

L'ONDE ÉLECTRIQUE

PUBLICATION
DE LA
SOCIÉTÉ DES AMIS
DE LA
T.S.F.



SOMMAIRE

L. DRIENCOURT

Emploi de la T. S. F. pour la détermination
des longitudes et l'unification de l'heure'

R. MESNY

Les perturbations atmosphériques

D. GERNEZ

Tracé sur la carte des lignes de relèvement constant
d'un point terrestre

E. FROMY

Quelques remarques
sur le fonctionnement d'une lampe détectrice

Un amateur en route pour le Pôle

Essai juridique sur les ondes hertziennes

Montages et tours de main — Analyses et bibliographie
Informations

Etienne **CHIRON**, Éditeur

L'ONDE ÉLECTRIQUE

Revue mensuelle publiée par les Amis de la T. S. F.

ABONNEMENT D'UN AN

France 30 fr.

Étranger 35 fr.

Étienne CHIRON

ÉDITEUR

40, RUE DE SEINE, PARIS

CHÈQUES POSTAUX: PARIS 53-35

PRIX

DU NUMÉRO : 3 francs

SOCIÉTÉ DES AMIS DE LA T. S. F.

Adresser la correspondance administrative et technique à

M. MESNY, secrétaire général

21, rue Jacob, Paris-6^e

Paiement des cotisations à

M. ATTHALIN, trésorier

Banque de Paris et des Pays-Bas

3, rue d'Antin, Paris-2^e

Les correspondants sont priés de rappeler chaque fois leur numéro d'inscription porté sur leur carte.

COMITÉ DE PATRONAGE

MM.

Georges LEMOINE, président de l'Académie des Sciences.

L.-E. BERTIN, vice-président de l'Académie des Sciences.

Alfred LACROIX, secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences.

Emile PICARD, secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences.

Henri DESLANDRES, ancien président de l'Académie des Sciences.

BLOT-GARNIER, président de l'Union des Horlogers de France.

Henri BOUSQUET, président du Conseil d'administration de la Compagnie Générale de Télégraphie sans Fil.

Gabriel CORDIER, président de l'Union des Industries métallurgiques et minières.

J. DAL PIAZ, président du Conseil d'administration de la Compagnie Générale Transatlantique.

MM.

S. DERVILLÉ, président du Syndicat des Chemins de fer de Ceinture de Paris.

Charles FERRAND, président de la Chambre syndicale des Constructeurs de Navires.

Hubert GIRAUD, administrateur-délégué de la Société Générale de Transports Maritimes à Vapeur.

Société des Ingénieurs Coloniaux.

J. LE CESNE, président de l'Union Coloniale française.

Raynald LEGOUÉZ, président de l'Union des Syndicats de l'Electricité.

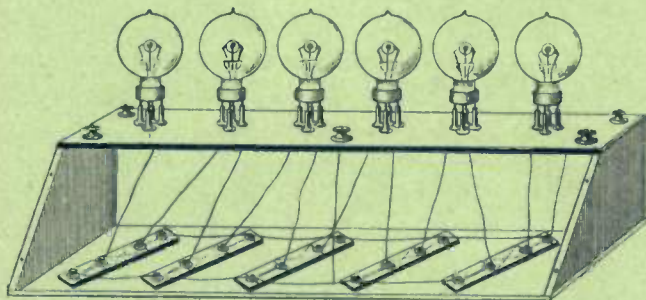
A. MESSIMY, ancien ministre.

Denis PÉROUSE, président du Syndicat des Armateurs de France.

J.-B. POMEY, ingénieur en chef des Postes et Télégraphes.

La Téléphonie sans fil en haut-parleur

CONSTRUCTION D'UN POSTE TRÈS SIMPLIFIÉ A HAUT RENDEMENT
par le D^r Paul HUSNOT



Voici l'appareil dans toute sa simplicité

Un volume avec nombreux schémas : 3 fr. Franco : 3 fr. 25

Étienne CHIRON, éditeur, 40, rue de Seine, PARIS

EMPLOI DE LA T. S. F. POUR LA DÉTERMINATION DES LONGITUDES ET L'UNIFICATION DE L'HEURE ⁽¹⁾

par L. DRIENCOURT

1. **Le problème des longitudes.** — Il n'est pas besoin de rappeler ici de quelle importance est la détermination des longitudes pour la géographie et la navigation.

La longitude astronomique, on le sait, est l'une des deux coordonnées sphériques d'un point A de la terre. Si nous menons par le centre O d'une sphère de rayon 1 (fig. 1) la parallèle OA à la verticale de A dirigée vers le zénith et la parallèle OP à l'axe des pôles dirigée vers le pôle nord, la longitude de A est l'angle $APGr = M$ que fait le méridien PAP' de A avec un méridien PGrP' pris pour origine des

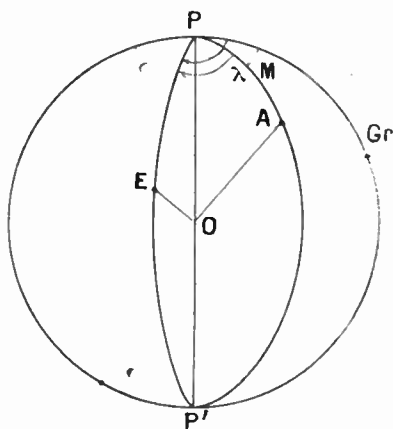


Fig. 1.

longitudes (celui de Greenwich comme on le verra plus loin), l'autre coordonnée étant la distance polaire $AP = \lambda$ ou la colatitude. La longitude est aussi, si l'on prend un repère E dans le ciel, la différence $EPGr - EPA$ des angles horaires de l'astre-repère E pour le méridien origine qu'on désigne sous le nom de premier méridien et pour le méridien de A, autrement dit la différence des *heures locales* du premier méridien et du point A au même instant.

C'est sur cette dernière définition qu'est basée la mesure de la dif-

⁽¹⁾ Communication faite aux Amis de la T. S. F. dans sa réunion du 19 juin 1923.

férence de longitude astronomique de deux lieux de la terre. L'opération consiste à déterminer en chacun d'eux l'heure locale, c'est-à-dire l'avance ou le retard d'une pendule ou d'un chronomètre — c'est un problème d'astronomie dont il n'y a pas lieu de s'occuper ici — puis à *comparer* les pendules ou chronomètres des deux lieux pour avoir les heures que marquent les instruments à un même instant.

Avant l'invention de la télégraphie sans fil, il n'était généralement pas possible d'effectuer directement cette comparaison. Sauf dans le cas tout à fait exceptionnel où les deux lieux se trouvaient reliés par une ligne télégraphique ou téléphonique, susceptible d'être utilisée au moment convenable, il fallait, tout au moins pour les distances supérieures à celle de visibilité d'un même signal lumineux, soit transporter le temps de l'un des lieux à l'autre au moyen de chronomètres appelés pour cette raison des *garde-temps*, soit attendre la production d'un phénomène céleste instantané, procédés également compliqués et peu précis.

Aussi ne faut-il pas s'étonner de ce que les longitudes astronomiques des points du globe terrestre, déterminées ainsi par les procédés les plus variés et rapportées pour la plupart à des méridiens secondaires dont les corrections ultérieures de longitude n'ont pas toujours été appliquées aux longitudes qui en dépendent, forment un ensemble assez disparate de nombres dont la précision ne saurait en général être évaluée et qu'on envisage leur réfection totale à l'aide de la télégraphie sans fil.

2. Problème de l'unification de l'heure. — L'unification de l'heure est un problème connexe du précédent. Elle résulte de diverses conventions internationales qui sont les suivantes :

a) Le méridien de Greenwich a d'abord été adopté par presque tous les pays civilisés comme *méridien international*, c'est-à-dire comme origine des longitudes.

b) D'autre part, la *Conférence internationale de l'heure*, réunie à Paris en octobre 1912, sur l'initiative du Bureau des Longitudes, a décidé notamment qu'il était utile de réaliser l'unification de l'heure et que l'heure universelle doit être celle de Greenwich.

c) Enfin, pour avoir dans chaque lieu une heure qui se déduise aussi simplement que possible de l'heure universelle et qui ne diffère pas trop de l'heure locale, on a divisé le globe terrestre en fuseaux ayant respectivement pour axes 24 méridiens équidistants espacés de 15 degrés à partir du méridien de Greenwich. Dans chacun de ces fuseaux, on prend comme heure unique l'heure locale du méridien central qui n'est autre que celle de Greenwich augmentée ou diminuée, suivant

le cas, d'un nombre entier d'heures, en sorte que les heures des divers fuseaux sont les mêmes pour les minutes, secondes et fractions de seconde. Chaque pays prend, comme *heure légale*, celle du fuseau correspondant. C'est la convention connue sous le nom de *système universel des fuseaux horaires* qu'un grand nombre d'États ont adoptée.

Les pays peu étendus en longitude sont généralement rattachés en entier au fuseau qui comprend la majeure partie de leur territoire; dans les États qui s'étendent sur plusieurs fuseaux, les provinces sont groupées par fuseau et chaque groupement est rattaché au fuseau correspondant.

Le problème de l'unification de l'heure se ramène donc à la détermination aussi exacte que possible de l'heure de Greenwich et à sa transmission par toute la terre.

La première partie, qui est du domaine de l'astronomie pratique, ne serait pas résolue, comme on pourrait le croire, par l'emploi des seules observations de l'Observatoire de Greenwich. C'est que, en effet, toute détermination d'heure comporte une erreur et que, entre deux déterminations consécutives effectuées par un même observatoire, il peut s'écouler un temps assez long durant lequel les pendules garde-temps de l'observatoire ont une marche plus ou moins régulière.

Pour avoir à tout instant l'heure universelle avec le maximum d'exactitude, il faut donc faire contribuer à sa détermination le plus grand nombre possible d'observatoires possédant un service horaire et à sa conservation le plus grand nombre possible de pendules réparties par groupes en des points éloignés les uns des autres, de façon qu'elles ne soient pas sujettes à l'action des mêmes causes perturbatrices.

Or, la participation de plusieurs observatoires à la détermination de l'heure, de même que l'utilisation de leurs pendules pour sa conservation, supposent qu'ils sont en mesure de comparer chaque jour leurs pendules à celles de l'un d'entre eux. Cette comparaison journalière de pendules situées à des distances les unes des autres qu'il y a intérêt à prendre aussi grandes que possible, est encore une opération qui n'aurait pu être envisagée sans la télégraphie sans fil.

La combinaison des observations de différents observatoires suppose en outre qu'on connaît exactement leurs longitudes. Or, il s'en faut que celles-ci soient connues avec toute la précision désirable. C'est ainsi que celle de Paris, autrement dit la différence de longitude entre les observatoires de Paris et de Greenwich, les deux plus célè-

bres du monde, présente encore une incertitude de 0,05 à 0,10, malgré plusieurs déterminations télégraphiques très soignées, ce qui a obligé de définir l'heure légale en France par rapport à l'heure de Paris au lieu de prendre simplement l'heure de Greenwich.

Cela n'a pas empêché la Conférence Internationale de l'heure de désigner Paris comme le siège du *Bureau International de l'heure* en raison de l'avance prise par la France dans l'envoi de signaux rythmés pour la comparaison précise des pendules et chronomètres à grande distance par télégraphie sans fil. Il n'en reste pas moins que les heures de Greenwich déterminées par les différents observatoires horaires sont affectées d'erreurs de longitude et ne peuvent être employées telles quelles pour améliorer l'heure de Greenwich proprement dite; chacune doit subir une correction préalable qu'on prendra égale à la moyenne des différences obtenues successivement entre cette dernière heure de Greenwich et celle donnée par l'observatoire considéré.

On voit que le problème de l'unification de l'heure et celui des longitudes sont tout à fait connexes : la longitude, qui est l'inconnue dans le second, est supposée connue dans le premier, mais seulement à titre provisoire et les observations destinées à améliorer l'heure universelle en utilisant la valeur provisoire de la longitude serviront en fin de compte à corriger celle-ci.

Pour ce qui est de la transmission de l'heure de Greenwich par toute la terre, c'est encore une opération de comparaison de pendules et de chronomètres, mais qui n'exige pas en général la même précision que la comparaison des pendules des observatoires horaires et des pendules ou chronomètres des observatoires d'astronomie de position. Il va sans dire qu'on n'aurait pas pu y songer, non plus sans la télégraphie sans fil.

3. En résumé, les deux problèmes qui viennent d'être exposés comportent, en dehors d'observations astronomiques en divers lieux, la comparaison précise avec le garde-temps de l'un d'entre eux du garde-temps d'un ou plusieurs autres, plus généralement de tout garde-temps situé en un point quelconque du globe. Grâce à la télégraphie sans fil, qui permet de résoudre de la façon la plus générale le problème de la comparaison précise d'instruments de mesure de temps à distance, cette opération est devenue possible, et ce sont les procédés pratiques à employer pour l'effectuer avec le maximum de précision que nous allons maintenant examiner.

Ces procédés sont de deux sortes : écoute de signaux rythmés avec application de la méthode des coïncidences, enregistrement de signaux.

4. **Méthode des coïncidences.** — Le principe de cette méthode est le même que celui du vernier.

On sait que, pour pouvoir faire la lecture précise d'une règle divisée (fig. 2) (ou d'un cercle divisé) correspondant à un repère 0, l'un des moyens consiste à tracer, à la suite du repère dans le sens suivant

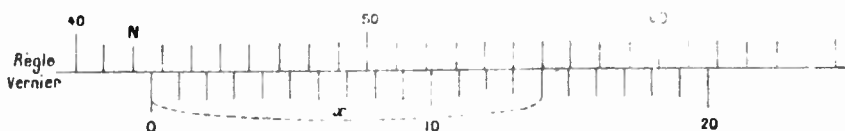


Fig. 2.

lequel croissent les divisions de la règle, n divisions égales valant ensemble $n - 1$ divisions de la règle. Ces n divisions constituent le vernier dont le repère est le zéro. Le numéro N de la division de la règle qui précède le zéro du vernier est la partie entière de la lecture; la fraction s'obtient en cherchant le numéro x de la division du vernier qui coïncide le mieux avec une division de la règle. On prend pour la lecture

$$N + x \frac{n-1}{n} = N + x \left(1 - \frac{1}{n} \right)$$

et l'erreur est au plus égale à la moitié de l'excès d'une division de la règle sur une division du vernier, soit $\frac{1}{2n}$ division de la règle.

La comparaison de deux séries de battements par la méthode des coïncidences est tout à fait analogue à la lecture de la règle au moyen du vernier; on opère sur des temps au lieu d'opérer sur des longueurs et l'oreille remplace l'œil, c'est là toute la différence.

Soient A et B (fig. 3), les deux séries de battements à comparer dont les intervalles, respectivement égaux dans chaque série, sont

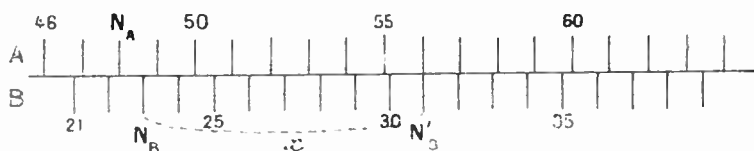


Fig. 3.

légèrement différents d'une série à l'autre, n intervalles de battements B valant par exemple $n - 1$ intervalles de battements A. On écoute les battements A et B à la fois, on entend le battement B qui vient après le battement A s'en rapprocher peu à peu, coïncider presque avec lui, le dépasser pour s'en écarter ensuite de plus en plus.

