivement en langage clair, chaque mot simple et chaque groupement autorisé sont comptés respectivement pour autant de mots qu'ils contiennent de fois quinze caractères selon l'alphabet Morse, plus un mot pour l'excédent, s'il y a lieu.

4. — Dans le langage convenu, le maximum de longueur d'un mot est fixé à dix caractères comptés suivant les prescriptions du paragraphe 3 de l'article XIV.

Les mots en langage clair insérés dans le texte d'un télégramme mixte, c'est-à-dire composé de mots en langage clair et de mots en langage convenu, sont comptés pour un mot jusqu'à concurrence de dix caractères, l'excédent étant compté pour un mot par série indivisible de dix caractères. Si ce télégramme mixte comprend, en outre, un texte en langage chiffré, les passages en langage chiffré sont comptés conformément aux prescriptions du paragraphe 7 ci-après.

Si le télégramme mixte ne comprend que des passages en langage clair et des passages en langage chiffré, les passages en langage clair sont comptés suivant les prescriptions du paragraphe 3 du présent article et ceux en langage chiffré suivant les prescriptions du paragraphe 7 ci-après.

5. — L'adresse des télégrammes dont le texte est totalement ou partiellement rédigé en langage convenu est taxée d'après les prescriptions des paragraphes 1 et 3 du présent article. La signature est taxée selon ces mêmes prescriptions, celles du 1° du paragraphe 1 exceptées.

6. — Les mots séparés par une apostrophe ou réunis par un trait d'union sont respectivement comptés comme des mots isolés.

7. — Les groupes de chiffres ou de lettres, les marques de commerce composées



de chiffres et de lettres sont comptés pour autant de mots qu'ils contiennent de fois cinq chiffres ou lettres, plus un mot pour l'excédent. Chacune des combinaisons *ae*, *aa*, *oe*, *ue* et *ch* est comptée pour deux lettres.

Sont comptés pour un chiffre ou une lettre dans le groupe où ils figurent : les points, les virgules, les deux points, les tirets et les barres de fraction. Il en est de même de chacune des lettres ajoutées aux groupes de chiffres pour désigner les nombres ordinaux, ainsi que des lettres ou des chiffres ajoutés à un numéro d'habitation dans une adresse, même quand il s'agit d'une adresse figurant dans le texte ou dans la signature d'un télégramme.

8. — Les réunions ou altérations de mots contraires à l'usage de la langue ne sont pas admises; il en est de même lorsque les réunions ou altérations sont dissimulées au moyen du renversement de l'ordre des lettres ou des syllabes. Toutefois, les noms de villes et de pays; les noms patronymiques appartenant à une même personne; les noms de lieux, places, boulevards, rues et autres dénominations de voies publiques; les noms de navires; les nombres entiers, les fractions, les nombres décimaux ou fractionnaires écrits en toutes lettres et les mots composés admis à ce titre dans les langues anglaise et française et dont il peut être justifié, le cas échéant, par la production d'un dictionnaire, peuvent être respectivement groupés en un seul mot sans apostrophe ni trait d'union.

9. — Le compte des mots du bureau d'origine est décisif, au sujet des radiotélégrammes à destination des navires, et celui de la station de bord d'origine est décisif au sujet des radiotélégrammes originaux de navires, tant pour la transmission que pour les comptes internationaux. Toutefois, quand le radiotélégramme est rédigé totalement ou partiellement, soit dans une des langues du pays de destination, en cas de radiotélégrammes originaux de navires, soit dans une des langues du pays dont dépend le navire, s'il s'agit de radiotélégramme à destination de navires, et que le radiotélégramme contient des réunions ou des altérations de mots contraires à l'usage de cette langue, le bureau ou la station de bord de destination, suivant le cas, a la faculté de recouvrer sur le destinataire le montant de la taxe non perçue. S'il est fait usage de cette faculté, le télégramme n'est remis au destinataire qu'après paiement de la taxe complémentaire. Dans le cas de refus de paiement, un avis de service ainsi conçu est adressé au bureau de départ : « A. Wien Savoie Ouessant 5 h. 10 = N°..... (nom du destinataire)..... (reproduire les mots réunis abusivement ou altérés). ... mots (indiquer pour combien de mots on aurait dû taxer) ». Si l'expéditeur, dûment avisé du motif de non-remise, consent à payer le complément, un avis de service ainsi conçu est adressé au bureau destinataire : A. Ouessant Savoie Wien 7 h. = N°..... (nom du destinataire) complément perçu ». Dès la réception de cet avis de service, le bureau d'arrivée remet le télégramme.

Lorsqu'après taxation une station de bord reconnaît qu'un télégramme contient soit des réunions ou altérations de mots non admises, soit des expressions ou mots ne remplissant pas les conditions du langage clair ou convenu, et taxés comme appartenant à ces langages, elle perçoit sur l'expéditeur le complément de taxe nécessaire. Les expressions ou mots visés ci-dessus sont traités suivant les règles auxquelles ils auraient dû être soumis et les réunions ou altérations sont comptées pour le nombre de mots qu'elles contiendraient si elles étaient écrites suivant l'usage. La station de bord procède de même, lorsque ces irrégularités lui sont signalées par un Office de transit ou par l'Office d'arrivée.

## XXV

Les exemples suivants déterminent l'interprétation à suivre pour compter les mots.



## NOMBRE DE MOTS

dans l'adresse. dans le texte.

|                                                                     |   |   |
|---------------------------------------------------------------------|---|---|
| New York (1).....                                                   | 1 | 2 |
| Newyork .....                                                       | 1 | 1 |
| Frankfurt Main (1) .....                                            | 1 | 2 |
| Frankfurtmain .....                                                 | 1 | 1 |
| Sanct Poelten (1).....                                              | 1 | 2 |
| Sanctpoelten.....                                                   | 1 | 1 |
| Emmingen, Bz Hannover (1) (2).....                                  | 1 | 3 |
| Emmingen, Wurttemberg (1) (2).....                                  | 1 | 2 |
| New South Wales (1).....                                            | 1 | 3 |
| Newsouthwales.....                                                  | 1 | 1 |
| X P 2.50 (indication éventuelle écrite sous la forme abrégée) ..... | 1 | — |

NOMBRE  
de mots.

|                                                        |   |
|--------------------------------------------------------|---|
| Van de brande.....                                     | 3 |
| Vandebrande (nom de personne).....                     | 1 |
| Du Bois .....                                          | 2 |
| Dubois (nom de personne).....                          | 1 |
| Belgrave Square.....                                   | 2 |
| Belgravesquare (contraire à l'usage de la langue)..... | 2 |
| Hyde Park .....                                        | 2 |
| Hydepark (contraire à l'usage de la langue).....       | 2 |
| Hydepark Square (3).....                               | 2 |
| Hydeparksquare (contraire à l'usage de la langue)..... | 2 |
| Saint James Street .....                               | 3 |
| SaintJames Street.....                                 | 2 |
| Rue de la Paix .....                                   | 4 |
| Rue delapaix.....                                      | 2 |
| Responsabilité (14 caractères).....                    | 1 |
| Kriegsgeschichten (15 caractères).....                 | 1 |
| Inconstitutionnalité (20 caractères).....              | 2 |
| Wie geht's (au lieu de wie geht es).....               | 3 |
| A-t-il .....                                           | 3 |
| C'est-à-dire.....                                      | 4 |
| Aujourd'hui.....                                       | 2 |
| Aujourd'hui.....                                       | 1 |
| Porte-monnaie.....                                     | 2 |
| Portemonnaie.....                                      | 1 |
| Prince of Wales (navire).....                          | 3 |
| Princeofwales (navire).....                            | 1 |
| 3/4 8 (4 caractères).....                              | 1 |
| 44 1/2 (5 caractères).....                             | 1 |
| 44 1/2 (6 caractères).....                             | 2 |
| 44,5 (5 caractères).....                               | 1 |
| 44,55 (6 caractères).....                              | 2 |
| 44/2 (4 caractères).....                               | 1 |
| 44/ (3 caractères).....                                | 1 |
| 2 % (4 caractères).....                                | 1 |
| 2 p. %.....                                            | 3 |
| 2 0/00 (5 caractères).....                             | 1 |
| 2 p 0/00.....                                          | 3 |
| 54-58 (5 caractères) .....                             | 1 |
| 17 <sup>me</sup> (4 caractères).....                   | 1 |

(1) Dans l'adresse, ces diverses expressions sont groupées par l'agent taxateur.

(2) Bz Hannover et Wurttemberg suivant Emmingen servent à compléter la désignation des deux bureaux homonymes et figurent ainsi à la première colonne de la Nomenclature officielle des bureaux télégraphiques.

(3) Dans ce cas, l'expression « Hydepark », en un seul mot, ne compte que pour un mot, parce que le mot « park » fait partie intégrante du nom du square.

|                                                                                                                 | NOMBRE<br>de mots. |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| Le 1529 <sup>me</sup> (1 mot et 1 groupe de 6 caractères) .....                                                 | 3                  |
| 10 francs 50 centimes ou 10 fr. 50 c. ....                                                                      | 4                  |
| Dixcinquante .....                                                                                              | 1                  |
| 10 fr. 50. ....                                                                                                 | 3                  |
| Fr. 10.50. ....                                                                                                 | 2                  |
| 11 h. 30 .....                                                                                                  | 3                  |
| 11.30. ....                                                                                                     | 1                  |
| Huit / 10. ....                                                                                                 | 2                  |
| 5/douzièmes. ....                                                                                               | 2                  |
| May/August. ....                                                                                                | 3                  |
| 5 bis (numéro d'habitation) .....                                                                               | 1                  |
| 15A (numéro d'habitation) .....                                                                                 | 1                  |
| 15-3 ou 15/3 (numéro d'habitation) .....                                                                        | 1                  |
| 30 <sup>a</sup> (1). ....                                                                                       | 3                  |
| 15 X 6 (1). ....                                                                                                | 4                  |
| Two hundred and thirty four. ....                                                                               | 5                  |
| Two hundred and thirty four (23 caractères) .....                                                               | 2                  |
| Troisdeuxtiers .....                                                                                            | 1                  |
| Unneufdixièmes. ....                                                                                            | 1                  |
| Deux mille cent quatre-vingt-quatorze. ....                                                                     | 6                  |
| Deuxmillecentquatrevingtquatorze (32 caractères) .....                                                          | 3                  |
| E. ....                                                                                                         | 1                  |
| Emvthf (6 caractères) .....                                                                                     | 2                  |
| Emvchf (6 caractères) .....                                                                                     | 2                  |
| GHF (marque de commerce ou langage secret); un groupe de<br>3 caractères. ....                                  | 1                  |
| G. H. F. (marque de commerce ou langage secret); un groupe<br>de 6 caractères. ....                             | 2                  |
| AP/M (marque de commerce ou langage secret); un groupe de<br>4 caractères. ....                                 | 1                  |
| G. H. F. (sans point final)   marque de commerce ou langage<br>secret; un groupe de 5 caractères. ....          | 1                  |
| GHF 45 (marque de commerce); un groupe de 5 caractères. ....                                                    | 1                  |
| G. H. F. 45 (marque de commerce); un groupe de 8 caractères .....                                               | 2                  |
| 197/199 <sup>a</sup> (marque de commerce); un groupe de 9 caractères. ....                                      | 2                  |
| 3/M (marque de commerce); un groupe de 3 caractères. ....                                                       | 1                  |
| E M (lettres isolées, initiales de prénoms) .....                                                               | 2                  |
| EM (initiales de deux prénoms, réunies abusivement) .....                                                       | 2                  |
| L'affaire est urgente, partir sans retard (7 mots et 2 soulignés) .....                                         | 9                  |
| Reçu de vos nouvelles indirectes (assez mauvaises) télégraphiez<br>directement (9 mots et une parenthèse) ..... | 10                 |

## 6. — Tarifs et taxation.

### A. — Régimes.

#### XXVI

Les radiotélégrammes de toute nature, même lorsqu'ils sont échangés entre la France et un navire français, par l'intermédiaire d'une station française, sont soumis au régime international.

Ce régime comprend le régime européen et le régime extra-européen. Toutefois, cette distinction est sans influence en ce qui concerne les règles auxquelles sont soumis les radiotélégrammes.

(1) Les appareils télégraphiques ne peuvent reproduire des expressions telles que 30<sup>a</sup>, 15×6, etc. Les expéditeurs doivent être invités à leur substituer la signification explicite : « 30 exposant a », « 15 multiplié par 6 », etc.

## XXVII

1. — Les radiotélégrammes originaux des navires sont taxés au chiffre correspondant à leur transmission à la station côtière la plus rapprochée.

Toutefois, l'expéditeur a le droit, sous réserve des dispositions de l'article LI, § 2, d'indiquer une autre station côtière par laquelle il désire que son radiotélégramme soit expédié en inscrivant sur la minute la mention correspondante. Exemple : « V. Ouessant »; dans ce cas, la taxe est appliquée en tenant compte de ses indications.

2. — Pour les radiotélégrammes originaux des navires, la taxe télégraphique ordinaire est toujours calculée, si l'expéditeur n'a pas inscrit de mention de voie sur sa minute, d'après le tarif qui correspond à l'emploi de la voie normale à partir de la station côtière à laquelle le radiotélégramme doit être transmis.

3. — On entend par voie normale celle dont la taxe est la moins élevée.

4. — L'expéditeur qui veut prescrire la voie à suivre indique, sur sa minute, la formule correspondante.

## B. — Perception des taxes.

## XXVIII

1. — La taxe totale des radiotélégrammes comprend :

1° La taxe pour la transmission sur les lignes du réseau télégraphique calculée d'après les règles générales;

2° La taxe afférente au parcours maritime, savoir :

a) La « taxe côtière »;

b) La « taxe de bord ».

3° Les taxes de transit des stations côtières ou de bord intermédiaires;

4° Les taxes afférentes aux tarifs spéciaux demandés par l'expéditeur (art. 10 de la Convention de Londres).

2. — Lorsqu'un radiotélégramme original d'un navire et à destination de la terre ferme transite par une ou deux stations de bord, la taxe comprend, outre celles du bord d'origine, de la station côtière et des lignes télégraphiques, la taxe de bord de chacun des navires ayant participé à la transmission.

3. — L'expéditeur d'un radiotélégramme original de la terre ferme et destiné à un navire peut demander que son message soit transmis par l'intermédiaire d'une ou de deux stations de bord : il verse à cet effet le montant des taxes radiotélégraphiques (taxe côtière et taxe de bord du navire destinataire) et télégraphiques et, dépose, en outre, à titre d'arrhes, une somme à fixer par le bureau d'origine en vue du paiement aux stations de bord intermédiaires des taxes de transit visées au paragraphe 2; il doit encore verser, à son choix, la taxe d'un télégramme de 5 mots ou le prix d'affranchissement d'une lettre à expédier par la station côtière au bureau d'origine pour donner les renseignements nécessaires à la liquidation des arrhes déposées.

Le radiotélégramme est alors accepté aux risques et périls de l'expéditeur; il porte avant l'adresse l'indication éventuelle taxée : « X retransmissions télégraphe » ou « X retransmissions lettre » (X représentant le nombre des retransmissions demandées par l'expéditeur), selon que l'expéditeur désire que les renseignements nécessaires à la liquidation des arrhes soient fournis par télégraphe ou par lettre.

Les stations de bord intéressées fournissent à la station côtière les renseignements nécessaires pour la liquidation des arrhes déposées pour le paiement des taxes de transit. Dès que la station côtière possède ces renseignements, elle adresse au bureau d'origine un avis de service taxé, si la réponse doit être faite par télégraphe, qui affecte la forme suivante : ST Lyon Ouessant 40 (numéro de l'avis de service taxé (nombre de mots) 43401 (numéro du radiotélégramme) 16 (date du radiotélégramme) percevoir francs 4 fr. 80.

Dans le cas où la réponse doit avoir lieu par la poste, la station côtière envoie ces renseignements par lettre au bureau d'origine.

4. — La taxe des radiotélégrammes originaux d'un navire, à destination d'un autre navire, et acheminés par l'intermédiaire d'une ou de deux stations côtières comprend :

Les taxes de bord des deux navires, la taxe de la station côtière ou des deux stations côtières selon le cas, et éventuellement la taxe télégraphique applicable au parcours entre les deux stations côtières.

5. — La taxe des radiotélégrammes échangés entre les navires, en dehors de l'intervention d'une station côtière, comprend les taxes de bord des navires d'origine et de destination augmentées, le cas échéant, des taxes de bord des stations intermédiaires.

6. — Les taxes de transit côtières ou de bord dues aux stations qui effectuent une retransmission sont les mêmes que celles fixées pour ces stations lorsque ces dernières sont stations d'origine ou de destination.

Toute station qui effectue la retransmission d'un radiotélégramme ne perçoit qu'une fois sa taxe de transit pour l'ensemble des opérations de réception et de transmission.

7. — Pour toute station côtière intermédiaire, la taxe à percevoir pour le service de transit est la plus élevée des taxes côtières afférentes à l'échange direct avec les deux navires en cause (art. XVII, R. R.).

Exemples 1° Cas d'un radiotélégramme à retransmettre par la station des Saintes-Maries-de-la-Mer du « Charles-Roux » affecté au service régulier France-Algérie (taxe côtière 0 fr. 15) au paquebot « Plata » (taxe côtière 0 fr. 40). Il devra être perçu une taxe côtière de 0 fr. 40 pour le transit à la station des Saintes-Maries-de-la-Mer, cette taxe étant la plus élevée des taxes côtières de cette station pour l'échange direct des radiotélégrammes avec les deux navires en question.

2° Cas d'un radiotélégramme original du « Charles Roux », transmis à la station des Saintes-Maries-de-la-Mer (taxe côtière 0 fr. 15) pour être retransmis au navire « France » par la station d'Ouessant (taxe côtière 0 fr. 40). Il devra être perçu, comme taxe de transit,  $0 \text{ fr. } 15 + 0 \text{ fr. } 40 = 0 \text{ fr. } 55$ .

3° Cas d'un radiotélégramme original du « Plata » transmis à la station des Saintes-Maries-de-la-Mer (taxe côtière 0 fr. 40) pour être retransmis au navire « France » par la station d'Ouessant (taxe côtière 0 fr. 40). Il devra être perçu, comme taxes de transit  $0 \text{ fr. } 40 + 0 \text{ fr. } 40 = 0 \text{ fr. } 80$ .

## XXIX

1. — La taxe totale des radiotélégrammes est perçue sur l'expéditeur, à l'exception :

1° des frais d'express;

2° des taxes applicables aux réunions ou altérations de mots non admises, constatées par le bureau ou la station de destination (art. XXIV, § 9, R. T.);

3° des cas visés à l'article XXX.

Les stations de bord doivent posséder à cet effet les tarifs utiles, c'est-à-dire ceux des pays avec lesquels elles sont susceptibles d'entrer normalement en relations. Les stations de bord ont d'ailleurs la faculté de se renseigner auprès des stations côtières au sujet de la taxation de radiotélégrammes pour lesquels elles ne possèdent pas toutes les données nécessaires.

2. — Les stations côtières signalent, en outre, le cas échéant, aux stations de bord les interruptions de voies, l'application de la censure, les retards à prévoir, etc., c'est-à-dire toutes les dispositions contenues dans les circulaires en vigueur et relatives à l'acheminement des correspondances sur le réseau.

3. — Les taxes sont perçues en monnaie française. Si la somme totale à percevoir pour chaque télégramme contient une fraction de demi-décime, cette somme est augmentée de la quantité nécessaire pour compléter le demi-décime.



4. — Lorsque la taxe est indiquée en monnaie étrangère (tarif étranger ou renseignements fournis par une station côtière étrangère), on opère la conversion en monnaie française à l'aide des équivalents indiqués au paragraphe 7 ci-après.

5. — Pour taxer un radiotélégramme, la station de bord commence par chercher dans la Nomenclature des stations radiotélégraphiques la taxe de la station côtière à laquelle le télégramme doit être transmis et, le cas échéant, la taxe des stations de transit puis, dans le tarif correspondant la taxe à appliquer entre la station côtière et le pays de destination (1); le cas échéant, cette dernière taxe est convertie en francs, comme il est indiqué ci-dessus.

Le total de la taxe de bord, de la taxe côtière, des taxes de transit et de la taxe ordinaire visée ci-dessus donne le tarif à appliquer par mot. Il est tenu compte des minimum de taxe ou des taxes fixes prévues par certains Offices ou par certaines stations radiotélégraphiques.

6. — Les taxes perçues en plus par erreur sont remboursées aux intéressés.

7. — L'équivalent du franc est de :

- En Allemagne, 0,85 mark;
- En Autriche, 1 couronne;
- En Hongrie, 1 couronne;
- Au Brésil, 640 reis, monnaie brésilienne;
- En Bulgarie, 1 lev;
- Au Canada, 19 cents;
- En Danemark, 0,80 krone;
- Aux États-Unis d'Amérique, 19 cents;
- En Espagne, 1 peseta, 9 centimes de peseta;
- Dans la Grande-Bretagne, 9,6 pence;
- Dans les Indes britanniques, 0,60 roupie;
- Dans les Indes néerlandaises, 0,50 florin;
- En Italie, 1 lire;
- Au Japon, 0,40 yen;
- Dans le Monténégro, 1 couronne;
- En Norvège, 0,80 krone;
- Dans les Pays-Bas, 0,50 florin;
- En Portugal, 200 reis;
- Dans la République Argentine, 20 centavos or;
- En Roumanie, 1 leu;
- En Russie, 0,25 rouble métallique;
- En Suède, 0,80 krona;
- En Turquie, 4 piastres 23 paras;
- En Uruguay, 0,1866 peso.

### XXX

Lorsque les stations côtières ou de bord ne figurent pas à la Nomenclature des stations radiotélégraphiques, il y a lieu d'appliquer les règles ci-après :

#### a) Radiotélégrammes originaux ou à destination de la France.

1° *Radiotélégramme à destination d'une station de bord relevant d'un pays contractant ou non contractant et transmis par une station côtière française* — Le bureau taxateur perçoit la taxe télégraphique ordinaire et la taxe côtière. Il introduit dans le préambule du radiotélégramme la mention de service non taxée : « percevoir taxe de bord », qui doit être transmise à la station de bord intéressée;

3° *Radiotélégramme original d'une station de bord relevant d'un pays contractant et transmis à une station côtière française*. — Le radiotélégramme est accepté et acheminé dans les mêmes conditions qu'un radiotélégramme original d'une

(1) En cas de besoin, le nom du pays de destination est déterminé au moyen de la nomenclature des bureaux télégraphiques où il figure en regard du nom du bureau d'arrivée.



station de bord notifiée. Il est porté dans les comptes des radiotélégrammes échangés avec le pays auquel appartient le navire transformateur;

3° *Radiotélégramme originaire d'une section de bord relevant d'un pays non adhérent et transmis à une station côtière française.*

Il y a lieu, dans ce cas, de percevoir sur le destinataire la taxe côtière et la taxe télégraphique ordinaire. Dans ce but, la station côtière inscrit avant l'adresse la mention de service non taxée : « Pev. .... fr. .... » (montant des deux taxes susvisées).

**b) Radiotélégrammes originaires ou à destination de l'étranger et transitant par une station côtière française.**

1° *Radiotélégramme à destination d'une station de bord relevant d'un pays contractant ou non contractant.* — Le radiotélégramme est accepté, mais la taxe côtière seule est portée au débit de l'Office d'origine du radiotélégramme;

2° *Radiotélégramme originaire d'une station de bord relevant d'un pays contractant.* — Le radiotélégramme est accepté, mais la taxe côtière et la taxe télégraphique sont portées par la station côtière au compte de l'Office dont relève le navire;

3° *Radiotélégramme originaire d'une station de bord relevant d'un pays non contractant.* — Le radiotélégramme est accepté, mais la taxe côtière et la taxe télégraphique ordinaire sont perçues sur le destinataire. A cet effet, la station côtière inscrit en préambule la mention de service : Pev. .... fr. .... (montant des deux taxes susvisées).

XXXI

(Art. XXIX, R. T.)

1. — L'expéditeur d'un radiotélégramme a le droit d'en demander reçu avec mention de la taxe perçue.

2. — Le bureau d'origine a la faculté de percevoir, de ce chef, une rétribution à son profit, dans les limites de 25 centimes.

## 7. — Transmission des télégrammes.

### A. — Dispositions d'ordre général.

XXXII

1. — Les stations côtières et les stations de bord sont tenues d'échanger réciproquement les radiotélégrammes sans distinction du système radiotélégraphique adopté par ces stations.

Chaque station de bord est tenue d'échanger les radiotélégrammes avec toute autre station de bord sans distinction du système radiotélégraphique adopté par ces stations (art. 3 de la Convention radiotélégraphique internationale).