On peut faire la comparaison pour un battement déterminé N_B qui correspondra alors au zéro du vernier, les battements B qui le suivent formant les divisions du vernier. Soient N_A le battement A qui précède immédiatement N_B , x le nombre de battements B compris entre N_B et le battement B qui coïncide le mieux avec un battement A : la comparaison sera :

$$N_A + x \left(1 - \frac{1}{n} \right) - N_B.$$

Mais comme ici rien n'oblige à prendre un battement N_B plutôt que l'autre comme zéro du vernier, on choisit de préférence celui de la coïncidence N'_B , N'_A étant le battement A correspondant, on prend comme comparaison $N'_A - N'_B$, soit pour le battement N'_A , soit pour le battement N'_B . Et si la coïncidence est bien observée, l'erreur de la comparaison est encore au plus $\frac{1}{2n}$ intervalle des battements A.

5. — La précision que l'on peut atteindre avec la méthode des coïncidences est théoriquement illimitée, puisque $\frac{1}{2n}$ peut être rendu aussi petit que l'on veut en augmentant n . Mais, pratiquement, elle se trouve rapidement limitée comme celle d'une lecture avec le vernier et pour des raisons analogues. Pour donner toute la précision dont elle est susceptible, la méthode des coïncidences, qui suppose essentiellement les battements de chaque série également espacés, exige en outre qu'ils soient secs, brefs et de même intensité au moins apparente. Suivant que ces conditions sont plus ou moins remplies, on peut augmenter plus ou moins le nombre n sans accroître en même temps l'incertitude sur le battement A ou B de la coïncidence.

Nous allons le vérifier par la comparaison entre elles des séries de battements produits par des instruments de mesure de temps, avant de passer aux comparaisons radiotélégraphiques.

6. **Battements naturels écoutés directement.** — Les battements naturels ont un premier défaut commun, c'est leur durée qui n'est pas négligeable, surtout dans les pendules; et la gêne causée par cette durée est d'autant plus grande que celle-ci est due pour une bonne part à la sonorité. Les battements des chronomètres de marine sont toutefois très supérieurs à ceux des horloges astronomiques : ils sont moins trainants et plus forts. De plus, ils ont même espacement d'un intervalle au suivant, chaque intervalle correspondant à une oscillation complète du balancier; tandis que, pour les horloges qui donnent un battement à chaque oscillation simple, il y a un « boitement » qu'on arrive difficilement à supprimer entièrement, ce qui oblige à faire

abstraction d'un battement sur deux, à négliger celui qui correspond aux secondes paires par exemple. Il en résulte que les coïncidences sont moins précises et moins fréquentes.

En fait, dans les comparaisons directes de deux instruments battant l'un le temps moyen, l'autre le temps sidéral, on ne peut guère obtenir mieux que le $1/100^{\circ}$ de seconde avec des chronomètres et le $1/50^{\circ}$ avec des pendules; entre pendule et chronomètre, la précision serait encore inférieure si l'on n'avait soin d'écarter le chronomètre de l'oreille, afin d'égaliser les intensités de battements autant que possible.

7. Battements naturels transmis par téléphone. — On peut améliorer notablement les battements naturels en les écoutant, non plus directement, mais dans un téléphone. Le montage est le suivant :

Un microphone M (fig. 4), genre Hughes ou à grenaille, est placé sur le mouvement de l'horloge ou du chronomètre A à l'intérieur de

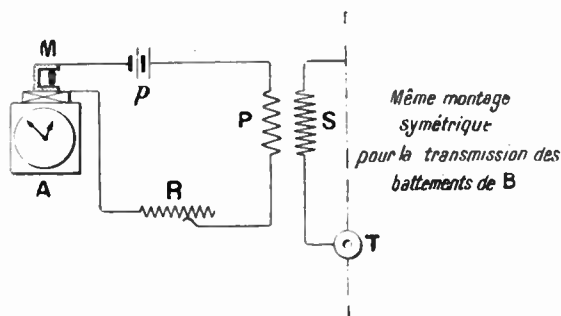


Fig. 4.

la boîte; il est en circuit avec une pile p comprenant un ou deux éléments, une résistance variable R et le primaire P d'une petite bobine d'induction téléphonique dont le secondaire S est relié aux bornes d'un téléphone T . La figure ne représente que la moitié du montage: celle relative à la transmission des battements de l'horloge ou chronomètre B serait symétrique par rapport à l'axe, les deux secondaires étant en série avec le téléphone.

Le fonctionnement de ce montage se comprend sans peine. A l'aide des résistances variables R du circuit de A et R' du circuit de B, on règle les intensités des deux séries de battements, de façon qu'elles soient égales et que la sonorité soit supprimée. Dans ces conditions, la précision des comparaisons par coïncidences est au moins double de celle obtenue avec les battements écoutés directement: elle atteint facilement $1/200^{\circ}$ de seconde.

8. Battements artificiels produits électriquement. — Si l'on veut

aller plus loin, il faut remplacer les battements naturels des garde-temps par des battements artificiels. Les instruments de mesure de temps sont munis à cet effet d'un *contact électrique* qui sert d'autre part, soit à synchroniser d'autres horloges, soit à actionner à distance des cadrans compteurs de seconde ou des chronographes enregistreurs, et on utilise les ruptures ou les fermetures de courant produites par ce contact pour les transformer en battements. Il est naturellement préférable d'employer les ruptures qui sont toujours plus nettes que les fermetures : mais comme beaucoup d'instruments sont disposés pour fonctionner à la fermeture, il est nécessaire d'envisager les deux cas

Le problème qui se pose est de faire en sorte qu'on n'entende qu'un battement : par exemple, si le contact fonctionne comme interrupteur, qu'on entende la rupture du circuit sans la fermeture, un second bruit plus ou moins décalé par rapport au seul qui compte étant fort gênant pour l'observation des coïncidences. Les montages qu'on emploie à cet effet sont les suivants :

Fermeture. — Le contact *w* (fig. 5) est en circuit avec une pile *p*.

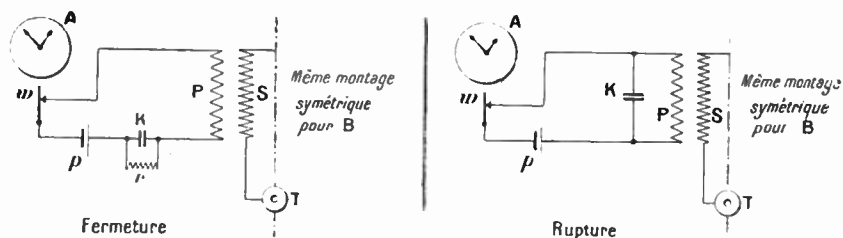


Fig. 5.

un condensateur de 2 microfarads shunté par une résistance sans self de 30 000 Ω et enfin le primaire P d'une petite bobine d'induction téléphonique, primaire qui est mobile à l'intérieur du secondaire S. Celui-ci est connecté aux bornes du téléphone T. Même montage symétrique pour le garde-temps B dont le secondaire S' est en série avec S et T.

A la fermeture du contact *w* de A, le condensateur K se charge brusquement ; le courant de charge engendre un courant induit dans le secondaire S et produit par suite un bruit sec dans le téléphone T. A l'ouverture de *w*, le condensateur se décharge par la résistance *r* et le secondaire n'est pas influencé.

Rupture. — Le contact *w* (fig. 5, partie droite) est mis en série avec

une pile p et le primaire P d'une bobine d'induction shunté par un condensateur K . Le secondaire de la bobine est monté aux bornes du téléphone T .

Lorsque le contact s'ouvre, le champ magnétique de la bobine disparaît en donnant naissance à des courants induits dans les enroulements de la bobine. Celui du primaire P (extra-courant de rupture) charge brusquement le condensateur K ; celui du secondaire, auquel se superpose le courant induit par le courant de charge du condensateur qui passe dans le primaire, produit un bruit sec dans le téléphone T . A la fermeture, le champ magnétique qui se crée à nouveau dans la bobine retarde l'établissement du courant dans le circuit primaire pPw ; si la constante de temps de ce circuit est suffisamment grande, le secondaire est très faiblement actionné et l'on n'entend presque rien dans le téléphone. Si l'on veut supprimer le bruit complètement, il suffit d'augmenter la self du circuit primaire en ajoutant un électro en série.

Les battements artificiels ainsi obtenus sont très brefs et peuvent être rendus parfaitement identiques pour des instruments différents. Les coïncidences sont très faciles à observer, à la condition toutefois que les périodes d'ouverture ou de fermeture des contacts soient suffisamment voisines pour qu'il y ait sensiblement coïncidence lorsque les battements se rattrapent. Avec une différence de période de 1/1000^e de seconde, il n'y a pas la moindre hésitation sur le battement de coïncidence. Cette différence peut donc être mesurée rapidement et avec une grande précision.

Enfin, on peut aller beaucoup plus loin comme précision de comparaison en employant pour le secondaire le dispositif de la figure 6,

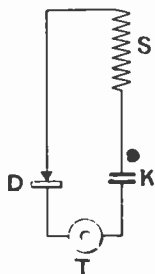


Fig. 6.

dû à M. l'ingénieur électricien Laüt, qui diffère des précédents (fig. 5) principalement par l'addition d'un détecteur dans le circuit secondaire. Les bobines d'induction sont supprimées et remplacées cha-

cune par une ou deux spires de fil qu'on approche plus ou moins d'un enroulement S, semblable à celui d'un secondaire de récepteur de télégraphie sans fil, fermé sur le détecteur D, un condensateur K et le téléphone T.

Avec ce dispositif, on a pu comparer deux chronomètres dont la marche relative ne dépassait pas une seconde par jour sans trouver plus de six battements consécutifs de seconde en coïncidence. En admettant que la marche relative au moment de l'expérience était égale à sa valeur moyenne, ce qu'on a pu vérifier *grosso modo*, l'incertitude de la comparaison serait de $\frac{3''}{86.400}$ ou d'environ $1/30.000''$. Ce chiffre donne une idée de la brièveté des battements qu'on obtient avec le montage indiqué.

9. **Comparaisons radiotélégraphiques.** — Pour comparer à distance et sans fil un nombre quelconque d'instruments de mesure de temps battant le même temps ou les uns le temps moyen, les autres le temps sidéral, on prend comme intermédiaire une série de battements radiotélégraphiques dont les intervalles, aussi constants que possible, sont légèrement différents d'une seconde de temps moyen et d'une seconde de temps sidéral. Les battements qu'émet le poste de la Tour Eiffel actuellement sont espacés de $\left(1 - \frac{1}{50}\right)$ seconde de temps sidéral.

Ils sont envoyés par une horloge électrique à balancier de demi-seconde Brillié-Leroy, dont le contact électrique commande les appareils d'émission. Chaque série comprend 300 signaux, les 60°, 120°, 180° et 240° étant supprimés pour faciliter le comptage.

Tous les instruments situés dans le rayon de portée de la station d'émission peuvent être comparés simultanément par la méthode des coïncidences à cette série de signaux. Il suffit pour cela, dans les montages des figures 4 et 5, de relier le secondaire aux bornes du téléphone du récepteur de télégraphie sans fil. Les coïncidences obtenues permettent de calculer l'heure que marquait l'instrument à l'instant d'un signal quelconque. On calcule en général les heures correspondant aux 1^{er} et 300^e signaux, de façon à avoir une vérification. Les comparaisons s'obtiennent en rapportant les unes aux autres les heures ainsi calculées pour les différents instruments.

La précision dont ces comparaisons radiotélégraphiques sont susceptibles dépend du genre de battements envoyés. Au temps où l'on faisait usage de l'émission *ronflée*, on pouvait envoyer des signaux formés d'un seul train d'ondes, qui auraient constitué des battements radiotélégraphiques parfaits, si leurs intervalles avaient été rigou-

reusement constants. Mais la variation de la phase du courant alternatif d'alimentation à 42 périodes au moment de la fermeture du circuit produisait une variation du retard de l'étincelle pouvant atteindre exceptionnellement $1/2$ période, soit $1/84^{\circ}$ de seconde. Un autre inconvénient de ces signaux très brefs était le manque de portée, la portée d'un signal étant, dans une certaine mesure, fonction de sa durée. Malgré ces inconvénients, on a pu effectuer régulièrement des comparaisons à $1/200^{\circ}$ de seconde sur des distances telles que Paris-Bizerte.

Lorsqu'on a remplacé l'émission ronflée par l'émission musicale, puis par l'émission à ondes entretenues, on a dû renoncer aux *signaux-points* pour envoyer des *signaux-traits* dont la durée, d'abord de 12 seconde, a été ramenée à $1/10^{\circ}$ de seconde. On a ainsi gagné en portée; la régularité d'espacement a été aussi sensiblement accrue, et malgré cela, on a perdu beaucoup en précision pour les comparaisons. Les coïncidences s'observent avec le commencement des traits et il intervient alors une question d'appréciation, donc une *équation personnelle* de comparaison, ce qui n'a pas lieu pour la superposition de deux points très brefs. En fait, la précision des comparaisons est descendue de $1/200^{\circ}$ de seconde à $1/50^{\circ}$ en moyenne.

Il n'est pas douteux que si l'on pouvait, par l'emploi d'amplificateurs ou autrement, accroître sensiblement la portée des signaux formés d'un seul train d'ondes, il faudrait revenir, pour la production des battements radiotélégraphiques, à l'émission à étincelles rares.

10. Emploi de l'enregistrement automatique. — Pour les comparaisons radiotélégraphiques, on peut, comme pour les comparaisons à distance au moyen de signaux électriques envoyés par fil, se servir aussi de l'enregistrement automatique. Les passages des signaux et les battements du garde-temps s'inscrivent sur une bande de papier qui se déroule avec une vitesse uniforme ou sur une feuille enroulée sur un cylindre animé d'un mouvement de rotation uniforme autour de son axe et d'un mouvement de translation le long de cet axe.

L'*inscription avec une plume* demande une certaine puissance. Aussi, avant la guerre, les signaux brefs recueillis par une antenne moyenne ne pouvaient être enregistrés de cette façon qu'à une distance relativement courte. Pour les transmissions éloignées, il fallait avoir recours à l'*inscription photographique*. C'est ainsi que divers physiciens, notamment M. H. Abraham pour la détermination de la différence de longitude Paris-Washington, étaient arrivés à obtenir des résultats déjà très remarquables.

Durant la guerre, d'importants perfectionnements ont été apportés aux galvanomètres à enregistrement employés pour le repérage par le son, notamment aux galvanomètres à plume destinés aux inscriptions sur papier enfumé. Les grands progrès réalisés d'autre part dans la réception à grande distance des signaux radiotélégraphiques, grâce à l'emploi des amplificateurs à lampes, ont permis de revenir aux inscripteurs à plume, d'un fonctionnement plus simple et moins coûteux d'achat et d'entretien que les enregistreurs photographiques. Quelques physiciens se sont occupés en 1920 de mettre au point, pour les inscriptions de la télégraphie sans fil, les appareils de ce genre utilisés dans le repérage par le son.

M. H. Abraham, avec le concours de M. Marti, a adapté au nouveau but poursuivi les appareils que, de 1916 à 1918, il avait fait construire avec M. E. Bloch pour le Service géographique de l'Armée. Il a perfectionné surtout le plus grand de ces appareils, le *magnéto-oscillographe à plume*, sorte de petite magnéto tétrapolaire analogue aux magnétos d'appel des téléphones dont la palette, mobile autour d'un axe, porte un style inscripteur. Suivant le point de serrage du ressort qui constitue le couple stabilisateur, on a une grande sensibilité avec une vitesse d'inscription relativement faible ou une sensibilité moindre avec une grande vitesse d'inscription. Un appareil de 20000 ohms muni d'une plume de 10 cm donne, pour un courant de $1/4$ de milliampère, soit des déviations de 10 mm atteintes en $1/500^{\circ}$ de seconde, soit des déviations de 2 m/m atteintes en $1/2500^{\circ}$ de seconde.

Cet oscillographe remplace le téléphone sur le circuit de plaque d'un amplificateur à lampes sans l'interposition d'aucun relais. Avec un cadre mobile et un amplificateur approprié à 7 lampes, M. Abraham enregistre couramment dans son laboratoire les signaux horaires du poste d'Annapolis (E.-U.).

M. Jouaust, en partant de l'oscillographe à plume du modèle courant du repérage par le son, est arrivé à des résultats également très satisfaisants pour l'enregistrement sur papier enfumé des émissions des grands postes d'Amérique.

Le problème de l'enregistrement des signaux radiotélégraphiques à grande distance pourrait donc être considéré comme résolu au point de vue pratique, s'il n'y avait pas les parasites qui rendent souvent les inscriptions difficiles à déchiffrer. On est parvenu déjà à les réduire beaucoup; mais il faut prendre bien garde, lorsqu'on emploie les procédés imaginés dans ce but, de ne pas altérer l'enregistrement des commencements de signaux. C'est pourquoi l'enregistrement des

signaux horaires de comparaison à grande distance ne saurait être confié dans l'état actuel qu'à des physiciens très avertis.

11. Enregistrement simultané des battements du garde-temps.

— L'enregistrement des signaux radiotélégraphiques suppose réalisé d'une façon parfaite sur la même bande celui des battements du garde-temps auxquels ils sont rapportés. Chaque battement doit être représenté par un trait transversal d'une grande finesse, aussi normal que possible à la ligne que trace la plume au repos. En second lieu, la vitesse de déroulement de la bande dans l'intervalle de deux battements doit être rigoureusement constante.

La première condition est remplie d'une façon très satisfaisante, lorsqu'on fait usage, pour inscrire les battements, du petit électro connu sous le nom de *signal de Deprez* avec un montage convenable.

Il n'en est pas de même de la seconde. L'enregistreur à bande enfumée du service du repérage par le son, malgré tous les perfectionnements qu'il a reçus au cours de la guerre et qui l'ont fait adopter pour l'enregistrement des signaux radiotélégraphiques, laisse encore un peu à désirer sous le rapport de la régularité de déroulement dans l'intervalle de 1 ou 2 secondes. On peut sans doute y remédier en inscrivant sur la même bande les vibrations d'un diapason et c'est ce que l'on doit toujours faire lorsqu'on cherche une extrême précision. Mais le travail de dépouillement des bandes s'en trouve considérablement accru; le remède est inapplicable dans la pratique courante.

La nouvelle méthode chronographique de MM. Abraham et R. Planiol, qui permet d'obtenir l'inscription, non plus seulement des battements du garde-temps, mais des dixièmes et demi-dixièmes de seconde, et cela, avec des traits de longueur différente qui en rendent la lecture aussi facile que celle d'une règle divisée, remédie d'une façon pratique au défaut signalé des chronographes en même temps qu'il simplifie le dépouillement des bandes. Cette simplification est d'autant plus grande que c'est la même plume qui sert à enregistrer les signaux radiotélégraphiques et le temps : on n'a donc aucune mesure à faire pour avoir l'heure de chaque signal.

Nous renvoyons pour sa description au n° 1 de *l'Onde Électrique*.

12. Avantages et inconvénients des procédés d'enregistrement. —

L'emploi des procédés d'enregistrement pour les comparaisons radiotélégraphiques présente deux avantages principaux : celui de laisser un document impersonnel et permanent qu'on peut étudier ensuite à loisir et celui de ne pas exiger des signaux rythmés.

On s'exagère souvent l'importance du premier de ces avantages. Le second est plus réel. On a vu plus haut qu'on ne peut pas, avec

l'émission ronflée, envoyer des signaux à intervalles rigoureusement constants. C'est ce qui rend illusoire en partie la haute précision dont la méthode des coïncidences est susceptible. Avec l'enregistrement, un seul signal suffit, à la rigueur, s'il est nettement inscrit ainsi que les battements du garde-temps qui le comprennent dans les stations qui ont à effectuer leurs comparaisons : le procédé est donc indépendant du retard variable de l'étincelle ou du commencement des ondes entretenues par rapport à la fermeture du contact qui l'a provoqué.

En fait, la méthode des coïncidences, tout au moins avec les signaux-points, donne pour les comparaisons une exactitude plus que suffisante, parce que nettement supérieure à celle des déterminations d'heure. Comme le matériel qu'elle nécessite est beaucoup plus simple que celui des procédés d'enregistrement, elle sera toujours préférée à ceux-ci pour les mesures courantes de différences de longitude. De plus, lorsque la distance au poste émetteur est grande et que la réception est troublée par des parasites, ceux-ci se reconnaissent plus facilement au son que sur les inscriptions, à cause du timbre que l'oreille perçoit et que les oscillographes n'enregistrent que très imparfaitement.

Par contre, les méthodes d'enregistrement reprennent le premier rang dès qu'il s'agit d'obtenir une très haute précision : la durée de l'opération devient alors en effet une question secondaire et l'on peut attendre les circonstances favorables. Ce serait le cas, par exemple, si l'on mettait à exécution le projet de détermination de longitudes fondamentales par télégraphie sans fil, autour du globe proposé par M. le général Ferrié ; car, pour des opérations fondamentales, il y a toujours intérêt à réduire le plus possible les erreurs des comparaisons, même si celles des déterminations d'heure sont sensiblement plus fortes. Ce serait *a fortiori* le cas si l'on voulait mesurer la vitesse de propagation des ondes hertziennes entre deux stations, puisqu'alors n'interviendraient que les comparaisons. Mais, ainsi qu'il a été dit plus haut, le soin d'effectuer les comparaisons dans ces conditions devrait être laissé à des physiciens connaissant à fond les erreurs à craindre dans l'enregistrement des signaux de télégraphie sans fil.

L. DRIENCOURT,

Ingénieur Hydrographe en chef de la Marine.

Les perturbations atmosphériques

par R. MESNY

L'article qui suit ne constitue pas une contribution nouvelle à l'étude des atmosphériques. C'est seulement un exposé d'ensemble des idées qui ont cours sur ces phénomènes et surtout des observations qui ont été faites à leur sujet. Nous y laissons complètement de côté tout ce qui concerne les recherches techniques effectuées pour arriver à éliminer le trouble qu'ils apportent dans les observations et nous nous limitons au point de vue purement physique de la question.

1. **Classification.** — Les ondes électromagnétiques d'origine naturelle ont été, depuis le début de la radiotélégraphie, un des obstacles les plus sérieux au développement des communications. La réception étant faite à l'oreille, les perturbations apportées par ces ondes ont été classées d'après les bruits qu'elles produisent.

La distribution entre les différentes espèces ne correspond à aucune idée précise sur leurs origines et n'est pas toujours nette ; cependant, il est indispensable de connaître les termes employés. On distingue en général :

a) La « friture » que les Anglais appellent souvent le « hissing ». C'est un bruit presque continu qui est surtout marqué par temps de neige ou quand des nuages très chargés passent au-dessus de l'antenne.

b) Les « claquements » appelés « clicks » par les Anglais. Ce sont des bruits très brefs.

c) Les « grinders ». Nous employons ici le mot anglais (bruit de meule écrasant du grain) qui n'a pas son équivalent en français et qui représente parfaitement le type des bruits en question. On les désigne parfois cependant par le mot « friture ».

D'autre part, Rothé⁽¹⁾ utilise une classification un peu différente. En dehors des fritures, il envisage :

1° Les craquements et claquements. — Ce sont les parasites les plus fréquents, observés surtout dans la journée. Il appelle craquements ceux dont la note est la plus basse, ressemblant au bruit d'un morceau de bois que l'on brise, réservant le nom de claquements aux bruits de note plus élevée que les précédents et surtout plus brefs et secs. Ils ont une fréquence très variable et sont assez nombreux, quoique distincts entre eux, pour former une sorte de crépitement continu, tout à fait différent cependant des craquements.

2° Les décharges. — Il réserve le nom de décharges à des manifestations qui sont plus rarement entendues, sont d'assez longue durée, jusqu'à cinq secondes, présentent un bruit métallique intense (gong), de note élevée très nette et conservent, pendant leur durée entière, la même intensité et la même hauteur.

Ces décharges ne semblent dues qu'à des nuages orageux plus ou moins voisins. Quand l'orage est très proche, ces décharges peuvent devenir presque continues et dominer les autres genres de parasites.

2. Périodicité des atmosphériques. — *a. Périodicité annuelle.* — L'observation courante montre que les atmosphériques sont beaucoup plus fréquents et plus importants en été qu'en hiver. Austin (2) a fait mesurer journallement les audibilités des atmosphériques depuis 1918; les observations faites à Washington confirment naturellement la périodicité que nous venons d'indiquer, mais les courbes annuelles sont loin d'être superposables. Les maxima et minima sont donnés par le tableau suivant :

Année	MINIMA		MAXIMA	
	Époque	Audibilité	Époque	Audibilité
1919 . . .	Mai et septembre	1000 et 1000	Janvier et juillet	150 et 400
1920 . . .	Mai et septembre	1500 et 3000	février et mai	150 et 600
1921 . . .	Juillet	2400	janvier	150

D'autre part, Watson Watt (3) a mesuré à Aldershot ($\varphi = 51^{\circ}16' N$, $\lambda = 0^{\circ}46' W$) les fréquences des perturbations au cours de l'année

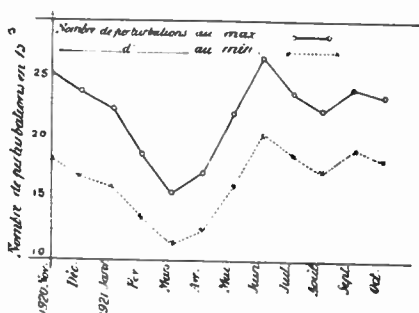


Fig. 1.

s'étendant du 1^{er} novembre 1919 au 31 octobre 1920. Ses mesures étaient faites au radiogoniomètre et il comptait le nombre de perturbations en 15 secondes dans les différents azimuts à 7 heures, 13 heures

et 16 heures. Les courbes de la figure 1 indiquent les résultats moyens obtenus aux différents mois dans la direction où la fréquence des atmosphériques était maxima et dans celle où elle était minima.

Enfin des observations de longue durée ont encore été faites par Cornélis de Groot à Java (1). Ses résultats font encore ressortir l'influence saisonnière, les atmosphériques étant beaucoup plus faibles de juin à septembre que pendant le reste de l'année. Il fait remarquer que les perturbations suivent de près les modifications des moussons. Les

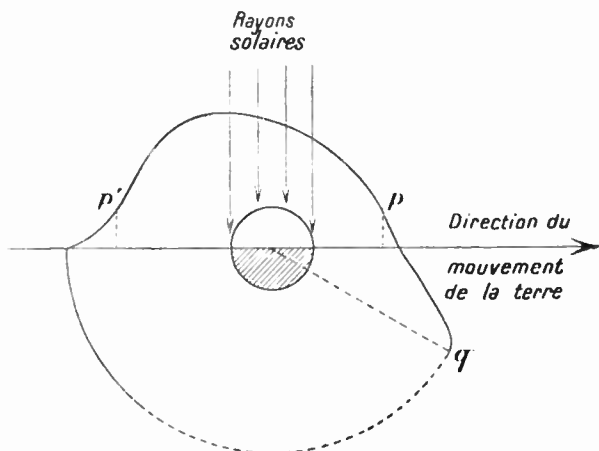


Fig. 2.

maxima se produisent au voisinage des changements de mousson. Pendant la mousson de N E s'observe le long minimum d'hiver et pendant la mousson de S O on retrouve un second minimum, mais moins marqué et de moindre durée.

b. *Périodicité journalière.* — Cornélis de Groot donne le diagramme polaire de la figure 2 pour représenter les variations diurnes de l'intensité des perturbations; il mentionne que les observations de nuit n'ayant pas été très fréquentes, la partie pointillée de la courbe n'est pas absolument certaine. Le diagramme représente le résultat moyen d'une année de mesures effectuées à Landangen (Java). Il semble que les caractéristiques de cette courbe soient celles que l'on rencontre le plus fréquemment (2) : les atmosphériques sont plus forts pendant la nuit, ils commencent à diminuer environ deux heures avant le lever du soleil, passent par un minimum vers 10 heures, puis augmentent jusqu'à 15 heures; ils restent alors à peu près constants jusqu'à une heure avant le coucher du soleil, puis augmentent encore jusqu'à la nuit.

Cependant W. Pickard ⁽⁴⁾ indique une distribution diurne différente, les atmosphériques décroissent d'après lui assez brusquement vers la fin de l'après-midi, puis diminuent graduellement jusqu'au matin.

3. Direction des atmosphériques. — D'une façon générale, en faisant abstraction des perturbations provenant des orages locaux, les atmosphériques ne sont généralement pas distribués régulièrement dans tous les azimuts.

Austin ⁽⁵⁾ et W. Watt ⁽³⁾ ont fait à ce sujet des observations très méthodiques, le premier en différentes régions de l'Amérique du Nord et des Antilles, le second en Angleterre et à Aldershot.

Nous empruntons à Austin les conclusions de l'étude dont nous venons de donner la référence.

• 1. Les atmosphériques sur la côte ouest des États-Unis viennent généralement de directions situées entre le sud et l'ouest, principalement du Mexique, mais aussi des monts Alleghany ^(*).

• 2. Quelques observations faites sur la côte du golfe du Mexique fournissent également la direction du Mexique.

• 3. Sur la côte du Pacifique, les atmosphériques sont plus faibles et paraissent provenir, pour la plupart, de centres voisins. Dans le nord, la direction est floue, mais beaucoup de perturbations paraissent issues de centres montagneux. Mariott a appelé l'attention sur le fait qu'à Bremeston et à Astoria une part importante des atmosphériques vient de la direction du mont Ramier, pic isolé, le plus élevé de cette région. Plus au sud, à San Francisco et San Diego, les perturbations sont très nettement dirigées et viennent pratiquement toujours de points situés à l'est, probablement dans les montagnes voisines.

• 4. A Porto-Rico, les atmosphériques viennent de deux directions, soit du sud du Mexique soit d'un azimut un peu à l'est du sud, correspondant probablement à quelque centre situé dans l'Amérique du Sud. Pendant les mois les plus chauds, il y a également à Porto-Rico une quantité considérable de perturbations disséminées d'origine locale.