2. — Les stations utilisent, pour l'échange de la correspondance publique générale, les longueurs d'onde fixées par les articles II, III et IV du Règlement radiotélégraphique international.

3. — Toutes les stations sont tenues d'éviter, autant que possible, les interférences avec les autres stations.

Elles doivent, autant que possible, échanger les radiotélégrammes de manière à ne pas troubler le service d'autres stations.

4. — Toutes les stations sont tenues d'échanger le trafic avec le *minimum de dépense d'énergie* nécessaire pour assurer une bonne communication (art. VII, R. R.).

5. — En ce qui concerne les stations de bord, la puissance transmise à l'appareil radiotélégraphique, mesurée aux bornes de la génératrice, ne doit pas dépasser 1 kilowatt, sauf les exceptions prévues à l'article VIII du Règlement radiotélégraphique international.

6. — L'échange de signaux et de mots superflus est interdit. Des essais et des exercices ne sont tolérés dans ces stations qu'autant qu'ils ne troublent point le service d'autres stations; les exercices doivent être effectués avec des longueurs d'onde différentes de celles admises par la correspondance publique générale et avec le minimum de puissance nécessaire (art. VI, R. R.).

## XXXIII

En cas d'infraction aux dispositions de la Convention et du Règlement radio-télégraphique international, la station, côtière ou de bord, qui la constate signale le fait dans un rapport détaillé adressé à l'Ingénieur chargé du Service de la télégraphie sans fil, par l'intermédiaire, le cas échéant, du Ministère ou de la Compagnie de navigation dont elle relève.

## B. — Signaux de transmission.

(Art. XXXI, R. T.)

## XXXIV

Les tableaux ci-dessous indiquent les signaux du code Morse employés dans le service.

## Lettres.

Espacement et longueur des signes { 1° Une barre est égale à 3 points.  
2° L'espace entre les signaux d'une même lettre est égal à un point.  
3° L'espace entre deux lettres est égal à trois points.  
4° L'espace entre deux mots est égal à cinq points.

| LETTRES | SIGNAUX   | LETTRES | SIGNAUX   | LETTRES | SIGNAUX   |
|---------|-----------|---------|-----------|---------|-----------|
| a       | — · — · — | h       | — — — —   | q       | — — — — — |
| ā       | — — — — — | i       | — · —     | r       | — — — —   |
| u ou ā  | — — — — — | j       | — — — — — | s       | — · — · — |
| b       | — — — —   | k       | — — — —   | t       | — — —     |
| c       | — — — —   | l       | — — — —   | u       | — — — —   |
| ch      | — — — — — | m       | — — — —   | ū       | — — — —   |
| d       | — — — —   | n       | — — — —   | v       | — — — —   |
| e       | — · —     | ñ       | — — — — — | w       | — — — —   |
| é       | — · — — — | o       | — — — —   | x       | — — — —   |
| f       | — — — —   | ō       | — — — —   | y       | — — — —   |
| g       | — — — —   | p       | — — — —   | z       | — — — —   |

## Chiffres.

| CHIFFRES | SIGNAUX   | CHIFFRES | SIGNAUX   | CHIFFRES | SIGNAUX   |
|----------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|
| 1        | — — — — — | 5        | — · — · — | 9        | — — — — — |
| 2        | — — — — — | 6        | — — — —   | 0        | — — — — — |
| 3        | — · — · — | 7        | — — — —   |          |           |
| 4        | — · — — — | 8        | — — — —   |          |           |

Dans les répétitions d'office et dans le préambule des télégrammes, les chiffres doivent être rendus au moyen des signaux suivants dont il peut aussi être fait usage dans le texte des télégrammes ne comportant que des chiffres. Les télégrammes doivent, dans ce cas, porter la mention de service « en chiffres ».

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

### Signes de ponctuation et autres.

| PONCTUATION<br>et<br>INDICATIONS                                                       | SIGNAUX   | PONCTUATION<br>et<br>INDICATIONS                               | SIGNAUX   |
|----------------------------------------------------------------------------------------|-----------|----------------------------------------------------------------|-----------|
| Point.....(.)                                                                          | — — — — — | Souligné (avant et après les mots ou le membre de phrase)..... | — — — — — |
| Point et virgule..(,)                                                                  | — — — — — | Appel (préliminaire de toute transmission).....                | — — — — — |
| Virgule.....(,)                                                                        | — — — — — | Double trait....(=)                                            | — — — — — |
| Deux points.....(:)                                                                    | — — — — — | Compris.....                                                   | — — — — — |
| Point d'interrogation ou demande d'une transmission non comprise.....(?)               | — — — — — | Erreur.....                                                    | — — — — — |
| Point d'exclamation.....(!)                                                            | — — — — — | Croix.....(+)                                                  | — — — — — |
| Apostrophe.....(')                                                                     | — — — — — | Invitation à transmettre.....                                  | — — — — — |
| Trait d'union ou tiret.....(-)                                                         | — — — — — | Attente.....                                                   | — — — — — |
| Barre de fraction.(/)                                                                  | — — — — — | Fin de travail.....                                            | — — — — — |
| Parenthèses (avant et après les mots).....( )                                          | — — — — — | Signal de détresse (répété à de courts intervalles)            | — — — — — |
| Guillemets (avant et après chaque mot ou chaque passage mis entre guillemets....(« »)) | — — — — — |                                                                |           |

Pour transmettre les nombres fractionnaires, on doit, afin d'éviter toute confusion possible, transmettre la fraction en la faisant précéder du double trait. (=).

Exemples : pour 1 1/16, on transmettra 1 = 1/16, afin qu'on ne lise pas 1 1/16; pour 99 27/4, on transmettra 99 = 27/4 afin qu'on ne lise pas 99 27/4.

## C. — Ordre de transmission.

### a) Appels de détresse.

#### XXXV

1. — Dès qu'une station perçoit le signal de détresse, . . . . . elle doit suspendre toute correspondance et ne la reprendre qu'après avoir acquis la certitude que la communication, motivée par l'appel de secours, est terminée (art. XXI, R. R.).

2. — Toutes les stations radiotélégraphiques sont tenues d'accepter par priorité absolue les appels de détresse provenant des navires, de répondre de même à ces appels, sauf l'exception prévue au paragraphe 3 ci-après et d'y donner la suite qu'ils comportent (art. 9 de la Convention radiotélégraphique internationale).

Les stations qui perçoivent un appel de détresse doivent se conformer aux indications données par le navire qui fait l'appel, en ce qui concerne l'ordre des communications ou leur cessation (art. XXI, R. R.).

3. — Dans le cas où le navire en détresse ajoute, à la fin de la série de ses appels de secours, l'indicatif d'appel d'une station déterminée, la réponse à l'appel n'appartient qu'à cette dernière station, à moins que celle-ci ne réponde pas. A défaut de l'indication d'une station déterminée dans l'appel de secours, chaque station qui perçoit cet appel est tenue d'y répondre (art. XXI, R. R.).

### b) Télégrammes.

#### XXXVI

(Art. XXXII, R. T.)

1. — La transmission des télégrammes a lieu dans l'ordre suivant :

- a) Télégrammes d'État;
- b) Télégrammes de service;
- c) — privés urgents;
- d) — privés non urgents.

2. — Tout bureau qui reçoit un télégramme, présenté comme télégramme d'État ou de service, le réexpédie comme tel.

#### XXXVII

(Art. XXXIII, R. T.)

1. — Une transmission commencée ne peut être interrompue pour faire place à une communication d'un rang supérieur qu'en cas d'urgence absolue.

2. — Les télégrammes de même rang sont transmis par les bureaux de départ dans l'ordre de leur dépôt et par les bureaux intermédiaires dans l'ordre de leur réception.

3. — Deux stations en relation directe échangent les télégrammes dans l'ordre alternatif, en tenant compte des prescriptions de l'article XXXVI ou par séries de plusieurs radiotélégrammes suivant l'indication de la station côtière, à la condition que la durée de la transmission de chaque série ne dépasse pas quinze minutes (art. XXIII, R. R.).

4. — Les télégrammes d'une même série sont considérés comme formant une seule transmission.

Toutefois, les télégrammes reçus ne sont pas conservés à l'appareil jusqu'à la fin de la série, et il est donné cours à chaque télégramme régulier dès que le deuxième télégramme venant après lui est commencé.

#### XXXVIII

(Art. XXXIV, R. T.)

1. — Un télégramme de rang supérieur comme ordre de transmission ne compte pas dans l'alternat.



2. — Le bureau qui vient d'effectuer une transmission est en droit de continuer lorsqu'il survient un télégramme auquel la priorité est accordée sur ceux que le correspondant a à transmettre, à moins que ce dernier n'ait à donner la répétition d'un télégramme d'État ou n'ait déjà commencé sa transmission.

3. — Dans le cas où l'échange des transmissions a lieu alternativement, lorsqu'un bureau a terminé sa transmission, le bureau qui vient de recevoir transmet à son tour; s'il n'a rien à transmettre, l'autre continue. Si de part et d'autre, il n'y a rien à transmettre, les bureaux donnent le signal de fin de travail.

## D. — Appel des stations.

### XXXIX

(Art. XXIV, R. R.)

1. — Toute correspondance entre deux stations commence par le signal d'appel.

2. — En règle générale, c'est la station de bord qui appelle la station côtière, qu'elle ait ou non à transmettre des radiotélégrammes (art. XXIV, R. R.).

3. — Dans les eaux où le trafic radiotélégraphique est intense (la Manche, etc.), l'appel d'un navire à une station côtière ne peut, en règle générale, s'effectuer que si cette dernière se trouve dans la portée normale de la station de bord et lorsque celle-ci arrive à une distance inférieure à 75 pour 100 de la portée normale de la station côtière.

4. — Avant de procéder à un appel la station côtière ou la station de bord doit régler, le plus sensiblement possible, son système récepteur et s'assurer qu'aucune autre communication ne s'effectue dans son rayon d'action; s'il en est autrement, elle attend la première suspension, à moins qu'elle ne reconnaisse que son appel n'est pas susceptible de troubler les communications en cours. Il en est de même dans le cas où elle veut répondre à un appel.

5. — Pour l'appel, toute station fait emploi de l'onde normale de la station à appeler.

6. — Si, malgré ces précautions, un échange radiotélégraphique public est entravé, l'appel doit cesser à la première demande d'une station côtière ouverte à la correspondance publique. Cette station doit alors indiquer la durée approximative de l'attente.

7. — La station de bord doit faire connaître à chaque station côtière à laquelle elle a signalé sa présence le moment où elle se propose de cesser ses opérations, ainsi que la durée probable de l'interruption.

### XL

1. — L'appel comporte le signal — — — — —, l'indicatif répété trois fois de la station appelée, le mot « de » suivi de l'indicatif de la station expéditrice répété trois fois (art. XXV, R. R.).

2. — La station appelée répond en donnant le signal — — — — —, suivi de l'indicatif répété trois fois de la station correspondante, du mot « de », de son indicatif et du signal — — — — — (art. XXV, R. R.).

3. — Les stations qui désirent entrer en communication avec des navires, sans cependant connaître les noms de ceux qui se trouvent dans leur rayon d'action, peuvent employer le signal — — — — — (signal de recherche). Les dispositions des paragraphes 1 et 2 sont également applicables à la transmission du signal de recherche et à la réponse à ce signal (art. XXV, 3, R. R.).

4. — Toute station qui doit effectuer une transmission nécessitant l'emploi d'une grande puissance émet d'abord trois fois le signal d'avertissement — — — — —, avec la puissance minima nécessaire pour atteindre les stations voisines. Elle ne commence ensuite à transmettre avec la grande puissance que 30 secondes après l'envoi du signal d'avertissement (art. XXVII, R. R.).



## XLI

Si une station appelée ne répond pas à la suite de l'appel (art. XXXIX) répété trois fois à des intervalles de deux minutes, l'appel ne peut être repris qu'après un intervalle de quinze minutes, la station faisant l'appel s'étant d'abord assurée qu'aucune communication radiotélégraphique n'est en cours (art. XXVII, R. R.).

## XLII

(Art. XXVIII, R. R.)

1. — Aussitôt que la station côtière a répondu, la station de bord lui fournit les renseignements qui suivent si elle a des messages à lui transmettre ; ces renseignements sont également donnés lorsque la station côtière en fait la demande :

a) La distance approximative, en milles nautiques, du navire à la station côtière ;  
b) La position du navire indiquée sous une forme concise et claire et adaptée aux circonstances respectives ;

c) Le prochain port auquel touchera le navire ;

d) Le nombre de radiotélégrammes, s'ils sont de longueur normale, ou le nombre de mots, si les messages ont une longueur exceptionnelle.