• 5. En général, on peut conclure que les atmosphériques viennent de la terre plutôt que de la mer, et, quand ils semblent provenir de la

(*) Des observations de Taylor ⁽⁸⁾ effectuées pendant l'hiver de 1915-1916 donnent une direction SE pour les atmosphériques observés à Belmar (état de New-Jersey), ce qui semble en contradiction avec les conclusions d'Austin. Il y a lieu cependant de se fier à ces dernières qui ont été consacrées par les conséquences que l'on en a tirées pour établir des réceptions dirigées des stations européennes. W. Pickart et C.-A. Hoxie ⁽⁶⁾ ont également observé la prédominance très nette des atmosphériques du SW.

mer, il y a généralement une terre à distance relativement faible dans la direction trouvée. »

D'autre part, les observations de W. Watt fournissent le diagramme de la figure 3. Ce diagramme indique pour chaque mois les azimuts dans lesquels les perturbations sont les moins nombreuses. Il a calculé d'autre part pour chaque mois les rapports $\frac{A-a}{A}$ où A et a sont les valeurs moyennes des nombres de perturbations observées

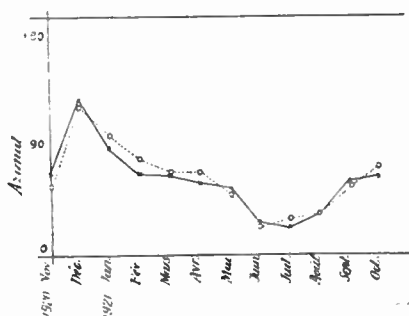


Fig. 3.

dans la direction la plus troublée et dans la direction la moins troublée; il trouve des valeurs variant entre 20 et 30 %, dans le cours de l'année.

En France, de Bellescize a fait à Villecresne plusieurs séries d'enregistrements qui lui ont donné un maximum important de perturbations dans la direction du S. E. Nous avons obtenu quelques résultats analogues à Meudon, mais fréquemment l'effet de direction était peu prononcé.

Rothé et W. Watt ont fait remarquer qu'on distingue parfois dans des azimuts différents — quelquefois dans des directions perpendiculaires — deux genres de perturbations. Dans une direction, par exemple, le maximum peut être caractérisé par des « grinders »; dans la direction perpendiculaire, au contraire, on observe surtout des « clicks ».

4. Distance des sources des perturbations. — D'après ce qui précède, il semblerait que les perturbations atmosphériques peuvent se faire sentir à très grande distance. Tel n'est pas l'avis de de Bellescize⁽⁶⁾. Il signale qu'on admet généralement que la portée d'un éclair est de 100 kilomètres (Austin parle seulement de 30 kilomètres), et qu'il est difficile d'imaginer des déplacements d'électricité plus importants que ceux donnant lieu aux éclairs; il fait en outre remarquer que le trouble

apporté à la réception par les atmosphériques diffère parfois beaucoup entre deux régions peu éloignées, Nantes et Paris par exemple. Il explique alors comme il suit les localisations des centres de perturbations que nous avons mentionnés au paragraphe précédent :

Traçons les courbes reliant entre elles les régions caractérisées par une même densité de décharges atmosphériques, à un instant donné, tous les cadres impressionnés par ces décharges donneront un maximum de perturbations quand ils seront orientés normalement à cette courbe; ils indiqueront la direction de son centre de courbure, et non celle d'un centre effectif de perturbations, de Bellescize note que son hypothèse est étayée par une carte publiée par W. Pickard dans l'article signalé plus haut (6). Les régions ayant donné naissance au même nombre d'orages durant une période de dix ans y sont reliées par des courbes, ayant en moyenne leurs centres vers le golfe du Mexique.

Nous reviendrons un peu plus loin sur les idées de Pickard sur les atmosphériques, mais nous signalerons tout de suite quelques remarques judicieuses de cet auteur, remarques qu'il est bon de prendre en considération dans la question actuelle.

Il est facile, dit-il, de mettre hors de cause dans la production des perturbations constatées aux États-Unis tous les centres situés hors de ce pays. Si, par exemple, on se déplace vers l'équateur, on remarque que l'effet saisonnier s'atténue; au sud de l'équateur, les variations annuelles changent de sens; les perturbations y sont les plus fortes aux mois correspondant à l'hiver de l'hémisphère nord. Il est donc impossible d'attribuer les atmosphériques constatés aux États-Unis, à des centres orageux situés à très grande distance, dans l'Amérique du Sud. De même, l'allure des variations diurnes élimine l'hypothèse de centres placés en Europe ou en Asie.

5. Influence de la latitude.— D'une façon générale, l'importance des atmosphériques est d'autant plus grande que la latitude est faible. Dans les pays tropicaux, les perturbations deviennent considérables, et dans certaines régions ils se produisent presque sans interruption pendant toute la journée au point de ne permettre le trafic radiotélégraphique que pendant deux ou trois heures par jour. Encore doit-on employer des énergies beaucoup plus grandes que dans nos régions.

6. Nature des perturbations atmosphériques.— Les radiotélégraphistes se sont occupés de tout temps de la nature des perturbations atmosphériques. Le problème de leur élimination étant capital, on a pensé pendant longtemps qu'il serait utile de connaître exactement leur origine et leur nature; mais il semble bien aujourd'hui que cette connaissance ait peu d'importance au point de vue technique. Il est

certain que les espèces en sont très variées et cette variété même rend à peu près illusoire les avantages que donneraient des indications précises. En revanche, un gros intérêt scientifique et météorologique s'attache toujours à cette question.

Le plus souvent, on a considéré les perturbations atmosphériques comme ayant l'allure d'un choc, c'est-à-dire que l'on admettait qu'ils produisent dans les antennes une force électromotrice de très courte durée, atteignant en un temps très court son maximum, puis décroissant selon une forme exponentielle $e^{-\alpha t}$, le facteur α étant très grand. Austin⁽¹⁾ fait remarquer que cette hypothèse lui semble douteuse, car il a toujours été plus facile de se débarrasser des perturbations artificielles créées au laboratoire et ayant l'allure d'un choc, que des perturbations naturelles. Il lui paraît plus probable que ces dernières consistent en un nombre très grand de perturbations distinctes provenant de sources distinctes et de fréquences très variées, produisant alors un véritable spectre continu tel que, quel que soit l'accord des circuits de réception, il existe une fréquence correspondante dans les perturbations.

Il a d'ailleurs remarqué l'existence de deux types, l'un donnant un choc pur, entendu de façon identique sur tous les accords, l'autre dont les craquements ne sont pas entendus simultanément sur différentes fréquences. Il y aurait lieu de croire que les perturbations de nature dirigée rentrent dans le type « spectral ».

Cependant les courbes d'audibilité qu'il donne montrent que l'intensité reçue augmente constamment avec la longueur d'onde sur laquelle sont accordées les antennes de réception. Ses observations ont été faites pour des longueurs d'onde allant de 3000 à 16000 m, et simultanément, dans la discussion de sa communication. Pickard et Wreeland ont fait remarquer que les diagrammes en question sont de même espèce que ceux auxquels donnerait lieu une force électromotrice produite par la décharge apériodique d'un condensateur, cette dernière étant de la forme $e^{-\alpha t}$. Pickard a dressé de tels diagrammes obtenus par des décharges artificielles; mais, sans recourir à l'expérience, il est facile de se rendre compte que l'effet produit augmente avec la longueur d'onde de son accord, si la durée de la décharge est notablement plus grande que la période de la réception. Sans faire le calcul, d'ailleurs très simple, on peut remarquer que pendant les premières oscillations propres des circuits, la force électromotrice travaille dans un sens pour les demi-périodes d'ordre impair, dans le sens inverse pendant les autres; l'effet produit sera d'autant plus important que la force électromotrice induite aura décréu davantage entre

une demi-période et la suivante, donc le trouble sera d'autant plus grand que la fréquence de l'accord sera plus faible.

W. Watt a également remarqué que les perturbations qu'il observait sur des ondes inférieures à 2000 m étaient plus faibles que celles qu'il obtenait sur 20000 m. (Il a en même temps noté que le rapport entre le nombre des « grinders » et celui des « clicks » est beaucoup plus élevé sur 20000 m que sur 2000 m).

Mais il faut mettre en regard de ces considérations des résultats obtenus par Taylor (*). Il a observé à Honolulu que des stations à faible longueur d'onde enregistraient des perturbations nombreuses et violentes, tandis que des stations voisines de plus grande longueur d'onde étaient beaucoup moins troublées, et inversement.

Austin signale également que pendant les après-midi d'été particulièrement chargées d'atmosphériques, il se produit par moment un accroissement considérable de troubles sur des ondes relativement courtes.

W. Watt vient d'inaugurer (11) une méthode d'observation qui

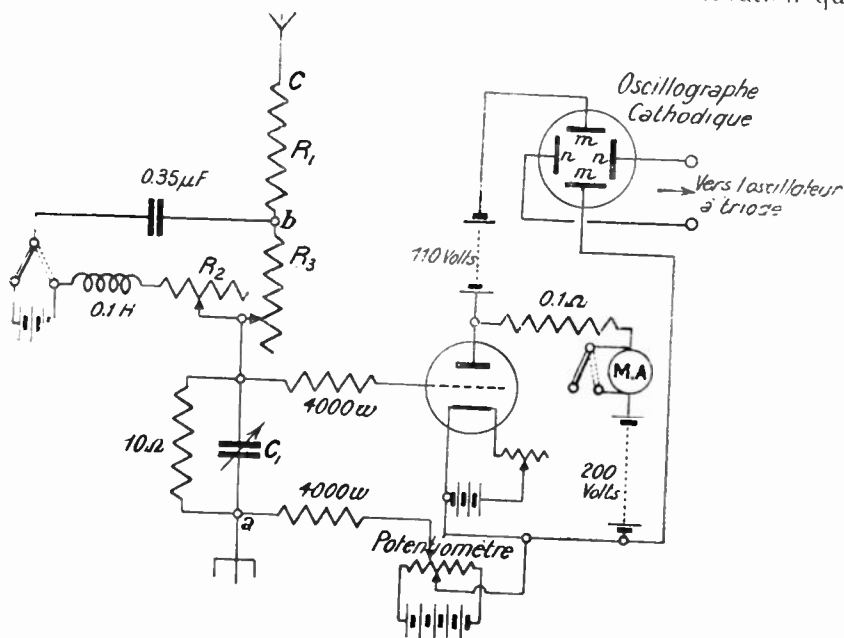


Fig. 4.

sera susceptible de fournir des résultats beaucoup plus sûrs et qui lui a déjà permis de faire des constatations importantes. Voici en quoi consiste son procédé (fig. 4).

Il reçoit les atmosphériques sur une antenne rendue apériodique par l'insertion d'une très forte résistance. L'antenne est en L renversé, la partie horizontale a 500 mètres de long, la hauteur est de 15 m 50, une capacité C_1 égale à celle de l'antenne ($2,5 \mu F$) est insérée entre celle-ci et la terre. La résistance R_1 a une valeur de 2 000 ohms, ce qui rend égal à $4,10^5$ le coefficient d'amortissement (facteur α de l'exponentielle $e^{-\alpha t}$ figurant dans l'expression de l'oscillation libre de l'antenne). La résistance R_2 et le dispositif situé à gauche ont pour but de produire des chocs artificiels pour vérifier le fonctionnement au cours des opérations. Il prend la différence de potentiel aux bornes de C_1 et l'amène à une triode amplificatrice dont la constante de temps est extrêmement faible (10^{-8} secondes). Enfin la différence de potentiel amplifiée est amenée aux deux armatures m, m d'un condensateur placé dans un oscillographe cathodique pouvant fournir 1 mm de déviation pour 1 v de différence de potentiel entre les bornes du condensateur ; le potentiel d'anode normalement utilisé dans cet oscillographe est de 300 à 400 v. Dans cet appareil se trouve un deuxième condensateur n, n à angle droit avec m, m et sur lequel agit la tension alternative produite par un oscillateur à triodes (*) dans le but de provoquer un balayage du pinceau cathodique. Ce balayage dessine l'axe des temps alors que le condensateur m, m provoque des déviations perpendiculaires proportionnelles aux différences de potentiel à mesurer. Le pinceau cathodique tombe sur un écran fluorescent ; les

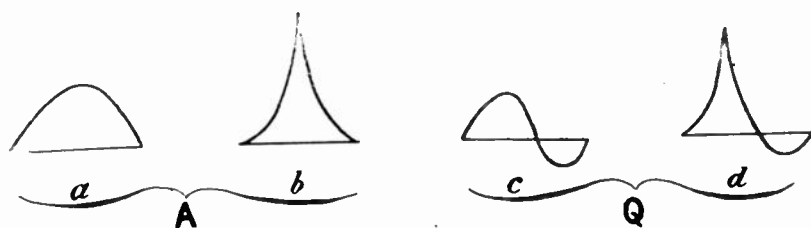


Fig. 5.

courbes tracées par la tache sont observées directement grâce à la persistance de la fluorescence, et aussitôt dessinées ; c'est ce que l'auteur appelle d'une façon pittoresque la méthode « eye and hand », par opposition à la méthode photographique, bien difficile et coûteuse en pareil cas.

Grâce à l'apériodicité de l'antenne, les déviations dans l'oscillographe sont à chaque instant proportionnelles à la force électromo-

(*) La fréquence de cet oscillateur variait de 500 à 4 000 périodes.

trice induite par la perturbation. Il est donc possible de déterminer les lois de ses variations et sa valeur numérique.

Les observations, effectuées du 22 novembre 1922 au 12 février 1923, ont conduit W. Watt aux conclusions suivantes :

Il existe deux types principaux de perturbations, le type apériodique A et le type quasi-périodique Q. Dans le premier, la courbe du champ se trouve entièrement d'un seul côté de l'axe des temps (fig. 5, *a* et *b*) ; dans le second (*c* et *d*) on voit deux alternances ou plus ; sur 298 observations du type Q, il a observé 3 alternances successives dans 25 cas, 4 dans 8 cas et 8 dans 1 cas.

La durée moyenne est de $3,1 \cdot 10^{-3}$ secondes pour le type A et de $1,9 \cdot 10^{-3}$ pour le type Q, les maxima de ces durées sont respectivement de $55 \cdot 10^{-3}$ et $13,7 \cdot 10^{-3}$ secondes. La période moyenne du type Q évaluée d'après la durée de la première alternance est de $2,6 \cdot 10^{-3}$ secondes.

Le coefficient d'amortissement α_1 du type Q calculé d'après le rapport r des ordonnées maxima des deux alternances est en moyenne de $7,5 \cdot 10^2$, de sorte que r est en moyenne égal à $e^{-7,5 \cdot 10^{-2} T}$ T étant l'intervalle entre les deux maxima. Dans un certain nombre d'observations ce rapport était cependant égal à 1.

Souvent on a pu voir sur les courbes de l'oscillographe des rides correspondant à des fréquences variables, dont les plus grandes ont été de 30 000 environ, ce qui correspond à une longueur d'onde de 10 000 m. Cette limite, relativement basse, ne doit pas surprendre, car il nous paraît impossible que la méthode « eye and hand » permette d'observer des fréquences plus élevées.

Il faut remarquer que la période pendant laquelle ces résultats ont été obtenus est une des plus calmes au point de vue perturbations : il est possible que ceux que l'on obtiendra en été apportent des renseignements tout à fait nouveaux et il est trop tôt pour conclure.

7. Champ électrique dû aux perturbations. — Austin n'a observé que l'audibilité des perturbations, il a obtenu des moyennes mensuelles allant de 150 à 3 000 avec des maxima de 15 000. Comme il estime qu'une audibilité de 100 correspond grossièrement à un champ de l'onde de 10 micro-volts par mètre, cela donnerait pour les plus fortes perturbations des champs de 1,5 millivolt, mais une telle estimation est très aléatoire, ce n'est, en outre, qu'une moyenne de l'effet produit sur un grand nombre de périodes du récepteur.