La vitesse du navire en milles nautiques est indiquée spécialement à la demande expresse de la station côtière.

2. — La station côtière répond en indiquant soit le nombre de radiotélégrammes, soit le nombre de mots qu'elle a à transmettre au navire, ainsi que l'ordre de transmission.

3. — Si la transmission ne peut avoir lieu immédiatement, la station côtière fait connaître à la station de bord la durée approximative de l'attente.

4. — Si une station de bord appelée ne peut momentanément recevoir, elle informe la station appelante de la durée approximative de l'attente.

5. — Dans les échanges entre deux stations de bord, il appartient à la station appelée de fixer l'ordre de transmission.

## XLIII

1. — Lorsqu'une station côtière est saisie d'appels provenant de plusieurs stations de bord, la station côtière décide de l'ordre dans lequel les stations de bord seront admises à échanger leurs correspondances :

Pour régler cet ordre, la station côtière s'inspire uniquement de la nécessité de permettre à toute station intéressée d'échanger le plus grand nombre possible de radiotélégrammes (art. XXIX, R. R.).

2. — On ne doit ni refuser ni retarder un télégramme si les indications de service, les indications éventuelles ou certaines parties de l'adresse ou du texte ne sont pas régulières. Il faut le recevoir et puis en demander, au besoin, la régularisation au bureau d'origine par un avis de service, conformément aux dispositions de l'article XXI (art. XXXV, R. T.).

## E. — Règles de transmission.

## a) Relations entre stations radiotélégraphiques.

## XLIV

1. — Avant de commencer l'échange de la correspondance, la station côtière fait connaître à la station de bord si la transmission doit s'effectuer dans l'ordre alternatif ou par séries (art. XXXVI) ; elle commence ensuite la transmission ou fait suivre ces indications du signal — — — (invitation à transmettre) (art. XXX, R. R.).

2. — La transmission du radiotélégramme est précédée du signal — — — — —

La station procède ensuite à la transmission du préambule dans l'ordre suivant :

a) Mention de service « RADIO ».

b) Nature du télégramme au moyen d'une des mentions S, A, D, suivant qu'il s'agit d'un télégramme d'État, d'un télégramme ou d'un avis de service, d'un télégramme privé urgent ;

c) La lettre B mais seulement lorsque la station correspond directement avec la station destinataire ;

d) Désignation du bureau d'origine ou de la station de bord ;

e) Numéro du télégramme ;

f) Nombre de mots taxés ;

g) Dépôt du télégramme par deux groupes de chiffres, indiquant le premier, le quantième du mois et le second, l'heure et les minutes.

Les stations du bord indiquent l'heure de dépôt au moyen des chiffres de 0 à 24 ;

h) Voie à suivre (quand l'expéditeur l'a indiquée sur sa minute) ;

i) Mentions de service (art. XXXVI, R. T.).

3. — A la suite du préambule, on transmet successivement les indications éventuelles, l'adresse, le texte et la signature (art. XXXVI, R. T.).

4. — Le double trait (— . . . —) est transmis pour séparer le préambule des indications éventuelles, les indications éventuelles entre elles, les indications éventuelles de l'adresse, les différentes adresses d'un télégramme multiple entre elles, l'adresse du texte et le texte de la signature (art. XXXVI, R. T.).

5. — La transmission est terminée par le signal — — — — — suivi de l'indicatif de la station expéditrice et du signal — — — — —.

6. — Dans le cas d'une série de radiotélégrammes, l'indicatif de la station expéditrice et le signal — — — — — ne sont donnés qu'à la fin de la série (art. XXXI, R. R.).

#### XLV

1. — Lorsque le radiotélégramme à transmettre contient plus de 40 mots, la station expéditrice interrompt la transmission après chaque série de 20 mots environ par un point d'interrogation . . . . . et elle ne reprend la transmission qu'après avoir obtenu de la station correspondante la répétition du dernier mot bien reçu suivi d'un point d'interrogation ou, si la réception est bonne, le signal — — — — — (art. XXXII, R. R.).

2. — Si l'employé qui transmet s'aperçoit qu'il s'est trompé, il s'interrompt par le signal d'erreur, répète le dernier mot bien transmis et continue la transmission rectifiée (art. XXXVI, § 4, R. T.).

3. — Dans le cas de transmission par séries, l'accusé de réception est donné après chaque radiotélégramme (art. XXXII, R. R.).

4. — Les stations côtières occupées à transmettre de longs radiotélégrammes doivent suspendre la transmission à la fin de chaque période de 15 minutes, et rester silencieuses pendant une durée de 3 minutes avant de continuer la transmission (art. XXXII, R. R.).

5. — Les stations côtières et de bord qui travaillent dans les conditions prévues à l'article L, § 2, doivent suspendre le travail à la fin de chaque période de 15 minutes et faire l'écoute sur la longueur d'onde de 600 mètres pendant une durée de 3 minutes avant de continuer la transmission (art. XXXII, R. R.).

6. — Pour donner ou demander des renseignements concernant le service radiotélégraphique, les stations doivent, le cas échéant, faire usage des signaux prévus dans la liste annexée à la présente Instruction (art. XXII, R. R.).

#### b) Relations entre les stations côtières et les bureaux télégraphiques.

#### XLVI

1. — Les stations côtières, dans leurs relations avec les bureaux télégraphiques appliquent pour la transmission du préambule les dispositions qui précèdent, en tenant compte des modifications suivantes :

Pour les télégrammes originaux des bateaux, la station côtière inscrit comme indication du bureau d'origine le nom du navire d'origine tel qu'il figure à la Nomenclature et aussi, le cas échéant, celui du dernier navire qui a servi d'intermédiaire.

Ces indications sont suivies du nom de la station côtière (art. XIV, R. R.).

2. — La mention « RADIO » doit toujours être transmise en tête du préambule

## F. — Réception et répétition d'office.

(Art. XXXVII, RT.)

### XLVII

1. — Aussitôt après la transmission, l'employé qui a reçu compare, pour chaque télégramme, le nombre des mots reçus au nombre annoncé. Quand le nombre des mots est donné sous forme de fraction, cette comparaison ne porte que sur le nombre de mots et de groupes existant réellement, indépendamment du nombre de mots taxés.

Si l'employé constate une différence entre le nombre de mots qui lui est annoncé et celui qu'il reçoit, il la signale à son correspondant en indiquant le nombre de mots reçus, et répète la première lettre de chaque mot et le premier chiffre de chaque nombre (*exemple* : 17 j c r b 2 d... etc...). Si l'agent transmetteur s'est simplement trompé dans l'annonce du nombre de mots, il répond : « Admis » et indique le nombre réel de mots (*exemple* : 17 admis) ; sinon, rectifie le passage reconnu erroné d'après les initiales reçues.

2. — Lorsque cette différence ne provient pas d'une erreur de transmission, la rectification du nombre de mots annoncé ne peut se faire que d'un commun accord entre le bureau d'origine et le bureau correspondant. Faute de cet accord, le nombre de mots annoncé par le bureau d'origine est admis.

### XLVIII

1. — Les employés peuvent, pour mettre leur responsabilité à couvert, donner ou exiger la répétition partielle ou intégrale des télégrammes qu'ils ont transmis ou reçus (1).

2. — La répétition partielle est obligatoire pour les télégrammes d'État en langage clair ; elle comprend tous les nombres, ainsi que les noms propres et, le cas échéant, les mots douteux. La répétition d'office se fait par l'employé qui a reçu. L'employé qui donne cette répétition doit, s'il y a rectification, reproduire les mots ou nombre rectifiés. En cas d'omission, cette seconde répétition est exigée par l'employé qui a transmis.

3. — Quand on donne la répétition des nombres suivis de fractions, on doit, afin d'éviter toute confusion possible, répéter la fraction en la faisant précéder du double trait (=).

*Exemples* : Pour  $1 \frac{1}{16}$ , on transmettra dans la répétition  $1 = \frac{1}{16}$ , afin qu'on ne lise pas  $11/16$  ; pour  $99 \frac{27}{4}$ , on transmettra  $99 = \frac{27}{4}$ , afin qu'on ne lise pas  $992 \frac{7}{4}$ .

4. — Cette répétition ne peut être retardée ni interrompue sous aucun prétexte, sauf dans le cas où la station intéressée perçoit des signaux de détresse.

## G. — Accusé de réception.

### XLIX

1. — Après la vérification du nombre de mots et, le cas échéant, la répétition d'office, le bureau qui a reçu donne à celui qui a transmis l'accusé de réception du télégramme (2).

(1) Il ne doit être fait usage de cette faculté qu'en cas de nécessité réelle de manière à ne pas entraver le service.

(2) Il est recommandé de ne porter, sur les originaux ou sur les copies de passage, les indications relatives à la transmission qu'après avoir reçu l'accusé de réception.

Cet accusé de réception est donné par R suivi de l'indication du numéro du télégramme reçu « R 236 » (art. XXXIX, RT).

Cet accusé de réception est précédé de l'indicatif de la station transmettrice et suivi de l'indicatif de la station réceptrice.

2. — La fin du travail entre deux stations est indiquée par chaque station au moyen du signal — — — — — suivi de son indicatif (art. XXXIV, R. R.).

3. — Dans le cas de transmission par séries, l'accusé de réception est donné après chaque radiotélégramme (art. XXXII, R. R.).

#### L

(Art. XXXIII, R. R.)

1. — Lorsque, dans les échanges entre stations radiotélégraphiques, les signaux deviennent douteux, il importe d'avoir recours à toutes les ressources possibles pour l'achèvement de la transmission. A cet effet, le radiotélégramme est répété à la demande de la station réceptrice, sans toutefois dépasser trois répétitions. Si, malgré cette triple transmission, les signaux sont toujours illisibles, le radiotélégramme est annulé. Si l'accusé de réception n'est pas reçu, la station transmettrice appelle de nouveau la station correspondante. Si aucune réponse n'est faite après trois appels, la transmission n'est pas poursuivie. Dans ce cas, la station transmettrice peut demander l'accusé de réception par l'intermédiaire d'une autre station en utilisant, le cas échéant, les lignes du réseau télégraphique.

2. — Si la station réceptrice juge que malgré une réception défectueuse, le radiotélégramme peut être remis, elle inscrit la mention de service : « Reception douteuse » à la fin du préambule et donne cours au radiotélégramme.

### H. — Direction à donner aux radiotélégrammes.

#### LI

1. — En principe, la station de bord transmet ses radiotélégrammes à la station côtière la plus rapprochée.

Cependant, si la station de bord peut choisir entre plusieurs stations côtières se trouvant à distances égales, ou à peu près égales, elle donne la préférence à celle qui est établie sur le territoire du pays de destination ou de transit normal de ses radiotélégrammes (art. XXXV, 1, R. R.).

2. — Toutefois, si l'expéditeur a indiqué la station côtière par laquelle il désire que son radiotélégramme soit expédié, la station de bord attend jusqu'à ce que cette station côtière soit la plus rapprochée.

Exceptionnellement la transmission peut s'effectuer à une station côtière plus éloignée, pourvu que :

a) Le radiotélégramme soit destiné au pays où est située cette station côtière et émane d'un navire dépendant de ce pays ;

b) Pour les appels et la transmission, les deux stations utilisent une longueur d'onde de 1,800 mètres ;

c) La transmission par cette longueur d'onde ne trouble pas une transmission effectuée, au moyen de la même longueur d'onde, par une station côtière plus rapprochée ;

d) La station de bord se trouve à une distance de plus de 50 milles nautiques de toute station côtière indiquée dans la Nomenclature. La distance de 50 milles peut être réduite à 25 milles sous la réserve que la puissance maxima aux bornes de la génératrice n'excède pas 5 kilowatts et que les stations de bord soient établies en conformité des articles VII et VIII RR. Cette réduction de distance n'est pas applicable dans les mers, baies ou golfes dont les rives appartiennent à un seul pays et dont l'ouverture sur la haute mer a moins de 100 milles (art. XXXV, R. R.).

3. — Lorsque l'expéditeur a prescrit la voie à suivre sur le réseau télégraphique, les bureaux intéressés sont tenus de se conformer à ses indications (art. XLI, § 3, R. T.).



## I. — Annulation d'un télégramme sur la demande de l'expéditeur.

(Art. XLIV, R. T.)