W. Watt a pu mesurer des valeurs instantanées et déterminer le signe du champ. Les résultats qu'il a obtenus sont consignés dans le tableau suivant :

Type et signe	Nombre d'observations	Moyen	Maximum	Durée en secondes		Période en secondes
				moyenne	maximum	
A +	38	0,05	0,10	$1,5 \cdot 10^{-3}$	$2,5 \cdot 10^{-3}$	
A -	254	0,14	0,80	4,6	55	
Q +	105	0,20	0,67	2,1	8,5	$2,3 \cdot 10^{-3}$
Q $\pm$	73	0,07	0,33	1,9	13,7	2,9
Q -	120	0,10	0,58	1,8	10	2,6

Le signe qui suit le type des perturbations indique le sens du champ pour le type A, celui du champ pendant la première alternance pour le type Q. Sous la dénomination Q $\pm$ on a réuni les perturbations dans lesquelles les élongations de deux alternances étaient égales. Le signe + correspond à un champ dirigé vers le haut.

Ces valeurs du champ qui correspondent à des atmosphériques sont à rapprocher de celles produites par les émissions. Celles qui sont destinées aux communications transatlantiques produisent,

dans la région du récepteur, un champ de 50 à 100 $\frac{\mu V}{m}$, l'émission de la station de Bordeaux, située à 500 km de Meudon, produit en ce dernier lieu un champ moyen de 2 000 $\frac{\mu V}{m}$, enfin la station de Sainte-Assise, située à 39 km de Meudon, et émettant avec une intensité de 500 ampères, y produit un champ de 30 millivolts. On ne doit pas oublier, dans la comparaison de ces résultats, que le champ des atmosphériques n'agit que pendant un temps très court, alors que les émissions agissent pendant des durées relativement longues et que les circuits sont en résonance avec elles.

8. Origine des atmosphériques. — Une partie des perturbations atmosphériques provient des décharges orageuses, parfois lointaines ; on peut le contrôler facilement, lors d'un orage dont on peut voir les éclairs. Les bruits perçus sont alors du type claquement ou craquement et sont plus ou moins prolongés.

Mais les « grinders » peuvent être entendus par tous les temps, le ciel étant absolument clair sur de très grandes étendues : il est alors impossible de les attribuer à des phénomènes électriques se produisant dans des nuages plus ou moins voisins. Les hypothèses qui ont été faites à leur sujet nous ramènent à la couche conductrice d'Heaviside, à laquelle on attribue aussi un rôle important dans la réalisation des transmissions à grandes portées.

Cornélis de Groot, dans l'étude déjà mentionnée, examine cette question en détail. Il estime que les perturbations proviennent du

choc sur les régions élevées de notre atmosphère, des particules cosmiques que la terre balaie dans son mouvement autour du soleil. Il est clair, dit-il, que les perturbations au même instant doivent être différentes aux divers points de l'atmosphère terrestre, les chocs se produisant du côté où la terre se dirige ne pouvant être les mêmes que ceux qui ont lieu à l'opposé. Là serait la cause de la forme de la courbe polaire de la figure 2.

Les perturbations de jour seraient moins intenses que celles de nuit, car le milieu qui nous sépare de la couche qui est le point de départ des perturbations est ionisé pendant le jour et, par conséquent, absorbant.

Comme conséquence de ces principes, il admet que les atmosphériques proviennent en grande partie d'en haut ; leurs sources seraient réparties sur une calotte sphérique ayant pour pôle le zénith.

Par des considérations très diffuses, il limite à 15° le rayon sphérique de cette calotte en faisant intervenir les discontinuités que le diagramme de la figure 2 présente aux points p et q situés à 15° de la ligne de nuit. Ensuite, remarquant que le régime de nuit subit aussi une discontinuité en p' , environ deux heures avant le lever du soleil, il en profite pour calculer la hauteur de la couche par un calcul analogue à celui que l'on peut faire pour déduire de la durée du crépuscule la hauteur de l'atmosphère ; il trouve une hauteur de 225 à 540 km.

Nous estimons que de semblables calculs, qui se basent sur des hypothèses entassées et qui utilisent de faibles accidents de courbes résultant d'observations grossières, ne sont pas très sérieux. Nous avons cependant résumé cette théorie pour montrer quelle est l'origine de certaines idées ou même de certaines valeurs numériques qui ont parfois cours dans l'examen de ces questions, et pour permettre d'en apprécier la valeur.

Dans l'article auquel nous avons fait allusion plus haut à différentes reprises, W. Pickard attribue les perturbations atmosphériques à des décharges se produisant dans les couches élevées de l'atmosphère ; ces décharges seraient dues au trouble apporté à la distribution régulière du potentiel de l'atmosphère par les nuages chargés électriquement.

Il estime, à la suite de mesures effectuées en 1906, par lui ⁽¹²⁾, et, en 1916, par C. T. R. Wilson ⁽¹³⁾, que le potentiel d'un nuage orageux peut atteindre et dépasser 2.10^8 volts : un tel nuage, très étendu, est capable de produire un potentiel de 10^6 volts à des hauteurs de plusieurs dizaines de kilomètres au-dessus de la terre. Comme il évalue à 200 000 ou 300 000 volts la variation totale de potentiel dans

l'atmosphère par temps normal, on voit combien les champs anormaux dus aux nuages seront importants, et on comprend que dans les couches plus conductrices de la haute atmosphère, il puisse exister de violents mouvements d'électricité sous l'influence des nuages chargés.

Il faut, en outre, remarquer que les tempêtes électriques peuvent se produire sans éclairs, et même sans pluie ou nuages visibles. Aux États-Unis on observe de telles tempêtes par beau temps clair, dans les plaines de l'ouest : elles sont accompagnées de vents secs et chargés de poussières : le gradient de potentiel y est tel que l'on reçoit alors des commotions en touchant les objets métalliques isolés et que, la nuit, des effluves apparaissent parfois aux extrémités de tous les conducteurs pointus.

Pour terminer cet exposé des connaissances et hypothèses relatives à l'origine des atmosphériques, mentionnons encore certains résultats obtenus par W. Watt dans son étude sur la direction des perturbations.

Admettant la périodicité annuelle des perturbations — sur la foi de ses expériences d'un an —, il a décomposé en séries de Fourier tous les éléments que lui avaient fournis ses observations, puis il a analysé les conséquences que l'on peut tirer de l'examen détaillé des nombres et des formules. Voici ses principales remarques :

Une concordance très nette se manifeste dans les séries, entre les développements des éléments correspondant à la direction des perturbations minima (nombre de perturbations en 15 secondes, azimut le plus fréquent, etc...). Les amplitudes des différents termes sont sensiblement proportionnelles et leurs phases égales. Cela semble indiquer que la nature des sources des perturbations provenant des différentes directions est la même, et l'intérêt des recherches relatives aux atmosphériques serait plutôt dans l'étude du milieu où elles se propagent que dans celle de leurs sources mêmes.

Les variations annuelles et journalières des atmosphériques suivent le mouvement du soleil en hauteur : la direction du minimum tourne en sens inverse des aiguilles d'une montre, quand la hauteur du soleil augmente.

La courbe des taches du soleil, de novembre 1920 à septembre 1921, n'a pas de ressemblance marquée avec les courbes des atmosphériques. Il n'y a pas non plus de relations entre ces dernières et celles des différents éléments magnétiques du globe; mais on peut remarquer que la direction moyenne annuelle du maximum des atmosphériques à Aldershot, 151°, n'est pas très différente de celle du méridien magnétique, 166°, et que les variations périodiques en direction sont du même sens.

9. Relations entre les perturbations atmosphériques et les phénomènes météorologiques. — Des recherches spéciales ont été faites à l'Institut de Géophysique de Strasbourg par Rothé et Lacoste (1). Ce dernier a observé, pendant les étés de 1921 et 1922, un certain nombre de faits qui l'ont conduit à énoncer des règles qui, si elles se vérifiaient dans les différents observatoires, apporteraient une contribution importante à la prévision du temps. Il a pu, en effet, établir une relation très nette entre les directions dans lesquelles les atmosphériques étaient les plus fortes, et les emplacements des dépressions ou, plus exactement, les accidents importants des courbes isobares.

De son côté, W. Watt a constaté que les directions les plus troublées passaient généralement sur des zones de pluie.

10. Conclusions. — De tout ce qui précède, on ne peut tirer de conclusions sûres qu'en ce qui concerne le caractère saisonnier, diurne et directionnel des perturbations atmosphériques. Encore ce dernier caractère n'est-il pas absolument général et dépend-il des régions où se trouvent les observateurs : cette restriction est, d'ailleurs, une conséquence obligatoire de toute théorie sur l'origine des perturbations ; dans la région même de formation, aucune direction privilégiée ne peut être observée.

En ce qui concerne leur origine, on doit certainement en considérer plusieurs. Les orages manifestés par les phénomènes météorologiques habituels produisent toujours des perturbations. De simples accidents dans les isobares, tels que dépressions, poches barométriques, cols voisins, coïncideraient également avec des régions sources de perturbations. Enfin, des atmosphériques proviennent aussi, très vraisemblablement, de la haute atmosphère et, dans ce cas, leurs sources seraient réparties au-dessus de régions très étendues. Dans ces régions, les perturbations parviendraient de toutes les directions, y compris celle du zénith.

Quant à la distance entre la source et les points où les perturbations sont gênantes avec les appareils actuellement employés en radiotélégraphie, aucune conclusion ne nous paraît possible, quoiqu'il soit très tentant d'adopter les vues de de Bellescize sur la faiblesse de cette distance.

Enfin, les observations de W. Watt ont commencé à jeter un certain jour sur la nature des ondes créées par les perturbations : leur caractère oscillatoire est hors de doute dans de nombreux cas, mais il est encore impossible de se prononcer sur leur fréquence.

R. MESNY.

Professeur d'Hydrographie de la Marine.

BIBLIOGRAPHIE

1. E. ROTHÉ. — Sur la radiogoniométrie des parasites atmosphériques et la prévision du temps. *Annales de Physique*. T. 17, pp. 385 à 416, mai et juin 1922. *Onde Électrique* 1923, n° 13, pp. 7 à 19.
2. L. W. AUSTIN. — The Monthly averages of signal strength of Nauen in Washington 1915-1921 and the monthly averages of atmospheric disturbances, 1918-1921. *Proc. Inst. Radio Eng.* Vol. 10, p. 153, 1922. — Analyse dans *O. E.*, octobre 1922, p. 592.
3. R. A. W. WATT. — Directional observations of atmospheric disturbances, 1920-1921. *Proc. Roy. Soc. A*. Vol. 102, 1922, pp. 460-478. Analyse dans *O. E.*, mars 1923, p. 187.
4. CORNÉLIS J. DE GROOT. — On the nature and elimination of strays. *Proc. Inst. Rad. Eng.* Vol. 5, avril 1917, p. 75 et suiv.
5. British Association and Radiotelegraphic investigations. *Wireless World*, nov. 1915, pp. 487 à 492.
6. Greenleaf W. PICKARD. — Static elimination by directional reception. Discussion. *Proc. Inst. Rad. Eng.* Vol. 8, n° 5, octobre 1920, pp. 358 à 416.
7. L. W. AUSTIN. — Atmospheric disturbances or static in radiotelegraphy — *Jour. Frank. Inst.* — V. 191, mai 1921, pp. 619-631.
8. C. H. TAYLOR. — High power Stations. Some features of the long distance stations of the American Marconi Co. *The Wireless Age*. Vol. 5, 1918, pp. 711 à 716 ; 831 à 836 ; 931 à 936.
9. H. DE BELLESCIZE. — Perturbations atmosphériques et communications par télégraphie sans fil. *Radioélectricité*, T. 4, n° 1 et 2, pp. 32 à 37 ; 72 à 77.
10. L. W. AUSTIN. — The relation between atmospheric disturbances and wave length in radio reception. Discussion. *Proc. Inst. Rad. Eng.* Vol. 9, février 1921, pp. 28 à 41.
11. R. A. W. WATT et M. V. APPLETON. — On the nature of atmospherics. *Pr. Roy. Soc. A*. Vol. 103, 1923, pp. 28 à 41.
12. Greenleaf W. PICKARD. — The potentiel of lightning. *Electrical World*, september 8, 1906, p. 491.
13. C. T. R. WILSON. — Some Determinations of the sign and Magnitude of Electric Discharges in lightning-flashes. *Proc. Roy. Soc.*, 92, september 1, 1916, pp. 555 à 574.

Tracé sur la carte des lignes de relèvement constant d'un point terrestre.

par D. GERNEZ

Sur la terre (fig. 1) la ligne de relèvement constant du point A à n degrés est la courbe contenant tous les points $x, y, z, \dots$ tels que, si de chacun d'eux on mène un arc de grand cercle passant par A,

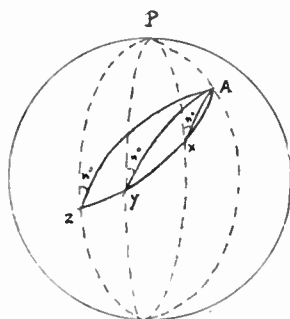


Fig. 1.

l'arc de grand cercle passant par A et par l'un quelconque d'entre eux, fera un angle de n degrés avec le méridien de x .

Il est intéressant de pouvoir tracer sur la carte de telles courbes pour avoir un lieu géométrique de la position du navire. Si, en

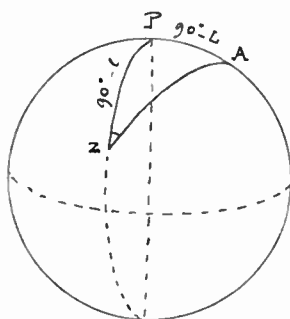


Fig. 2.

effet, à bord d'un navire, on relève au radiogoniomètre la position d'une station côtière de télégraphie sans fil A suivant un angle de n degrés, les ondes électromagnétiques se déplaçant suivant un arc de grand

cercle de A au navire, cet arc de grand cercle fait avec le méridien du navire un angle de n degrés: le navire se trouve donc à ce moment sur la ligne de relèvement constant de A à n degrés, qui est, par conséquent, un lieu géométrique de la position du navire à ce moment.

On peut tracer par points sur une carte marine les lignes de relèvement constant d'une station A à toute distance de cette station.

Chaque point de la courbe est déterminé en calculant l'écart en longitude de A et de l'intersection de la courbe avec un parallèle de latitude donnée. On y arrive de la façon suivante.

1^{er} cas. — Le navire et la station sont dans le même hémisphère.

Soit (fig. 2) le triangle sphérique PZA formé par la station côtière A, le pôle P de son hémisphère et le navire Z d'où on relève A suivant l'angle Z.

L étant la latitude de A et l la latitude de Z, on a :

$$(1) \quad \operatorname{tg} L \cos l = \cotg Z \sin P + \sin l \cos P$$

En posant :

$$(2) \quad \operatorname{tg} q = \frac{\cotg Z}{\sin l},$$

on trouve :

$$(3) \quad \cos (P - q) = \operatorname{tg} L \cos q \cotg l.$$

La valeur prise pour l'angle q donné par sa tg doit être $< 90^\circ$.

On l'affecte du signe $+$ si Z est compté du pôle élevé, du signe $-$ si Z est compté du pôle abaissé. q étant toujours aigu, $\cos (P - q)$ est toujours positif, donc $P - q$ est toujours aigu, mais positif ou négatif. On aura donc deux valeurs de $(P - q)$, l'une positive, l'autre négative et pour chacune on calculera :

$$P = (P - q) + q \text{ algébriquement.}$$

Chacune de ces valeurs de P ainsi obtenues (*écart des méridiens de A et de Z*) permet de trouver par addition avec la longitude de la station, les longitudes de deux points de la courbe dont la latitude est l .