### LII

1. — L'expéditeur d'un télégramme peut, en justifiant de sa qualité, en arrêter la transmission, s'il en est encore temps.

2. — Lorsqu'un expéditeur annule son télégramme avant que la transmission en ait été commencée, la taxe est remboursée, sous déduction d'un droit de vingt-cinq centimes (0 fr. 25), au maximum, au profit de la station de bord, si le radiotélégramme a été déposé à bord d'un navire.

3. — En ce qui concerne les télégrammes à destination des navires, si le télégramme a été transmis par le bureau d'origine, l'expéditeur ne peut en demander l'annulation que par un avis de service taxé, émis dans les conditions prévues à l'article XVII du Règlement télégraphique international et adressé à la station côtière destinataire. Autant que possible, cet avis de service est successivement transmis aux bureaux auxquels le télégramme primitif a été transmis, jusqu'à la station côtière.

Si la station côtière a transmis le radiotélégramme au navire ou si elle a pu l'annuler avant transmission, elle en informe le bureau d'origine. Cette information a lieu par télégraphe si l'expéditeur a payé une réponse télégraphique à l'avis d'annulation; dans le cas contraire, elle est envoyée par la poste comme lettre affranchie.

## K. — Arrêt des télégrammes.

### LIII

Les dispositions applicables à l'arrêt des radiotélégrammes sont celles qui sont visées à l'article XLV du Règlement télégraphique international.

A bord des navires, le droit d'arrêter les radiotélégrammes n'appartient qu'au commandant.

## 8. — Remise à destination.

### LIV

(Art. XLVI, R. T.)

1. — L'expéditeur peut, suivant les renseignements qu'il possède, demander la remise par téléphone. Il doit inscrire avant l'adresse la mention « Téléphone ». La France, l'Algérie et la Tunisie acceptent ce mode de remise.

2. — Les télégrammes sont, dans tous les cas, remis ou expédiés à destination dans l'ordre de leur réception et de leur priorité.

3. — Les télégrammes portant la mention « Jour » ne sont pas distribués pendant la nuit; ceux qui sont reçus pendant la nuit ne sont obligatoirement distribués immédiatement que lorsqu'ils portent la mention « Nuit » ou que le bureau d'arrivée est en mesure de reconnaître qu'ils présentent un réel caractère d'urgence.

### LV

(Art. XLVII, R. T.)

1. — Un télégramme peut être remis soit au destinataire, soit aux membres adultes de sa famille ou à toute personne à son service, à moins que le destinataire n'ait désigné, par écrit, un délégué spécial ou que l'expéditeur n'ait demandé, en inscrivant avant l'adresse la mention « Mains propres » ou = MP =, que la remise n'ait lieu qu'entre les mains du destinataire seul. L'expéditeur peut demander



aussi que le télégramme soit remis ouvert, en inscrivant avant l'adresse la mention « Ouvert ». Ces derniers modes de remise ne sont pas obligatoires pour les administrations de destination qui déclarent ne pas les accepter (voir le Tarif télégraphique).

2. — Lorsqu'un télégramme ne peut être remis, le bureau d'arrivée envoie, à bref délai, au bureau d'origine, un avis de service faisant connaître la cause de la non-remise et dont le texte est rédigé sous la forme suivante : = 425 quinze Delorme Parana Fortdeleau (numéro, date et adresse du télégramme textuellement conformes aux indications reçues) refusé, destinataire inconnu, débarqué, décédé, pas à bord, etc. Le cas échéant, cet avis est complété par l'indication du motif du refus (art. XIX).

3. — Le bureau d'origine vérifie l'exactitude de l'adresse et, si cette dernière a été dénaturée, il la rectifie sur-le-champ par avis de service affectant la forme suivante : N° 425 quinze (numéro et date du télégramme) pour... [adresse rectifiée]. Le cas échéant, cet avis de service contient les indications propres à redresser les erreurs commises, telles que : « faites suivre à destination, annulez télégramme, etc... ».

4. — Si l'adresse n'a pas été dénaturée, l'avis est réexpédié par la station côtière d'origine au navire expéditeur ou, si c'est impossible, à la dernière station de bord qui lui a transmis le télégramme primitif. Si cette réexpédition ne peut être faite directement par la station côtière d'origine, celle-ci achemine par fil l'avis de service sur une autre station côtière du même pays ou d'un pays voisin.

Dès qu'elle a reçu l'avis de non-remise, la station de bord intermédiaire rapproche cet avis du télégramme auquel il se rapporte ; si elle constate que l'adresse a été dénaturée, elle opère comme il est indiqué au paragraphe 3 ci-dessus ; dans le cas contraire elle retransmet l'avis de service au navire d'origine qui, après vérification, le communique à l'expéditeur. Ce dernier ne peut compléter, rectifier ou confirmer l'adresse que par avis de service taxé.

S'il s'agit d'un radiotélégramme à destination d'une station de bord, cette station transmet, autant que possible, l'avis de non-remise à la station côtière par laquelle a transité le radiotélégramme ou, le cas échéant, à une autre station côtière du même pays ou d'un pays voisin (art. XXXVI, R. R.).

5. — Si, après l'envoi de l'avis de non-remise, le télégramme est réclamé par le destinataire, ou si le bureau de destination peut remettre le télégramme sans avoir reçu l'un des avis rectificatifs prévus par les paragraphes 3 et 4 ci-dessus, il transmet au bureau d'origine un second avis de service rédigé dans la forme suivante : 29 onze (numéro et quantième) Mirane (nom du destinataire) réclamé ou remis.

L'avis de remise est communiqué à l'expéditeur si ce dernier a reçu notification de la non-remise.

6. — Tout télégramme à destination d'un navire qui n'a pu être délivré au destinataire est versé aux archives pour être compris dans l'envoi à adresser à l'Administration des Postes et Télégraphes, conformément à l'article LX.

#### LVI

(Art. XXXVII, R. R.)

Si le navire auquel est destiné un radiotélégramme n'a pas signalé sa présence à la station côtière dans le délai indiqué par l'expéditeur ou, à défaut d'une telle indication, jusqu'au matin du 8<sup>e</sup> jour suivant, cette station côtière en donne avis à l'expéditeur.

Celui-ci a la faculté de demander par avis de service taxé, télégraphique ou postal, adressé à la station côtière, que son radiotélégramme soit retenu pendant une nouvelle période de 9 jours pour être transmis au navire et ainsi de suite. A défaut d'une telle demande, le radiotélégramme est remis au rebut à la fin du 9<sup>e</sup> jour (jour de dépôt non compris).

Toutefois, si la station côtière a l'assurance que le navire est sorti de son rayon d'action avant qu'elle ait pu lui transmettre le radiotélégramme, cette station en

informe immédiatement le bureau d'origine qui avise sans retard l'expéditeur de l'annulation du message. L'expéditeur peut, par avis de service taxé, demander à la station côtière de transmettre le radiotélégramme au plus prochain passage du navire.

## 9. — Télégrammes spéciaux.

### A. — Télégrammes privés urgents.

#### LVII

(Art. XLVIII, R. T.)

1. — Les radiotélégrammes urgents ne sont admis que sur le parcours entre les stations côtières et les bureaux télégraphiques d'origine ou de destination et seulement pour certains pays. Ils sont admis à destination de la France, de l'Algérie et de la Tunisie. Pour les autres pays, voir le tarif télégraphique et consulter, le cas échéant, la station côtière.

2. — L'expéditeur d'un télégramme privé peut obtenir la priorité de transmission et de remise à destination en inscrivant l'indication « Urgent ou = D = » avant l'adresse et en payant le triple de la taxe d'un télégramme ordinaire de même longueur pour le même parcours.

3. — Sur les lignes du réseau télégraphique, les télégrammes privés urgents ont la priorité sur les autres télégrammes privés, et leur priorité entre eux est réglée dans les conditions prévues par le paragraphe 2 de l'article XXXVII.

### B. — Accusés de réception.

#### LVIII

Les accusés de réception ne sont admis que pour les radiotélégrammes à destination des navires en mer et seulement pour ce qui concerne le parcours entre le bureau d'origine et la station côtière.

Ils sont traités selon les dispositions des articles LII et LIII du Règlement télégraphique international.

### C. — Télégrammes multiples.

#### LIX

(Art. LVI, R. T.)

1. — Tout expéditeur peut adresser un télégramme, soit à plusieurs destinataires dans la même localité ou dans des localités différentes, mais desservies par un même bureau télégraphique, soit à plusieurs destinataires sur un même navire, soit à un même destinataire à plusieurs domiciles dans la même localité ou dans des localités différentes, mais desservies par un même bureau télégraphique. A cet effet, il inscrit avant l'adresse l'indication : « x adresses » ou = TMx =, qui entre dans le nombre des mots taxés. Le nom du bureau de destination ou du bateau ne figure qu'une fois, à la fin de l'adresse.

Dans les télégrammes adressés à plusieurs destinataires, les indications concernant le lieu de la remise, telles que bourse, gare, marché, etc., doivent figurer après chaque adresse ou après la dernière si elles se rapportent à un ensemble d'adresses successives.

2. — L'adresse d'un télégramme multiple, si celui-ci comporte des indications éventuelles, est rédigée conformément aux prescriptions de l'article VIII, paragraphe 2.

3. — Il est perçu pour les télégrammes multiples, en sus de la taxe par mot, un droit de 0 fr. 50 pour l'établissement de chaque copie ne comprenant pas plus de cent mots taxés. Le nombre de copies est égal au nombre des adresses moins une.

Pour les copies comportant plus de cent mots taxés, le droit est de 0 fr. 50 par cent mots ou fraction de cent mots. La taxe pour chaque copie est calculée séparément, en tenant compte du nombre de mots qu'elle doit contenir.

Pour les télégrammes urgents, le droit est de 0 fr. 50 par copie et par cent mots est porté à 1 franc.

4. — Dans les deux premiers cas prévus par le paragraphe 1<sup>er</sup> du présent article, chaque exemplaire du télégramme ne doit porter que l'adresse qui lui est propre, et l'indication « x adresses » ou = TMx = n'y doit figurer, à moins que l'expéditeur n'ait demandé le contraire. Cette demande doit être comprise dans le nombre des mots taxés, inscrite avant l'adresse de chaque destinataire qu'elle concerne et formulée comme suit : « Communiquer toutes adresses » ou = CTA =.

#### D. — Télégrammes à acheminer par poste.

##### LX

Les radiotélégrammes peuvent être transmis par une station côtière à un navire, ou par un navire à un autre navire, en vue d'une réexpédition par la voie postale à effectuer à partir d'un port d'atterrissage du navire récepteur.

Ces radiotélégrammes ne comportent aucune retransmission radiotélégraphique.

L'adresse de ces radiotélégrammes doit être libellée ainsi qu'il suit :

1<sup>o</sup> Indication taxée « poste » suivie du nom du port où le radiotélégramme doit être remis à la poste ;

2<sup>o</sup> Nom et adresse complète du destinataire ;

3<sup>o</sup> Nom de la station de bord qui doit effectuer le dépôt à la poste ;

4<sup>o</sup> Le cas échéant, nom de la station côtière. Exemple : Poste Buenos Aires Martinez 14 Calle Prat Valparaiso Avon Lizard.

La taxe comprend, outre ces taxes radiotélégraphiques et télégraphiques, une somme de 0 fr. 25, si le radiotélégramme est envoyé comme lettre ordinaire (art. XXXIX, R. R.).

A l'arrivée du navire dans le port à partir duquel doit avoir lieu l'acheminement postal, la station de bord remet le radiotélégramme à la poste, après l'avoir revêtu d'un timbre-poste de la valeur suffisante pour l'acheminement jusqu'à destination.

Si l'expéditeur désire que son radiotélégramme soit envoyé comme lettre recommandée, il inscrit avant l'adresse l'une des indications éventuelles taxées « Poste recommandée » ou « PR » et acquitte une taxe de 0 fr. 50. Les télégrammes de l'espèce sont remis au guichet du bureau de poste qui doit les acheminer par la voie postale.

#### E. — Radiotélégrammes à remettre par exprès ou par poste.

##### LXI

1. — L'envoi par exprès ne peut être demandé que pour les Etats qui ont accepté ce mode de transport et dans le cas où le montant des frais d'exprès est perçu sur le destinataire.

2. — L'expéditeur qui désire envoyer un radiotélégramme à remettre par exprès inscrit sur la minute l'indication éventuelle taxée « Exprès », le montant des frais d'exprès est perçu sur le destinataire.