Ayant ainsi calculé les longitudes de plusieurs points de la courbe de relèvement constant Z de A de latitudes voisines de la latitude estimée, on trace sur la carte la courbe continue passant par tous ces points, qui est le lieu géométrique de la position du navire.

Pour que la résolution des équations (2) et (3) soit possible, il faut que :

$$\cos l < \frac{\cos L}{\sin Z}.$$

La valeur de l_1 telle que :

$$(4) \quad \cos l_1 = \frac{\cos L}{\sin Z},$$

est celle de la latitude la plus basse de la courbe. Pour cette valeur de l_1 on a :

$$\cos (P - q) = 1 \quad \text{d'où : } P - q = 0 \quad P = q.$$

Après avoir déterminé l_1 par l'équation (4), on aura la valeur correspondante de q_1 par l'équation (2) :

$$\operatorname{tg} q_1 = \frac{\operatorname{cotg} Z}{\sin l_1}.$$

2^e cas. — Le navire et la station sont dans des hémisphères différents.

Soit (fig. 3) le triangle sphérique PZA formé par la station côtière

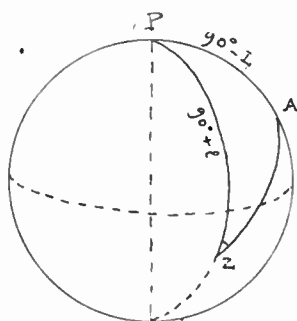


Fig. 3.

A, le pôle P de son hémisphère et le navire Z d'où on relève A suivant l'angle Z. L étant la latitude de A et l celle de Z, la formule des cotg donne :

$$(1') \quad \operatorname{tg} L \cos l = \operatorname{cotg} Z \sin P - \sin l \cos P.$$

En posant $\operatorname{cotg} Z = \sin l \operatorname{tg} q$ comme dans le premier cas, on trouve :

$$(3'') \quad \cos (P + q) = \operatorname{tg} L \cos q \operatorname{cotg} l$$

$(P + q)$ sera un angle obtus; en retranchant la valeur de q donnée par l'équation (2) on aura P, écart des méridiens de A et de Z.

Exemple et disposition du calcul.

Soit à calculer les longitudes des points où la courbe de relèvement constant de Ouessant (FFP) au N 47° E coupe le parallèle de 40° N.

On a :

$$\begin{array}{rcl}
 \text{Latitude Ouessant } 48^{\circ} 28' \text{ N} & \text{Longitude Ouessant } 5^{\circ} 04' \text{ W} & \\
 \text{colog tg } 47^{\circ} \overline{1.969\,656} & \log \text{ tg } 48^{\circ} 28' \, 0.052\,682 & \\
 \text{colog sin } 40^{\circ} \, 0.191\,933 & \text{colog tg } 40^{\circ} \, 0.076\,186 & \\
 \hline
 \log \text{ tg } q \, 0.161\,589 & \log \cos q \, \overline{1.753\,994} & q + 55^{\circ} 25' 3 \\
 & \log \cos(P - q) \, 1.882\,862 & P - q \, 40^{\circ} 13' 1 \text{ et } + 40^{\circ} 13' 4 \\
 & & + 15^{\circ} 12' 2 \quad + 95^{\circ} 38' 1
 \end{array}$$

On obtient donc deux valeurs de P : $15^{\circ} 12' 2 \text{ W}$ et $95^{\circ} 38' 4 \text{ W}$
 en y ajoutant la longitude d'Ouessant : $5^{\circ} 04' \text{ W}$ et $5^{\circ} 04' \text{ W}$
 on a les longitudes : $20^{\circ} 16' 2 \text{ W}$ et $100^{\circ} 42' 4 \text{ W}$
 des deux points où la courbe coupe le parallèle de latitude 40° Nord.

Remarque 1. — Le calcul de l'angle auxiliaire q et une partie du calcul de l'angle $(P - q)$ ou $(P + q)$ sont indépendants de la position géographique de la station relevée; on peut donc mettre en table les valeurs de q et celles de $\log S = \log \cotg l + \log \cos q$, correspondant à des valeurs de l déterminées et pour chaque courbe de relèvement constant.

Ces tables, qui paraîtront prochainement, seront disposées comme dans l'exemple ci-dessous.

Z 47°		
Lat.	log S	q
...	...	...
$40^{\circ} \, 0'$	$\overline{1.830\,180}$	$55^{\circ} 25' 3$
$15'$	$827\,858$	$17'$
$30'$	$825\,520$	$08' 7$
$45'$	$823\,171$	$0' 5$
$41^{\circ} \, 0'$	$820\,808$	$54^{\circ} 52' 3$
$15'$	$818\,432$	$44' 2$
...	...	...

On utilisera ces tables de la façon suivante.

Soit un navire se trouvant en position estimée par $l \, 40^{\circ} 23' \text{ N}$ et $g \, 19^{\circ} 20' \text{ W}$ d'où on relève au radiogoniomètre la station d'Ouessant (FFF) au $N \, 47^{\circ} \text{ E}$.

La table I donnera les coordonnées géographiques du poste d'Ouessant et le log de la tg de sa latitude, soit :

$$L \, 48^{\circ} 28' \text{ N} \quad G \, 5^{\circ} 04' \text{ W} \quad \log \text{ tg } L \, 0.052\,682$$

La table II, à la page où se trouve Z 47° , donnera pour les latitudes $l_1 \, l_2 \, l_3 \dots$ voisines de la latitude estimée du navire, les log S et les

valeurs de q correspondantes. En ajoutant à chacun des $\log S$, le $\log \operatorname{tg} L$ donné par la table I, on aura les $\log \cos (P - q)$ correspondants, qui permettront de trouver les valeurs de $(P - q)$. En ajoutant algébriquement chaque valeur de $(P - q)$ à la valeur de q correspondante, on aura les valeurs de P . Ces valeurs de P affectées du nom W, puisque Ouessant est dans l'Est du navire et combinées avec la longitude G d'Ouessant, donneront les longitudes $g_1 g_2 g_3 \dots$ des points de la courbe. Le calcul sera disposé comme suit.

$1_1 40^{\circ} 0'$	$\log S$	$\overline{1,836\ 180}$			
	$\log \operatorname{tg} L$	$0,652\ 682$		$q + 55^{\circ} 25' 3$	
	$\log \cos (P - q)$	$\overline{1,882\ 862}$	$P - q - 40^{\circ} 13' 1$	G	$5^{\circ} 04' W$
			$P + 15^{\circ} 12' 2$	$P = 15^{\circ} 12' 2 W$	
				g_1	$20^{\circ} 16' 2 W$
$1_2 40^{\circ} 15'$	$\log S$	$\overline{1,827\ 858}$			
	$\log \operatorname{tg} L$	$0,652\ 682$		$q + 55^{\circ} 17'$	
	$\log \cos (P - q)$	$\overline{1,880\ 540}$	$P - q - 40^{\circ} 34' 7$	G	$5^{\circ} 04' W$
			$P + 14^{\circ} 42' 3$	$P = 14^{\circ} 42' 3 W$	
				g_2	$19^{\circ} 46' 3 W$
$1_3 40^{\circ} 30'$	$\log S$	$\overline{1,825\ 520}$			
	$\log \operatorname{tg} L$	$0,652\ 682$		$q + 55^{\circ} 08' 7$	
	$\log \cos (P - q)$	$\overline{1,878\ 202}$	$P - q - 40^{\circ} 56' 2$	G	$5^{\circ} 04' W$
			$P + 14^{\circ} 12' 5$	$P = 14^{\circ} 12' 5 W$	
				g_3	$19^{\circ} 16' 5 W$
$1_4 40^{\circ} 45'$	$\log S$	$\overline{1,823\ 171}$			
	$\log \operatorname{tg} L$	$0,652\ 682$		$q + 55^{\circ} 00' 5$	
	$\log \cos (P - q)$	$\overline{1,875\ 853}$	$P - q - 41^{\circ} 17' 5$	G	$5^{\circ} 04' W$
			$P + 13^{\circ} 43'$	$P = 13^{\circ} 43' W$	
				g_4	$18^{\circ} 47' W$

En traçant sur la carte la courbe passant par les points $l_1 g_1, l_2 g_2, \dots$, on obtient la partie intéressante de la courbe de relèvement constant, lieu géométrique du navire, aux environs du point estimé.

Remarque II. — La courbe de relèvement constant d'une station à 0° est le méridien de la station.

La courbe de relèvement constant d'une station au N n° W est symétrique par rapport au méridien de la station de la courbe de relèvement constant de la même station au N n° E; les mêmes nombres de la table peuvent donc servir à la construire, mais on donnera alors le signe E à P puisque la courbe sera tout entière à l'E de la station.

D. GERNEZ,

Capitaine au long cours.

Quelques remarques sur le fonctionnement d'une lampe détectrice

Il n'est pas d'amateur de télégraphie sans fil aujourd'hui qui ne connaisse la lampe détectrice utilisant les propriétés d'un condensateur shunté placé sur le circuit de grille. Il ne peut donc pas être question d'en faire ici la théorie, maintenant classique, mais simplement de signaler quelques phénomènes curieux qui se produisent lorsqu'on cherche à détecter par ce procédé des tensions un peu élevées.

Le meilleur moyen de les mettre en lumière est d'étudier en détail ce qui se passe dans une lampe lorsqu'on alimente le circuit de grille par une force électromotrice d'amplitude constante mais réglable à volonté.

Considérons donc une lampe montée comme l'indique la figure 1.

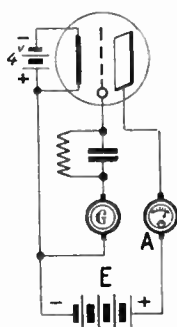


Fig. 1.

En G se trouve placé un générateur alternatif dont on détecte la force électromotrice; un milliampèremètre A permet de contrôler le fonctionnement de la lampe. Il y a lieu de considérer plusieurs cas suivant la valeur de la source de plaque E :

1° Faibles tensions de plaque.

Supposons que la tension E de la plaque ait été choisie de l'ordre de 40 v à 80 v, de façon à placer le point de fonctionnement F au repos au voisinage du coude inférieur de la caractéristique de plaque (fig. 2).

Lorsqu'on établit la force électromotrice G, le potentiel moyen de la grille baisse de sa valeur initiale u_0 à une certaine valeur u_1 , par suite

de la détection du courant de grille. Le potentiel instantané oscille entre deux valeurs u' et u'' , symétriques par rapport à u_1 .

Remarquons en passant que la tension u' est forcément positive puisque l'abaissement du potentiel moyen de la grille est dû au cou-

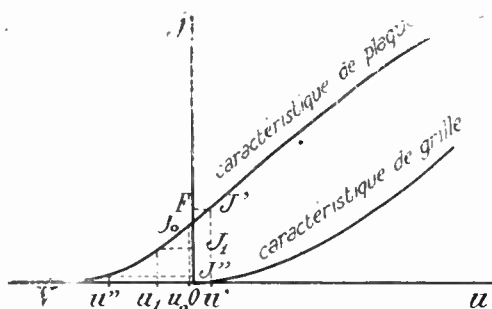


Fig. 2.

rant détecté du circuit filament-grille: en outre, l'abscisse u' est d'autant plus grande que l'abaissement de la tension moyenne de grille et par suite la force électromotrice appliquée sont plus élevés.

Le courant instantané de plaque suit les variations instantanées de la tension de grille et oscille entre J' et J'' autour de la valeur J_1 qui correspond à la tension moyenne u_1 . Mais à cause de la forme

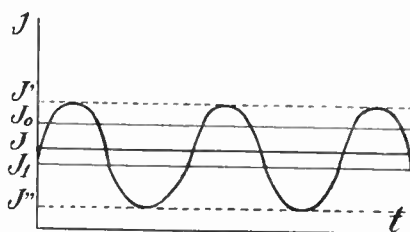


Fig 3.

coudée de la caractéristique de plaque les deux amplitudes $J_1 J'$ et $J_1 J''$ sont dissymétriques et on a :

$$J_1 J'' < J_1 J' \quad (\text{fig. 3}).$$

En sorte que la valeur du courant moyen indiqué par le milliampèremètre n'est pas la valeur J_1 correspondant à u_1 mais une valeur J supérieure.

La diminution du courant moyen $J_0 - J$ est donc plus faible que la diminution normale $J_0 - J_1$; autrement dit le rendement de la détection a diminué. Ce phénomène est d'autant plus sensible que l'ampli-

tude de la force électromotrice à détecter est plus grande, car la dissymétrie entre $J_1 J'$ et $J_1 J''$ va en s'accroissant à mesure que u_1 baisse.

En particulier, lorsque la tension moyenne de grille a atteint la valeur V (fig. 2), pour laquelle le courant de plaque est nul, la détection est complète. A partir de ce moment, la valeur moyenne de la tension de grille ne joue plus qu'un rôle secondaire et le courant de

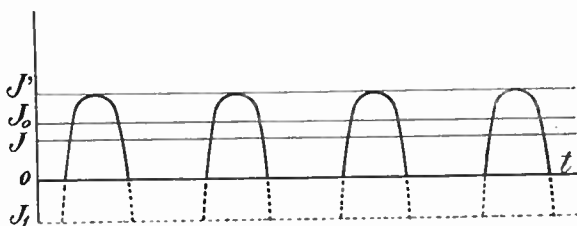


Fig. 4.

plaque peut se représenter par une courbe de la forme indiquée figure 4 quelle que soit l'amplitude de la force électromotrice appliquée à la grille (car J_1 serait négatif).

L'amplitude maxima J' est toujours supérieure au courant J_0 au repos en vertu de la remarque faite plus haut sur le signe de la tension u' .

De plus, la courbe de la figure 4 représente également, à l'échelle près, l'allure du courant de grille. Les valeurs moyennes des courants de grille et de plaque varient donc dans le même sens, et comme le courant moyen de grille croît avec l'amplitude de la tension de la grille, il en est de même du courant J indiqué par le milliampèremètre.

On peut d'ailleurs s'en rendre compte directement en remarquant

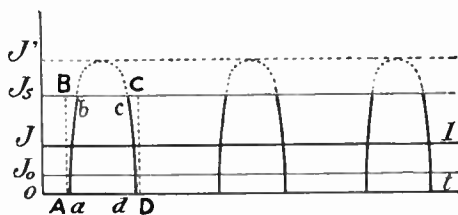


Fig. 5.

que la différence $J' - J_0$ croît constamment lorsque la force électromotrice augmente.

Il résulte de ceci ce fait très particulier, que, pour une certaine valeur ε de la tension de grille, on a $J = J_0$. Le courant moyen de plaque ne varie pas, la détection est nulle.

Si la tension de grille croît au delà de ε le courant moyen de plaque augmente au lieu de diminuer. Cependant cette croissance se trouve limitée, car lorsque la valeur de J' dépasse le courant de saturation J_s , les pointes de la figure 4 se trouvent tronquées et la courbe du courant de plaque prend la forme indiquée figure 5 quelle que soit la force électromotrice du générateur G .

Il en résulte que le courant J tend vers une limite I légèrement inférieure à la moitié du courant de saturation J_s , car les figures $a b c d$ sont des morceaux de sinusoides d'aire inférieure aux rectangles $A B C D$ où $A D = \frac{T}{2}$.

On a donc :

$$I = \frac{J_s}{2} - \alpha$$

où α = quantité petite devant J_s .

2° Tensions de plaque élevées.

Imaginons maintenant que la tension de plaque ait une valeur suffisante pour amener le point de fonctionnement au repos en F dans le coude supérieur de la caractéristique de plaque (fig. 6).

Lorsqu'on établit la force électromotrice G , la tension moyenne de

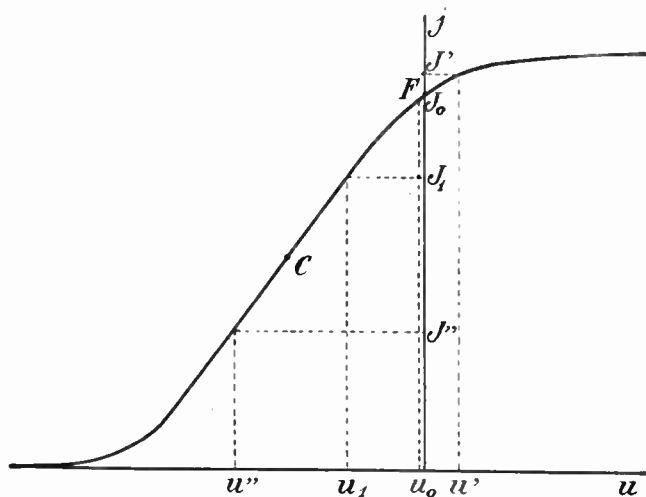


Fig. 6.

grille baisse de u_0 en u_1 . En raisonnant comme plus haut, nous voyons que le courant de plaque oscille entre deux valeurs J' et J'' situées de part et d'autre de la valeur J_1 qui correspond à u_1 . On a encore $J' > J_0$.

de plus, la dissymétrie entre les deux alternances subsiste, mais cette fois on a (dans le cas de la figure 6) :

$$J_1 J' < J_1 J''.$$

Il en résulte que le courant J indiqué par le milliampèremètre est inférieur à J_1 (fig. 7). On a alors : $J_0 - J > J_0 - J_1$, le rendement de la

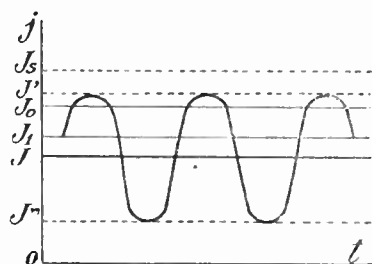


Fig. 7.

détection se trouve amélioré, et ce d'autant plus que la tension de plaque est plus élevée, car alors J' atteint le courant de saturation et la dissymétrie entre les deux alternances s'en trouve accentuée.

Si on fait croître la force électromotrice de la source de grille, il arrive un moment où le point de fonctionnement coïncidant avec le point d'inflexion C de la caractéristique de plaque, la dissymétrie

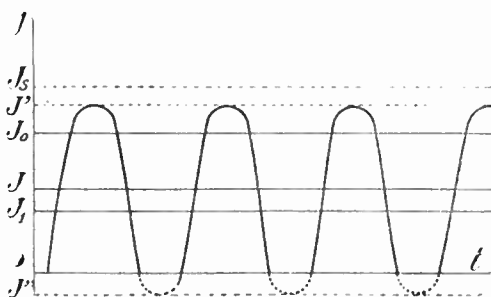


Fig. 8.

entre les deux alternances disparaît et on a sensiblement : $J = J_1 = I$.

Si on continue à faire croître la force électromotrice, la dissymétrie réapparaît mais change de sens, en sorte qu'on a : $J > J_1$. Le rendement de la détection diminue.

Cependant J continue à baisser jusqu'au moment où le courant minimum J'' devient nul. A partir de cet instant, les alternances inférieures sont tronquées et la courbe du courant prend la forme de la figure 8 qui est analogue à la figure 4.

Par suite, comme dans le cas de la figure 4, le courant J va croître, (bien que J_0 diminue) et tendra vers la même limite I atteinte lorsque le courant maximum J' sera égal au courant de saturation J_s . La courbe du courant plaque prendra alors la forme de la figure 5 et la conserve quelle que soit la force électromotrice du générateur G .

La limite I est d'autant plus vite atteinte que le courant primitif J_0 est plus voisin du courant de saturation, c'est-à-dire la tension-plaque plus élevée.

3^e Résumé.

On peut résumer les conclusions des paragraphes précédents en un seul réseau de courbes représenté figure 9.

Ces courbes représentent les variations du courant moyen de

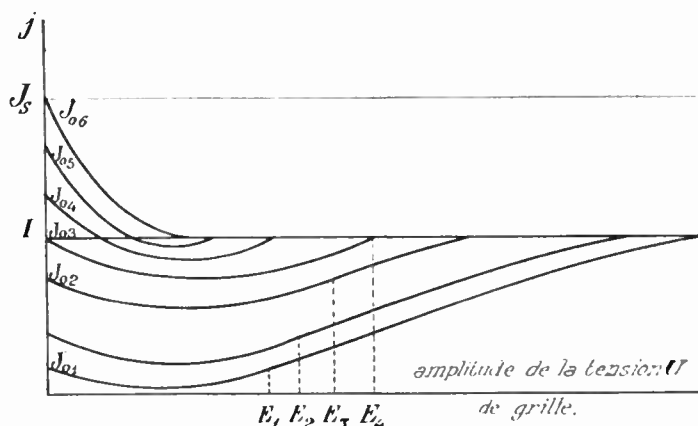


Fig. 9.

plaque J indiqué par le milliampermètre en fonction de l'amplitude de la tension de grille pour diverses tensions de plaque. Dans tous les cas, quelle que soit la valeur de J_0 , c'est-à-dire de la tension de plaque, le courant J tend vers une même limite $I = \frac{J_s}{2} - z$.

Lorsque la tension de plaque E a été choisie de telle sorte que le courant initial J_0 soit inférieur à I , le courant J commence par baisser, passe par un minimum, croît ensuite jusqu'à sa première valeur J_0 pour une certaine tension-grille z et tend vers I par valeurs inférieures. La tension z est d'autant plus élevée que la tension de plaque est plus grande.

Si $J_0 > I$, le courant J commence par baisser comme précédemment et passe par un minimum pour tendre ensuite vers I par valeurs infé-

rieures, mais il ne reprend pas sa valeur initiale puisque $J_0 > I$. Le minimum est toujours inférieur à I sauf à la limite, lorsque le courant initial J_0 est égal au courant de saturation J_s , auquel cas la courbe arrive tangentiellement sur la droite I par valeurs supérieures.

Le rendement de la détection est d'autant meilleur que la tension de plaque est plus élevée, il atteint son maximum lorsque le courant initial est égal au courant de saturation. La variation possible du courant moyen atteint alors sa plus grande valeur pour une amplitude de la tension de grille relativement faible : ($u = \frac{1}{2} \frac{V}{10}$, V étant la tension de plaque qui sature la lampe). Cette variation a pour valeur : $J_s - I = \frac{J_s}{2} + z$.

Remarquons enfin qu'on peut *grosso modo* se représenter les choses en disant que le courant de plaque obéit à deux effets distincts :
1° la détection par la grille;

2° — plaque.

Dans le coude inférieur, les deux effets agissant en sens contraire, la variation du courant de plaque est réduite et se produit dans le sens que lui impose la détection la plus forte.

Dans le coude supérieur au contraire, les deux effets s'ajoutent, d'où le bon rendement du détecteur.

Ce raisonnement grossier ne permet pas de rendre compte de l'allure complète des courbes de la figure 9, mais il peut être bon de la signaler car il fait bien image.

4° Phénomènes auxiliaires.

Les phénomènes d'ordre statique que nous venons d'envisager ne sont pas les seuls intéressants; ils se compliquent, lors de l'établissement

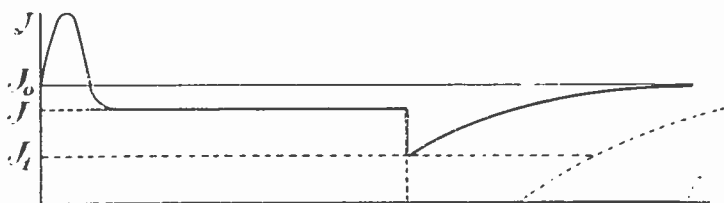


Fig. 10.

ou de la suppression de la force électromotrice G , par suite de la différence qui existe entre les constantes de temps des deux phénomènes fondamentaux : la détection par la plaque et la détection par la grille.

La première, en effet, se fait sentir dès les premières alternances du

courant et disparaît avec lui, son effet est pratiquement instantané. La détection par la grille, au contraire, liée à la charge du condensateur ou à sa décharge dans la résistance en shunt, agit beaucoup plus lentement, surtout si la capacité utilisée est forte (par exemple $2 \mu f$).

Ces différences ont des conséquences variées suivant les valeurs des tensions appliquées à la plaque et à la grille.

A. — *Le point de fonctionnement initial est dans le coude inférieur.*

Dans ce cas, lors de l'établissement de la force électromotrice alternative G , la détection par la plaque qui agit seule au début, provoque

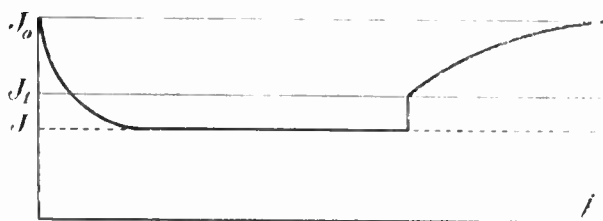


Fig. 11.

une brusque augmentation du courant [plaque. Celui-ci redescend ensuite à la valeur J indiquée par les courbes g à mesure que le condensateur se charge.

Lorsqu'on supprime la force électromotrice, la détection par la plaque disparaît immédiatement et le courant tombe à la valeur J_1 que lui assigne la tension moyenne de grille u_1 . Il remonte ensuite jusqu'à sa valeur initiale J_0 à mesure que le condensateur se décharge. La courbe du courant de plaque en fonction du temps prend alors la forme de la figure 10. Si u_1 est négatif, le courant tombe brusquement à zéro et y reste tout le temps nécessaire pour que la tension de grille ait atteint la valeur V correspondant à $j=0$ (courbe en traits mixtes de la figure 10).

Les sauts brusques du milliampèremètre occasionnés par ces phénomènes sont d'autant plus nets que la capacité est plus forte et la tension de plaque plus faible, de façon à avoir une bonne détection par la courbure de la caractéristique de plaque. Une tension de 80 v et un condensateur d'environ $2 \mu f$ conviennent parfaitement avec les lampes ordinaires.

B. — *Le point de fonctionnement initial est dans le coude supérieur.*

Les phénomènes sont alors différents. La détection par la plaque ayant changé de sens ne fait qu'accélérer la chute du courant moyen,

son effet se confond avec celui de la détection par la grille et le choc d'établissement disparaît.

A la suppression de la force électromotrice, le phénomène diffère suivant la valeur de l'amplitude de la tension alternative appliquée sur la grille. Si cette amplitude est telle que la tension moyenne u_1 reste supérieure à la valeur W qui amène le point de fonctionnement en coïncidence avec le point d'inflexion de la caractéristique de plaque (fig. 6), on a $J < J_1$ et la courbe prend la forme de la figure 11.

Si, au contraire $u_1 < W$, on a $J_1 < J$ et le courant prend la forme de

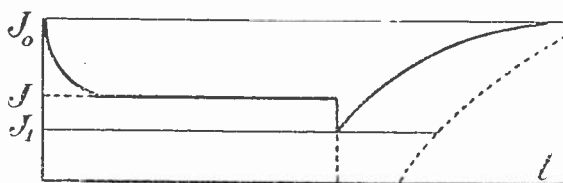


Fig. 12.

la figure 12. Le minimum J_1 peut être zéro comme dans le cas des faibles tensions de plaque si la force électromotrice G est assez grande, en sorte que dans ce cas la variation totale du courant de plaque peut atteindre la valeur du courant de saturation.

5° Conclusion.

Il résulte de tout ce qui précède que l'usage du condensateur shunté pour la détection des oscillations de grande amplitude peut conduire à un rendement déplorable, si elle n'est pas convenablement étudiée, ou à un fonctionnement tout à fait fantaisiste.

On devra lui préférer, en général, la détection par la plaque, beaucoup plus régulière, bien que l'usage d'une forte tension de plaque permette d'obtenir avec un condensateur shunté une variation de courant qui peut atteindre la valeur du courant de saturation.

E. FROMY,
Ingénieur E. S. E.

UN AMATEUR EN ROUTE POUR LE POLE

C'est avec le plus haut intérêt que nous recevons d'Amérique ⁽¹⁾ une nouvelle qui ouvre les plus larges horizons aux amateurs français. Mr. Mac Millan, explorateur bien connu, est parti le 23 juin dernier de Wiscasset (Maine), à bord du schooner « Bowdoin » pour sa huitième croisière arctique, emmenant avec lui, en qualité d'opérateur radiotélégraphiste, M. D.-H. Mix, désigné par l'A. R. R. L. ⁽²⁾. Mr. Mac Millan, qui avait souffert dans ses précédents voyages de l'isolement déprimant des régions arctiques, avait naturellement pensé à la télégraphie sans fil pour se maintenir en contact avec le reste du monde. Cette idée se précisant, il avait décidé de faire installer un poste émetteur en plus du poste récepteur primitivement prévu, son ami, Mr Mac Donald, lui ayant offert son concours en vue de la fourniture de matériel « Zénith », et l'A. R. R. L. se chargeant de lui procurer l'opérateur nécessaire. Ce dernier fut M. D.-H. Mix qui s'était fait connaître par les excellents résultats qu'il avait obtenus avec son poste I T S : nul doute qu'il ne justifie la confiance que l'A. R. R. L. a placée en lui.

Les amateurs ont, dans cette expédition, une chance unique de rendre d'immenses services. Le Dr Mc Millan a entrepris ce voyage dans le but d'étudier la flore et la faune et de recueillir des renseignements sur les phénomènes magnétiques de ces régions. En vue de couvrir en partie les dépenses du voyage, Mr. Mc Millan s'est entendu avec la North American Newspaper Alliance qui groupe plus de soixantedix journaux, pour lui fournir chaque semaine un compte rendu. Il compte sur l'habileté des amateurs pour le recevoir, malgré toutes les perturbations qui peuvent entraver la propagation des ondes, et ensuite le remettre au plus proche journal affilié à la North American Newspaper Association. En échange de ces services, Mr. Mac Millan fera envoyer des messages par les amateurs, et leur fera savoir comment ils sont reçus à bord du « Bowdoin ».

Il est indispensable de donner quelques détails sur cette expédition :

Ne mesurant que 26 m 50 de longueur, et ne portant que 7 hommes, le « Bowdoin » est le plus petit navire qui ait affronté les glaces du Nord : cependant, ce schooner à moteur auxiliaire a été étudié par

(1) Voir Q. S. T., juillet 1923.

(2) American Radio Relay League, Hartford (Connecticut).

les constructeurs réputés du Maine pour résister à la pression qu'exerce une épaisseur de 12 m.50 de glace. Sa provision de 4.500 litres de combustible liquide lui donne un rayon d'action de 7.400 km.

Parti de son chantier de Wiscasset, le « Bowdoin » se rendra au Groenland par le détroit de Davis, après une escale au Labrador.