3. — Les radiotélégrammes à remettre par exprès avec frais perçus sur l'expéditeur peuvent être admis lorsqu'ils sont destinés au pays sur le territoire duquel se trouve la station côtière correspondante.

L'indication éventuelle correspondante est « Exprès payé x » ou XPx = ; x dési-

gnant la somme versée par l'expéditeur pour les frais d'express (art. XXXVIII, R. R. et LVIII R. T.) (1).

4. — Lorsque l'expéditeur désire que le bureau télégraphique d'arrivée achemine son radiotélégramme par la voie postale, soit comme lettre ordinaire, soit comme lettre recommandée, il inscrit, avant l'adresse, l'une des indications éventuelles taxées soit « Poste » soit « Poste recommandée » ou = PR =.

5. — Les radiotélégrammes à acheminer comme lettres ordinaires, à l'intérieur du pays de destination télégraphique, sont expédiés sans frais. Ceux à acheminer comme lettres recommandées acquittent la taxation de recommandation postale (0 fr. 25).

6. — Les radiotélégrammes qui doivent être acheminés par la voie postale hors des limites du pays de destination télégraphique acquittent une taxe de 0 fr. 25, s'ils sont envoyés comme lettres ordinaires, et de 0 fr. 50, s'ils sont envoyés comme lettres recommandées.

## F. — Radiotélégrammes avec collationnement.

### LXII

1. — Le collationnement consiste dans la répétition intégrale des radiotélégrammes de bureau à bureau.

2. — L'expéditeur d'un radiotélégramme obtient le collationnement en inscrivant sur la minute du radiotélégramme qu'il expédie l'indication éventuelle taxée « collationnement » ou « TC » et en acquittant une taxe supplémentaire égale au quart de la taxe d'un radiotélégramme ordinaire du même nombre de mots pour la même destination et par la même voie que le radiotélégramme à expédier.

## G. — Radiotélégramme avec réponse payée.

### LXIII

1. — Tout expéditeur peut affranchir la réponse qu'il demande à son correspondant, en inscrivant sur la minute du radiotélégramme l'une des indications éventuelles taxées : « Réponse payée fr. x » ou = RP fr. y = (x représentant le montant de la somme payée d'avance pour la réponse).

2. — Dès la réception d'un radiotélégramme avec réponse payée, la station de bord remplit sur le carnet des bons pour réponse payée, toutes les indications de la souche et du bon qui s'y trouvent portées.

La somme à inscrire sur le bon et sur la souche est celle qui est indiquée sur le radiotélégramme demande.

3. — La valeur du bon est écrite en toutes lettres sauf les centimes qui peuvent être écrits en chiffres. Si l'espace destiné à recevoir cette indication n'est pas tout à fait rempli, on le complète par un tiret allant jusqu'à la fin de la ligne.

L'agent signe la souche et le bon ; il appose le timbre à date de la station de bord sur l'une et l'autre de ces pièces, à gauche de sa signature. Il s'assure de la concordance du bon avec la souche et détache l'un de l'autre en coupant, vers le milieu, l'onglet qui les sépare.

Le bon ne comporte ni surcharge, ni grattage, ni rature. Si l'on fait erreur en établissant un bon, on doit l'annuler par deux barres croisées et le rattacher à la souche, en l'annotant convenablement. On établit ensuite un nouveau bon.

4. — Le bon est joint extérieurement à la copie d'arrivée au moyen d'une épingle ou d'un peu de gomme. L'enveloppe ou la patte des radiotélégrammes et le reçu

(1) Certains offices étrangers ayant prévu et notifié le montant des frais de transport à payer, l'indication éventuelle à employer dans ce cas est « Express payé » ou = XP =.



qui l'accompagne portent, en caractères très apparents la mention « avec un bon de... (somme en toutes lettres) pour la réponse ».

5. — Le bon de réponse émis à bord d'un navire donne la faculté d'expédier, dans la limite de sa valeur, un radiotélégramme à une destination quelconque à partir de la station de bord qui a émis ce bon (art. XXXVIII, R. R.)

6. — Si la taxe du radiotélégramme pour l'envoi duquel le bon est utilisé est supérieure à la valeur du bon, le complément de taxe doit être payé par l'expéditeur de la réponse.

7. — Si le destinataire refuse le télégramme ou seulement le bon, l'opérateur de bord l'invite à mentionner son refus sur le reçu. En cas de refus du radiotélégramme, l'avis de non-remise réglementaire est transmis sans retard.

Quant au bon, il est annexé au radiotélégramme auquel il se rapporte et transmis, avec ce radiotélégramme, en même temps que les pièces de comptabilité du navire, au service de la télégraphie sans fil, à Paris.

8. — Les bons de réponse ne peuvent être employés que par le bénéficiaire ou son mandataire. Ils servent à acquitter, jusqu'à concurrence du montant total des divers bons présentés à la fois, les taxes et accessoires d'un radiotélégramme ou de plusieurs radiotélégrammes déposés simultanément par lui pour des destinations quelconques. Ils sont également acceptés en paiement d'avis de services taxés.

9. — Un bon ne peut être utilisé que pendant le délai de quarante-deux jours qui suit la date de sa délivrance.

10. — Les carnets de bons pour réponse payée doivent être conservés en lieu sûr ou dans un meuble fermant à clé. Les carnets commencés sont traités de la même manière en dehors des heures de vacation.

Avant d'être livrés aux intéressés, les bons doivent être revêtus au recto de la mention très apparente : « *Utilisable seulement à bord du navire.... (nom du navire)* ».

11. — Les bons non utilisés peuvent être remboursés sur autorisation de l'Administration centrale dans le délai de trois mois qui suit la délivrance du bon.

Le bon, lorsqu'il est restitué à une station de bord, est transmis à cet effet à l'Ingénieur chargé du service de la télégraphie sans fil.

## 10. — Documents de service et archives.

### LXIV

En outre des registres et imprimés nécessaires à l'exécution du service radiotélégraphique, chaque station de bord, autorisée par l'Administration des Postes et Télégraphes et ouverte à l'échange de la correspondance privée, doit être munie des documents suivants :

1° Une copie de l'autorisation (licence) délivrée par l'Administration des Postes et des Télégraphes ;

2° Le Règlement télégraphique international ;

3° La Convention et le Règlement relatifs à l'exécution du service radiotélégraphique international ;

4° La présente Instruction ;

5° La Nomenclature officielle des bureaux télégraphiques ouverts au service international ;

6° La Nomenclature officielle des stations radiotélégraphiques ;

7° La liste alphabétique des indicatifs d'appel ;

8° Le tarif télégraphique français, ainsi que les tarifs utilisés dans les pays possédant des stations côtières ouvertes à la correspondance privée avec lesquelles la station de bord est susceptible de communiquer en temps normal ;



9° Un carnet de bons de réponse payée ;

10° Un registre sur lequel sont mentionnés, au moment où ils se produisent, les incidents de service de toute nature, ainsi que les communications échangées avec des stations côtières ou des stations de bord et relatives à des avis de sinistres.

D'autre part, les radiotélégraphistes en service à bord doivent être munis de leur certificat d'aptitude professionnelle.

#### LXV

1. — Doivent être transmis à l'Administration des Postes et des Télégraphes (Bureau de l'Ingénieur chargé du Service de la Télégraphie sans fil) le 10 de chaque mois :

1° Les copies de passage des stations côtières des télégrammes d'État ou privés échangés avec les navires en mer pendant le mois précédent ainsi que tous les documents y relatifs ;

2° Les originaux des télégrammes d'État ou privés, les télégrammes d'arrivée non remis et les documents y relatifs, ainsi que le registre prévu à l'article LXIV, des stations de bord installées sur des navires rentrés à leur port d'attache pendant le mois précédent.

2. — L'envoi de ces documents est effectué, le cas échéant par l'intermédiaire des Départements ministériels ou des Compagnies de navigation dont les stations relèvent.

3. — Dans la transmission de ces documents, toutes les précautions doivent être prises pour assurer le secret des correspondances.

#### LXVI

La délivrance de copies de radiotélégrammes, ainsi que la communication des originaux à l'expéditeur, au destinataire ou au fondé de pouvoirs de l'un d'eux, sont soumises aux dispositions de l'article LXX du Règlement télégraphique international.

## 11. — Réclamations et remboursements.

#### LXVII

Les réclamations concernant le service radiotélégraphique sont soumises aux dispositions des articles LXXI, LXXII, LXXIII et LXXIV du Règlement télégraphique international et à celles de l'article XLI du Règlement radiotélégraphique international.

#### LXVIII

Les taxes des radiotélégrammes déposés dans les stations de bord, qui, pour une cause quelconque, n'ont pu être transmis par celles-ci, sont immédiatement remboursées aux expéditeurs.

## 12. — Relations entre stations de bord et retransmission.

#### LXIX

Les transmissions échangées entre les stations de bord doivent s'effectuer de manière à ne pas troubler le service des stations côtières, celles-ci devant avoir, en règle générale, le droit de priorité pour la correspondance publique (art. XLVI, R. R.).

## LXX

Les stations côtières et les stations de bord sont tenues de participer à la retransmission des radiotélégrammes dans les cas où la communication ne peut s'établir directement entre les stations d'origine et de destination.

Le nombre des retransmissions est toutefois limité à deux.

En ce qui concerne les radiotélégrammes destinés à la terre ferme, il ne peut être fait usage des retransmissions que pour atteindre la station côtière la plus rapprochée.

La retransmission est, dans tous les cas, subordonnée à la condition que la station intermédiaire qui reçoit le radiotélégramme en transit soit en mesure de lui donner cours (art. XLVII, R. R.).

### 13. — Transmissions météorologiques.

## LXXI

(Art. XLV, R. R.)

N. B. — Les dispositions relatives aux transmissions météorologiques, en ce qui concerne le service français, seront notifiées ultérieurement.

### 14. — Comptabilité.

#### A. — Stations côtières.

## LXXII

1. — Les stations établissent, au jour le jour, et transmettent, le 10 de chaque mois, à l'Administration des Postes et des Télégraphes (Bureau de l'Ingénieur chargé du Service de la Télégraphie sans fil) des relevés n° 1366 des communications radiotélégraphiques échangées pendant le mois précédent avec les navires en mer.

2. — Ces relevés indiquent dans l'ordre des transmissions :

a) Les radiotélégrammes reçus des stations de bord.

Les radiotélégrammes originaux des navires étrangers de même nationalité sont réunis sur un même relevé n° 1366; il est établi un relevé pour chaque nationalité des navires correspondants.

Les radiotélégrammes originaux des navires français donnent lieu également, pour chaque Compagnie de navigation, à l'établissement d'un relevé distinct n° 1366 comprenant les communications émanant de tous les navires d'une même Compagnie;

b) Les radiotélégrammes de toute origine (français et étrangers) transmis aux navires en mer.

Les stations établissent pareillement un relevé distinct n° 1366 pour chaque nationalité de navire destinataire et pour chaque Compagnie française de navigation :

c) Les radiotélégrammes originaux de l'étranger à destination des bâtiments en mer.

Indépendamment de leur inscription sur les relevés visés dans le paragraphe b) ci-dessus, les radiotélégrammes originaux de l'étranger transmis aux stations de bord par une station côtière sont décrits sur des relevés n° 1367. Les radiotélégrammes qui n'ont pu être transmis au navire destinataire sont également décrits dans ces relevés; en regard de chaque inscription, une mention sommaire doit indiquer la cause de la non-transmission. — Un relevé spécial est établi pour chaque office d'origine.

3. — Les avis de service taxés originaux ou à destination des navires en mer sont traités comme les radiotélégrammes; les autres avis de service ne doivent pas être inscrits sur les relevés du trafic.

## B. — Stations de bord des navires français.

### LXXIII

1. — Il est tenu dans chaque station de bord un procès-verbal analogue au relevé n° 1367 *bis*, sur lequel sont inscrits les radiotélégrammes au fur et à mesure de leur transmission aux stations côtières, la taxe perçue pour chacun d'eux est mentionnée également sur ce relevé.

Les taxes sont totalisées à la fin de chaque journée et récapitulées de jour en jour jusqu'à la date d'arrivée du navire à son port d'attache français.

Les compléments ou remboursements de taxe, motivés par une cause, sont inscrits en fin de journée au-dessous du total de la journée pendant laquelle ces opérations de régularisation sont effectuées.

Le total définitif de la journée est ressorti ensuite.

Une mention de référence est portée en regard de l'inscription du radiotélégramme ayant donné lieu à une opération de perception complémentaire ou de remboursement.

2. — Il est tenu également dans chaque station de bord un procès-verbal indiquant, au fur et à mesure des réceptions, les radiotélégrammes reçus des stations côtières et le nombre de mots de chacun d'eux.

3. — Chaque station de bord établit au jour le jour des relevés n° 1367 *bis* des radiotélégrammes échangés entre elle et les stations côtières.

Ces relevés décrivent dans l'ordre des transmissions, à partir du jour du départ du navire jusqu'à la date où le navire a rejoint son port d'attache français :

- a) Les radiotélégrammes échangés entre elle et les stations côtières ;
- b) Les radiotélégrammes reçus des stations côtières.

Chaque nationalité des stations côtières avec lesquelles des communications ont été échangées donne lieu à l'établissement d'un relevé spécial tant pour les radiotélégrammes d'arrivée que pour ceux de départ.

## C. — Compagnies françaises de navigation.

### LXXIV

1. — Le 10 de chaque mois, chaque Compagnie de navigation transmet à l'Administration des Postes et des Télégraphes (Bureau de l'Ingénieur chargé du Service de la télégraphie sans fil) les documents indiqués ci-après se rapportant aux communications radiotélégraphiques échangées avec les postes côtiers par les stations à bord des navires qui ont rejoint leur port d'attache pendant le mois précédent :

- Procès-verbaux de transmission (art. LXXIII, § 1),
- Relevés n° 1367 *bis*,
- Compte mensuel de la Compagnie.

2. — Chaque Compagnie établit son compte mensuel dans les conditions suivantes :

Les relevés n° 1367 *bis* sont groupés en deux classes, arrivée et départ, et récapitulés par Office des stations côtières de réception ou de transmission.

Les différentes récapitulations sont ensuite inscrites sur le compte mensuel qui doit présenter, par nationalité : d'une part, le doit de la Compagnie, c'est-à-dire le montant des taxes côtières et télégraphiques revenant aux divers Offices pour les radiotélégrammes transmis aux stations côtières par les stations de bord de la Compagnie ; d'autre part, l'avoir de la Compagnie, c'est-à-dire le montant des taxes de bord et, le cas échéant, les taxes revenant aux stations de bord intermédiaires, les taxes totales perçues pour les réponses payées, les taxes perçues pour l'établissement de copies supplémentaires et pour la remise par poste, qui lui sont acquises pour les radiotélégrammes transmis à ses navires par les stations côtières.

La balance du doit et de l'avoir de la Compagnie est dégagée au pied du compte.

Le compte mensuel est établi en double expédition, certifié exact par le représentant de la Compagnie et appuyé des relevés n° 1367 *bis* qui y sont récapitulés.

# TABLE DES MATIÈRES

## PREMIÈRE PARTIE

### Les oscillations électriques et les ondes électromagnétiques.

|                                                                                                                      | Pages. |                                                                        | Page |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|------------------------------------------------------------------------|------|
| La solution est dans l'application des phénomènes d'induction . .                                                    | 1      | Rôle de l'étincelle . . . . .                                          | 8    |
| Lois de l'induction . . . . .                                                                                        | 1      | Résistance de l'étincelle . . . . .                                    | 9    |
|                                                                                                                      |        | Amortissement par rayonnement . .                                      | 9    |
|                                                                                                                      |        | Hystérésis magnétique et hystérésis diélectrique . . . . .             | 10   |
| CHAPITRE PREMIER                                                                                                     |        | Éléments d'un circuit oscillant . .                                    | 10   |
| Oscillations électriques.                                                                                            |        | Cas particulier de l'antenne mise à la terre . . . . .                 | 10   |
| Oscillations électriques et phénomènes lumineux . . . . .                                                            | 2      | Longueur d'onde . . . . .                                              | 11   |
| A). <i>Production d'oscillations électriques au moyen d'alternateurs à haute fréquence.</i>                          |        | Harmoniques . . . . .                                                  | 11   |
| Théorie de l'alternateur . . . . .                                                                                   | 3      |                                                                        |      |
| Construction des alternateurs à haute fréquence . . . . .                                                            | 3      | 2° MONTAGES ET APPAREILS                                               |      |
| Description d'un alternateur à haute fréquence d'Alexanderson . .                                                    | 5      | I. Source de force électromotrice de charge . . . . .                  | 12   |
| Alternateurs en cascade . . . . .                                                                                    | 6      | 1° Emploi du courant continu . .                                       | 12   |
| Alternateurs Goldschmidt . . . . .                                                                                   | 6      | Source du courant continu . .                                          | 13   |
| Transformateurs statiques de fréquence . . . . .                                                                     | 6      | Interrupteurs . . . . .                                                | 13   |
| B). <i>Oscillations électriques amorties obtenues par la décharge d'un condensateur dans un circuit à étincelle.</i> |        | Transformateurs . . . . .                                              | 15   |
| 1° THÉORIE.                                                                                                          |        | Conclusion . . . . .                                                   | 16   |
| Analogies mécaniques . . . . .                                                                                       | 6      | 2° Emploi du courant alternatif.                                       | 17   |
| Représentation graphique d'oscillations amorties . . . . .                                                           | 7      | Transformateurs . . . . .                                              | 17   |
| Mécanisme de la production d'oscillations amorties par la décharge du condensateur . . . .                           | 7      | II. Circuit oscillant . . . . .                                        | 20   |
| Fréquence . . . . .                                                                                                  | 8      | Éclateur . . . . .                                                     | 20   |
| Cause de l'amortissement . . . .                                                                                     | 8      | Condensateurs . . . . .                                                | 21   |
| Conditions nécessaires pour la production des oscillations . . .                                                     | 8      | Éléments à considérer dans la construction d'un condensateur . . . . . | 22   |
|                                                                                                                      |        | Condensateurs à air . . . . .                                          | 23   |
|                                                                                                                      |        | Condensateurs à verre . . . . .                                        | 24   |
|                                                                                                                      |        | Condensateurs C. G. R. . . . .                                         | 24   |
|                                                                                                                      |        | Tubes Moscicki . . . . .                                               | 24   |
|                                                                                                                      |        | Groupements de condensateurs . .                                       | 25   |
|                                                                                                                      |        | Self-inductions . . . . .                                              | 25   |
|                                                                                                                      |        | C). <i>Emploi de l'arc électrique.</i>                                 |      |
|                                                                                                                      |        | Principe . . . . .                                                     | 25   |
|                                                                                                                      |        | Histoire . . . . .                                                     | 25   |

|                                     | Pages. |
|-------------------------------------|--------|
| Considérations théoriques . . . . . | 27     |
| Applications pratiques . . . . .    | 27     |
| L'arc à haute tension . . . . .     | 27     |
| Procédé Poulsen . . . . .           | 29     |

## CHAPITRE II

### Détecteurs d'ondes.

|                                          |    |
|------------------------------------------|----|
| Détecteurs . . . . .                     | 30 |
| Détecteurs d'amplitude . . . . .         | 30 |
| Détecteurs d'énergie . . . . .           | 31 |
| Détecteurs d'amplitude . . . . .         | 31 |
| Cohéreurs . . . . .                      | 31 |
| Détecteurs magnétiques . . . . .         | 32 |
| Détecteurs d'énergie . . . . .           | 33 |
| Détecteurs thermiques . . . . .          | 33 |
| Barretter de Fessenden . . . . .         | 33 |
| Détecteurs à contact imparfait . . . . . | 33 |
| Détecteurs à gazionisés . . . . .        | 35 |
| Détecteurs électrolytiques . . . . .     | 36 |
| Récepteurs téléphoniques . . . . .       | 36 |

## CHAPITRE III

### La propagation des ondes électromagnétiques.

|                                                                         |    |
|-------------------------------------------------------------------------|----|
| Explications préliminaires . . . . .                                    | 37 |
| Force électrique . . . . .                                              | 37 |
| Force magnétique . . . . .                                              | 38 |
| La force magnétique est perpendiculaire à la force électrique . . . . . | 38 |

#### I. INFLUENCE DE LA FORME DES CIRCUITS SUR LA PROPAGATION

##### A) Étude des circuits non dirigés.

|                                                                        |    |
|------------------------------------------------------------------------|----|
| Circuits fermés . . . . .                                              | 38 |
| Circuits ouverts . . . . .                                             | 39 |
| Mécanisme de l'oscillation . . . . .                                   | 39 |
| L'antenne verticale mise à la terre . . . . .                          | 41 |
| L'antenne est un bon capteur d'ondes . . . . .                         | 41 |
| L'énergie à la réception décroît avec la distance des postes . . . . . | 42 |
| L'antenne au point de vue pratique . . . . .                           | 42 |
| Antennes unifilaires . . . . .                                         | 42 |
| Antennes multifilaires . . . . .                                       | 42 |
| La plaque de terre . . . . .                                           | 45 |

##### B). Le problème de la direction et de la localisation du point d'émission.

|                                       |    |
|---------------------------------------|----|
| Miroirs et lentilles . . . . .        | 46 |
| L'antenne coudée de Marconi . . . . . | 46 |
| Théorie . . . . .                     | 46 |
| Diagrammes . . . . .                  | 46 |
| Expériences de M. Braun . . . . .     | 47 |
| Système Bellini-Tosi . . . . .        | 47 |
| Système G.-E. Petit . . . . .         | 47 |

## II. INFLUENCE DU MILIEU EXTÉRIEUR SUR LA PROPAGATION

|                                                                                                                                                            | Pages. |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| Les nouvelles théories de la propagation des ondes électromagnétiques. Rôle du sol. La courbure de la terre. Les obstacles. Rôle de l'atmosphère . . . . . | 48     |
| Objections à l'ancienne théorie . . . . .                                                                                                                  | 48     |
| A). Le rôle du sol dans la propagation . . . . .                                                                                                           | 50     |
| Influence de la résistance ohmique et du pouvoir inducteur spécifique du sol. Zermec. Sommerfeld . . . . .                                                 | 50     |
| Influence des obstacles . . . . .                                                                                                                          | 54     |
| B). Le rôle de l'atmosphère dans la télégraphie sans fil . . . . .                                                                                         | 57     |
| Influence de la conductibilité de l'atmosphère. Théorie de W.-H. Eccles . . . . .                                                                          | 57     |
| Signaux parasites . . . . .                                                                                                                                | 58     |
| C). Conclusion . . . . .                                                                                                                                   | 58     |

## III. LA SYNTONIE

|                                           |    |
|-------------------------------------------|----|
| Courbes de résonance . . . . .            | 58 |
| Influence de la longueur d'onde . . . . . | 59 |
| Influence de l'amortissement . . . . .    | 60 |
| Conséquences pratiques . . . . .          | 60 |

## CHAPITRE IV

### Excitation directe et excitation indirecte. Réception directe et réception indirecte.

#### A). Transmission.

|                                                                |    |
|----------------------------------------------------------------|----|
| Excitation directe . . . . .                                   | 62 |
| Excitation indirecte . . . . .                                 | 63 |
| Circuit à étincelle peu amorti . . . . .                       | 63 |
| Théorie du couplage . . . . .                                  | 64 |
| Couplage lâche et couplage serré . . . . .                     | 65 |
| Circuit à étincelle très amorti . . . . .                      | 66 |
| Procédé Lepel . . . . .                                        | 67 |
| Procédé Telefunken . . . . .                                   | 67 |
| Procédés de la Compagnie Générale radiotélégraphique . . . . . | 67 |
| Système G. R. multiplex . . . . .                              | 69 |

#### B). Réception

|                               |    |
|-------------------------------|----|
| Réception directe . . . . .   | 70 |
| Réception indirecte . . . . . | 71 |

#### C). Appareils de coupage et de réglage.

|                                         |    |
|-----------------------------------------|----|
| Transmission . . . . .                  | 71 |
| Transformateur par induction . . . . .  | 71 |
| Transformateur par dérivation . . . . . | 72 |
| Réception . . . . .                     | 72 |
| Transformateur par dérivation . . . . . | 72 |
| Transformateur par induction . . . . .  | 72 |
| Condensateurs réglables . . . . .       | 74 |



## DEUXIÈME PARTIE

## Les transmissions à grande distance par les ondes électromagnétiques.

## CHAPITRE V

## Le problème de la radiotélégraphie.

|                                                     | Pages. |
|-----------------------------------------------------|--------|
| Code Morse . . . . .                                | 75     |
| Eléments d'une liaison radiotélégraphique . . . . . | 76     |

## I. RÉSUMÉ HISTORIQUE

|                                                                                                                                 |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Premiers travaux . . . . .                                                                                                      | 77 |
| Premiers succès . . . . .                                                                                                       | 77 |
| Progrès à la réception . . . . .                                                                                                | 77 |
| Progrès à la transmission. Emploi de grandes puissances et de grandes longueurs d'ondes . . . . .                               | 78 |
| Progrès de la méthode de la décharge d'un condensateur dans un circuit à étincelle. Réception et excitation indirecte . . . . . | 78 |
| Méthode des oscillations entretenues. L'arc . . . . .                                                                           | 78 |
| L'alternateur à haute fréquence . . . . .                                                                                       | 78 |

## II. LA TECHNIQUE DE LA RADIOTÉLÉGRAPHIE

|                                                                                                          |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Deux méthodes . . . . .                                                                                  | 79 |
| Méthode de la décharge du condensateur dans un circuit à étincelle . . . . .                             | 79 |
| Méthode des oscillations entretenues . . . . .                                                           | 79 |
| A). Stations utilisant la décharge ré-<br>nétée du condensateur dans un circuit<br>à étincelle . . . . . |    |

|                        |    |
|------------------------|----|
| Manipulation . . . . . | 79 |
| Antenne . . . . .      | 81 |
| Emission . . . . .     | 81 |
| Réception . . . . .    | 82 |

## 1° Stations de puissance moyenne.

|                                                                                                   |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Station des Saintes-Maries-de-la-Mer . . . . .                                                    | 90 |
| Station côtière de la Compagnie générale radiotélégraphique de 5 kilowatts de puissance . . . . . | 93 |
| Station côtière Marconi de 5 kilowatts de puissance . . . . .                                     | 95 |
| Stations de bord CGR de 1/2 à 8 kilowatts de puissance . . . . .                                  | 97 |

Page.

## 2° Stations de faible puissance.

|                                                                                            |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Poste d'aéroplanes de la Compagnie générale radiotélégraphique . . . . .                   | 99  |
| Station transportable à dos de mulet de la Compagnie générale radiotélégraphique . . . . . | 101 |
| Postes légers à note musicale système H. Magunna . . . . .                                 | 102 |

## 3° Stations de grande puissance.

|                                                                           |     |
|---------------------------------------------------------------------------|-----|
| Généralités . . . . .                                                     | 105 |
| Emploi de grandes longueurs d'ondes . . . . .                             | 105 |
| Importance du rendement des machines et appareils . . . . .               | 105 |
| Systèmes à étincelles musicales . . . . .                                 | 106 |
| Manipulation et réception à grande vitesse . . . . .                      | 106 |
| Forme de l'antenne . . . . .                                              | 107 |
| Antennes dirigées . . . . .                                               | 108 |
| Grandes longueurs d'ondes . . . . .                                       | 109 |
| Syntonie . . . . .                                                        | 109 |
| Stations de grandes puissances Marconi . . . . .                          | 110 |
| Stations transatlantiques Clifden = Glace Bay . . . . .                   | 110 |
| Réseau universel anglais . . . . .                                        | 113 |
| Stations de grande puissance Telefunken . . . . .                         | 114 |
| Station de la Tour Eiffel . . . . .                                       | 117 |
| Stations puissantes de la Compagnie générale radiotélégraphique . . . . . | 121 |

## B). Stations utilisant les oscillations entretenues.

|                                                                   |     |
|-------------------------------------------------------------------|-----|
| Manipulation . . . . .                                            | 122 |
| Réception . . . . .                                               | 122 |
| Réception système Poulsen . . . . .                               | 122 |
| Manipulation et réception automatiques à grande vitesse . . . . . | 122 |
| Exemples de stations. Station de Cullercoats . . . . .            | 123 |
| Station Goldschmidt de grande puissance . . . . .                 | 123 |

## III. RÉGLEMENTATION ET EXPLOITATION

|                                 |     |
|---------------------------------|-----|
| Convention de Londres . . . . . | 126 |
|---------------------------------|-----|

#### IV. L'ÉTAT ACTUEL ET L'AVENIR DES APPLICATIONS DE LA RADIODÉLÉGRAPHIE

|                                                      | Pages. |
|------------------------------------------------------|--------|
| Sociétés de construction et d'exploitation . . . . . | 126    |
| Échange de télégrammes . . . . .                     | 126    |
| Lutte contre les sinistres maritimes . . . . .       | 127    |
| Application à la marine de guerre . . . . .          | 127    |
| Applications militaires . . . . .                    | 127    |
| Applications aux colonies . . . . .                  | 128    |
| Ballons dirigeables . . . . .                        | 128    |
| La télégraphie sans fil dirigée . . . . .            | 128    |
| Télégraphie sans fil et câbles sous-marins . . . . . | 128    |
| Envoi de l'heure par télégraphie sans fil . . . . .  | 129    |

#### CHAPITRE VI

##### Le problème de la radiotéléphonie.

###### *Théorie :*

|                                            |     |
|--------------------------------------------|-----|
| Téléphonie ordinaire . . . . .             | 131 |
| Forme du courant microphonique . . . . .   | 131 |
| Radiotéléphonie. La transmission . . . . . | 131 |

###### *Notes historiques :*

|                                              |     |
|----------------------------------------------|-----|
| Montages et appareils :                      |     |
| Alternateurs à haute fréquence . . . . .     | 135 |
| Emploi de l'arc . . . . .                    | 136 |
| Microphone . . . . .                         | 136 |
| Montages de transmission . . . . .           | 136 |
| Montages et appareils de réception . . . . . | 139 |

###### *Exploitation :*

|                                                       |     |
|-------------------------------------------------------|-----|
| L'avenir de la radiotéléphonie . . . . .              | 140 |
| Communications à grande distance . . . . .            | 140 |
| Communications de la côte aux navires . . . . .       | 140 |
| La radiotéléphonie et les navires de guerre . . . . . | 141 |

#### CHAPITRE VII

##### Le problème de la transmission des images sans fil.

|                                                        |     |
|--------------------------------------------------------|-----|
| A). Méthode basée sur l'emploi du sélénium . . . . .   | 142 |
| B). Transmission de photographies au charbon . . . . . | 143 |
| C). Reproduction de la gravure . . . . .               | 143 |

#### CHAPITRE VIII

##### Le problème de la transmission d'énergie à distance sans fil.

|                      |     |
|----------------------|-----|
| CONCLUSION . . . . . | 146 |
|----------------------|-----|

###### NOTE I

|                                                                                                     |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Signaux horaires et météorologiques transmis chaque jour par la station de la Tour Eiffel . . . . . | 147 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|

###### NOTE II

##### Sur les nouveaux détecteurs à conductibilité unilatérale.

|                                                                              |     |
|------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Théorie de la rectification . . . . .                                        | 150 |
| Mode d'emploi des éléments rectificateurs comme détecteurs d'ondes . . . . . | 152 |
| Contacts imparfaits à conductibilité unilatérale . . . . .                   | 152 |
| Détecteurs à gaz ionisé . . . . .                                            | 157 |

###### NOTE III

##### Étude sur des solutions particulières du problème de la direction des ondes.

|                                                                                                                                                                                                                                                                                               |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Champs électrique et magnétique dus à des systèmes d'antennes. Le système Bellini-Tosi. Résultats obtenus à la station radiotélégraphique de Boulogne-sur-Mer . . . . .                                                                                                                       | 158 |
| Rayonnement dû à deux antennes verticales . . . . .                                                                                                                                                                                                                                           | 159 |
| Détermination de la direction du point d'émission au moyen de deux antennes verticales . . . . .                                                                                                                                                                                              | 162 |
| Système Bellini-Tosi . . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                | 163 |
| Résultats obtenus à la station radiotélégraphique de Boulogne-sur-Mer . . . . .                                                                                                                                                                                                               | 169 |
| Radiophasemètres et radiodiphaseurs G.-E. Petit. Procédés pour déterminer à l'aide de deux antennes la direction d'un poste radiotélégraphique qui fait des émissions continues et pour produire dans un système d'antennes des oscillations ayant des différences de phase données . . . . . | 171 |

###### NOTE IV

|                                                                                                 |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Convention radiotélégraphique internationale. Protocole final et Règlement de service . . . . . | 175 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|

## Instruction à l'usage des stations radiotélégraphiques.

CHAPITRE I<sup>er</sup>  
Bureaux télégraphiques et stations  
radiotélégraphiques.

|                                                  | Pages. |
|--------------------------------------------------|--------|
| A. — Bureaux télégraphiques . . .                | 206    |
| B. — Stations radiotélégraphi-<br>ques . . . . . | 206    |

CHAPITRE II  
Rédaction et dépôt  
des radiotélégrammes.

|                                                                |     |
|----------------------------------------------------------------|-----|
| A. — Droit de correspondre par<br>la radiotélégraphie. . . . . | 207 |
| B. — Irresponsabilité de l'État. . .                           | 207 |
| C. — Rédaction . . . . .                                       | 207 |
| D. — Indications éventuelles. . .                              | 208 |
| E. — Adresse . . . . .                                         | 208 |
| a) Radiotélégrammes émanant<br>des navires . . . . .           | 208 |
| b) Radiotélégrammes à destina-<br>tion des navires . . . . .   | 209 |
| F. — Texte . . . . .                                           | 210 |
| G. — Signature . . . . .                                       | 211 |

CHAPITRE III  
Télégrammes d'État . . . . . 211CHAPITRE IV  
Télégrammes de service, avis de  
service et avis de services taxés.

|                                  |     |
|----------------------------------|-----|
| A. — Dispositions générales. . . | 212 |
| B. — Télégrammes de service . .  | 212 |
| C. — Avis de service . . . . .   | 212 |
| D. — Avis de service taxés . . . | 213 |

CHAPITRE V  
Compte des mots . . . . . 213CHAPITRE VI  
Tarifs et taxation.

|                                  |     |
|----------------------------------|-----|
| A. — Régimes. . . . .            | 217 |
| B. — Perception des taxes. . . . | 218 |

CHAPITRE VII  
Transmission des télégrammes.

|                                      |     |
|--------------------------------------|-----|
| A. — Dispositions d'ordre général. . | 221 |
| B. — Signaux de transmission. . .    | 222 |
| C. — Ordre de transmission. . . .    | 224 |
| a) Appels de détresse . . . . .      | 224 |
| b) Télégrammes. . . . .              | 224 |
| D. — Appel des stations. . . . .     | 225 |

|                                                                                    |     |
|------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| E. — Règles de transmission. . .                                                   | 226 |
| a) Relations entre stations radio-<br>télégraphiques. . . . .                      | 226 |
| b) Relations entre stations cô-<br>tières et bureaux télégraphi-<br>ques . . . . . | 227 |
| F. — Réception et répétition d'of-<br>fice. . . . .                                | 228 |
| G. — Accusé de réception . . . .                                                   | 228 |
| H. — Direction à donner aux ra-<br>diotélégrammes . . . . .                        | 229 |
| I. — Annulation d'un télégramme<br>sur la demande de l'expéditeur. .               | 230 |
| K. — Arrêt des télégrammes. . .                                                    | 230 |

CHAPITRE VIII  
Remise à destination. . . . . 230CHAPITRE IX  
Télégrammes spéciaux.

|                                                      |     |
|------------------------------------------------------|-----|
| A. — Télégrammes privés ur-<br>gents . . . . .       | 232 |
| B. — Accusés de réception. . . .                     | 232 |
| C. — Télégrammes multiples . . .                     | 232 |
| D. — Télégrammes à acheminer<br>par poste . . . . .  | 233 |
| E. — Télégrammes à remettre<br>par exprès. . . . .   | 233 |
| F. — Télégrammes avec colla-<br>tionnement . . . . . | 234 |
| G. — Télégrammes avec réponse<br>payée. . . . .      | 234 |

CHAPITRE X  
Documents de service et archives 235CHAPITRE XI  
Réclamations et remboursements 236CHAPITRE XII  
Relations entre stations de bord  
et retransmission . . . . . 236CHAPITRE XIII  
Transmissions météorologiques 237CHAPITRE XIV  
Comptabilité.

|                                                      |     |
|------------------------------------------------------|-----|
| A. — Stations côtières. . . . .                      | 237 |
| B. — Stations de bord. . . . .                       | 237 |
| C. — Compagnies françaises de<br>navigation. . . . . | 238 |

---

Imp. F. SCHMIDT, 5-7, avenue Verdier, Montrouge (Seine). — 11-13.

---