Puis il suivra la côte ouest, jusqu'à Etah, par 78° de latitude Nord. De là, il traversera la baie de Baffin et atteindra le cap Sabine vers le 15 août : à cet endroit sera scellée une plaque offerte par la National Geographic Society à la mémoire de l'expédition Greely, qui périt là de froid et de faim. Enfin, c'est tout à côté, dans la baie de Flagler, que le « Bowdoin » prendra son mouillage d'hiver, où il passera les neuf mois de la nuit polaire. Le retour de l'expédition est prévu pour le 1^{er} septembre 1924.

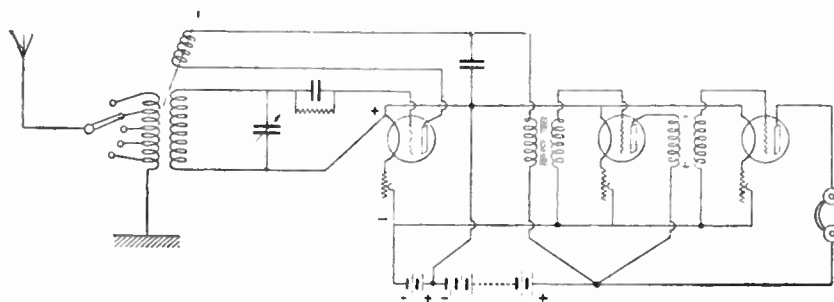
Pendant tout ce temps, il faudra que tous les amateurs essayent de recevoir W X P, car il y aura sûrement matière à d'intéressantes expériences.

En particulier, il faut remarquer que le navire se trouvera à égale distance de la France et des États-Unis, tout en étant plus rapproché de l'Angleterre. Il sera peut-être possible d'établir de cette façon une communication entre ces pays, en se servant du « Bowdoin » comme relai : la réalisation de cette suggestion aurait un retentissement énorme, mais il faut que tous y participent, afin d'augmenter les chances de succès.

Description de l'équipement.

Il comprend : un récepteur pour petites ondes, un récepteur pour grandes ondes et un émetteur sur petites ondes.

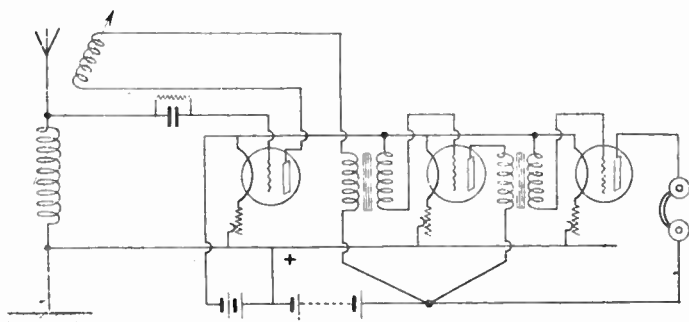
Le récepteur pour petites ondes comporte un primaire variable par plots et un secondaire shunté par un condensateur variable.



Le couplage entre ces enroulements est fixe. Sa réaction est effectuée au moyen d'une bobine intercalée dans le circuit plaque et couplée au secondaire. Il y a une lampe détectrice et deux lampes ampli-

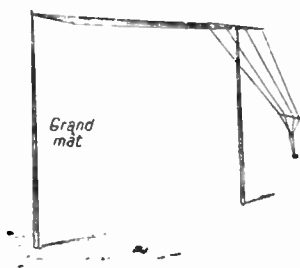
catrices de basse fréquence. La gamme des longueurs d'ondes reçues est de 150-850.

Le récepteur pour grandes ondes comprend, lui aussi, une lampe détectrice à réaction par self et deux lampes basse fréquence. Le mon-



tage est un montage en direct, les bobines de grille et de réaction étant des bobines nid d'abeille interchangeables. Ce récepteur servira pour les signaux horaires d'Arlington N A A et pour les messages qu'Annapolis N S S enverra le cas échéant au « Bowdoin ».

L'émetteur comporte deux tubes de 50 w de la Western Electric, montés dans un circuit « auto-rectifiant » : on voit que, à chaque demi-période, c'est tantôt un tube et tantôt l'autre qui sert, du fait de la division en deux du secondaire du transformateur R. L'alimentation en dérivation est ici nécessaire : d'ailleurs, elle présente de nombreux



avantages sur l'alimentation en série. Les courants de haute fréquence s'écoulent par les condensateurs D et E, et les courants continus par les bobines Z qui arrêtent, d'autre part, toute haute fréquence.

Dans l'étude du poste, on a pris soin d'éloigner du tableau tout conducteur parcouru par la haute fréquence : en particulier l'ampèremètre d'antenne est placé sur le mur et isolé par des supports en porcelaine.

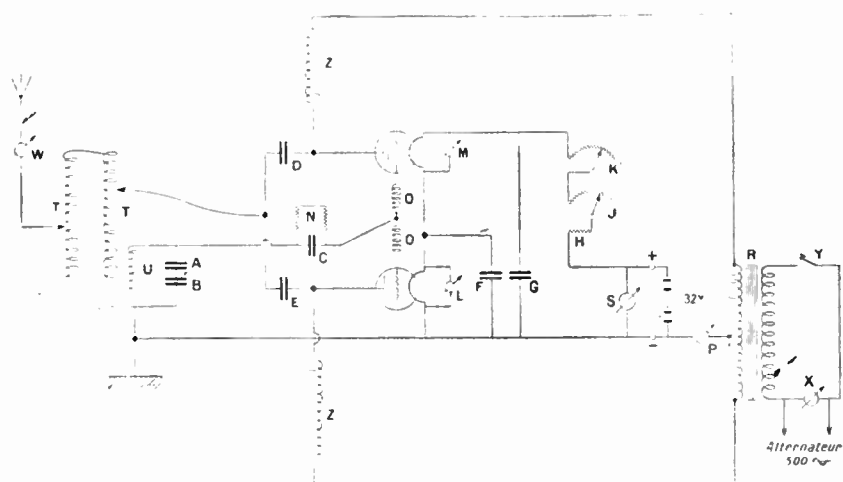
Les filaments sont alimentés en série au moyen d'une batterie de

32 v à 160 A H. Une batterie de même voltage alimente un moteur à courant continu attelé à un alternateur Telefunken de 500 w à 500 périodes.

L'antenne est très peu développée, en fait les mâts sont écartés de 7 mètres seulement et hauts de 18 mètres. Cependant, dès l'installation du poste, il se fit entendre dans tous les districts des États-Unis, même sur la côte du Pacifique.

Le succès de la tentative apparaît donc comme très probable.

Les transmissions auront lieu sur 187, 220 ou 300, à la demande du correspondant. L'onde normale sera 220 mètres. W N P travaillera



A	Condensateur de protection au mica 1,5 m ² F.
B	Condensateur à air à 50 plaques 1,8 m ² F.
C	Condensateur de grille au mica 0,35 m ² F.
D et F	Condensateur de plaque à diélectrique de verre ; chacun = 2 m ² F.
E et G	Condensateurs au mica 1/2 F chacun.
H	Résistance fixe de 4 Ω.
I et K	Rhéostats de chauffage.
L et M	Voltmètres 0 × 15 v
N	Résistance de grille 2 × 5000 Ω.
O	Séls d'arrêt sur les grilles : chacune formée de 15 spires de fil 6,5/10, 2 couches coton sur un mandrin de 10 mm.

P	Milliampetre de plaque : 0, — 50 mm A.
R	Transformateur Thordarson spécial. Primaire 250 v. Secondaire 2 × 1700 v.
S	Voltmètre 0 — 50 v.
T	Galette en spirale Telefunken, en ruban de 6 mm. Deux en série (34 spires)
U	Séls de grille constituée par 17 spires de fil de 1 mm sur un tube de 250 mm.
V	Amperemètre d'antenne 0 — 5 ou 0 — 10 A.
W	Voltmètre 0 — 350 v 500 périodes.
X	Manipulateur Mesko avec contacts de 3 mm
Y	Séls d'arrêt dans les plaques : bobinage de fil 6,5/10 à 3 couches sur un tube de 50 mm de diamètre et de 200 de long.

tous les jours, en principe, de 6 heures à 12 heures (heure de Greenwich), mais il ne faut pas oublier que la provision de combustible est limitée.

Le communiqué à la presse sera transmis tous les lundis matin à partir de 6 heures (heure de Greenwich).

Les appels aux amateurs auront lieu de 6 heures à 8 heures et de 10 heures à 12 heures du matin (heure de Greenwich).

Nous prions les amateurs qui entendraient W H P, de communiquer à M. Mesny, secrétaire général de la S. A. T. S. F., 21, rue Jacob, Paris (6^e), le texte intercepté et l'heure de la transmission, ainsi que toute remarque intéressante sur l'intensité de la réception, en même temps qu'un schéma du montage employé.

ESSAI JURIDIQUE SUR LES ONDES HERTZIENNES

Les amateurs et spécialistes de la télégraphie sans fil ont-ils pensé à excursionner dans le domaine juridique pour savoir à qui appartiennent les vibrations électriques mêlées si intimement à l'air de leur appartement?

Les travaux des Feddersen, Marconi, Maxwell, Hertz, Branly, ont-ils des conséquences juridiques provoquées par l'application et l'industrialisation, par un développement intéressant à la fois les particuliers et le patrimoine commun de l'humanité?

Dans les lois toujours vivantes des 29 germinal an XI, 4, 6, 9 et 10 pluviôse an XII, nous trouvons : « Il est des choses qui n'appartiennent à personne et dont l'usage est commun à tous. Des lois de police règlent la manière d'en jouir.

« La propriété d'une chose donne droit à tout ce qu'elle produit et sur ce qui s'y unit accessoirement, soit naturellement, soit artificiellement. »

Le droit romain et les commentateurs modernes précisent que l'air, l'eau, la mer, ne sont susceptibles d'aucune propriété (Planiol, Droit civil) (Baudry-Lacantinerie, Droit civil).

A l'époque du télégraphe à fil et cadran de Bréguet, est venu le décret-loi du 27 décembre 1851 stipulant : « Aucune *ligne télégraphique* ne peut être établie ou employée à la *transmission* des correspondances que par le gouvernement ou avec son autorisation. Quiconque *transmettra* sans son autorisation des signaux d'un lieu à un autre, soit à l'aide de machines télégraphiques, soit par tout autre moyen, sera puni d'un emprisonnement d'un mois à un an, et d'une

amende de 1.000 à 10.000 francs. *En cas de condamnation*, le Gouvernement pourra ordonner la destruction des appareils et machines télégraphiques. »

Notons que l'amende dont s'agit se trouve par la loi du 15 juin 1920, sur les impôts et amendes, portée de 3.000 à 30.000 francs.

Il y a donc là une peine principale suivie d'une peine accessoire, créées par la *loi*. Par application du principe de la séparation des pouvoirs, c'est le tribunal correctionnel qui doit statuer à la requête des P. T. T. partie plaignante.

Depuis sont nés de tels progrès que les auteurs de cette législation n'ont pu les entrevoir. Le télégraphe à fil, seul autrefois connu, n'allait et ne pénétrait que là où il était manuellement conduit et installé, à travers domaine public et propriétés privées, attaché à des supports y plantés; au contraire, la radiotélégraphie, la radiotéléphonie, la radiotélé mécanique et les autres radiotélés de demain, rayonnent et rayonneront à travers l'espace, même en tous endroits inaccessibles par impossibilité naturelle ou par inviolabilité légale. Elles s'offrent elles-mêmes, librement, même sans être appelées ou demandées, et, bien que de même nature que les ondes lumineuses, elles les dépassent en pénétrabilité, en mystère, sans être identifiables par la voie actuelle de nos sens naturels en fonctionnement direct.

Mais dans le décret-loi de 1851 il ne s'agit que de *transmission télégraphique*. Les radioconcerts sont-ils des correspondances? Le chant et la musique qui voyagent électromagnétiquement à travers l'éther constituent-ils des signaux télégraphiques? Il a été dit que la Tour Eiffel *parle* et non télégraphie.

Si les organes sensoriels de l'homme étaient pourvus d'un développement physiologique suffisant pour agir sans le secours et l'aide d'appareils, ils pourraient directement enregistrer l'onde électromagnétique, automatiquement, comme pour la chanson des cloches de la cathédrale, les reflets d'un beau coucher de soleil?

Mais à l'aide d'un peu de fil, d'une petite lampe spéciale et d'une plaque vibrante, que les progrès incessants feront tenir demain dans le réticule de l'élégante et dans la serviette de l'ingénieur ou du magistrat, la capacité de nos sens est élargie grandioisement.

Un décret de police et de sûreté, impérieusement commandé par la situation militaire, est intervenu le 24 février 1917. Son but principal était l'interdiction protectrice. C'est pourquoi il s'inspire du décret-loi de 1851, sans toutefois en reproduire l'article sus-rappelé. Depuis lors, la paix est heureusement revenue et le droit spécial de la guerre s'est atténué progressivement.

Un arrêté du 27 février 1920 a organisé les conditions des postes récepteurs pour signaux horaires et télégrammes météorologiques émis par le poste militaire de la Tour Eiffel, qui s'orientait à suivre la voie tracée par l'étranger, notamment l'Amérique du Nord. Un décret du 15 mai 1921 a délégué au Sous-Secrétaire d'État des P. T. T. le pouvoir de prendre des arrêtés en matière de télégraphie sans fil. Il fut suivi d'un arrêté du 6 juillet 1921 relatif aux essais et expériences. Leurs dispositions ont des buts de police et de sûreté. Prudemment il n'y est rien dit qui puisse toucher à la question de propriété et de jouissance. D'ailleurs, les lois de propriété ne peuvent être modifiées que par des lois de même force exécutoire, que par des dispositions d'identique ou supérieure légalité.

Dans le texte des décrets et arrêtés ci-dessus et de celui tout nouveau du 30 décembre 1922, ne se rencontre aucune allusion à la transmission du chant et de la musique des radioconcerts. D'autre part, n'y aurait-on pas même oublié qu'une condamnation préalable seule autoriserait l'État à détruire des appareils (loi de 1851) et que le domicile est inviolable sans intervention motivée des magistrats qualifiés (loi du 22 frimaire an VIII).

En tout cas, il n'y a pas encore de loi en cette matière et nous ignorons ce que le Conseil d'État ferait en face des arrêtés....

L'État devait-il, pouvait-il se réserver un monopole général tant des appareils que des transmissions, comme avec les vieux fils. — ou au contraire laisser la science et l'industrie produire progressivement et librement leurs beaux fruits. — ou, moyen intermédiaire, se réserver un contrôle sans entraver l'exploitation privée.

Les Postes et Télégraphes, en accord avec la *Guerre* et la *Marine*, ont cherché une combinaison moyenne : une réglementation essayée autour de la liberté. Cela fait l'objet d'un simple *arrêté* ministériel en date du 30 décembre 1922, accompagné de la circulaire 1914 (*Journal Officiel* du 14 janvier 1923) sous la signature du Sous-Secrétaire d'État des P. T. T.

Nous mettons en délibéré la question de savoir s'il est compatible avec les textes législatifs et le droit. Déjà quelques phrases apparaissent mieux à leur place dans une loi...

Les grandes sociétés propriétaires de postes d'émission auraient pour thèse qu'en raison de la nature vibratoire du rayonnement électrique, du synchronisme exigé pour sa réception et de la longueur individuelle de chaque onde, cette onde voyageant à travers l'espace, sans se confondre avec celle du voisin, demeure leur propriété partout.

Et les amateurs paraissent soutenir qu'ils peuvent jouir et disposer librement de tout ce qui pénètre dans leur appartement, principalement en ce qui concerne les ondes électromagnétiques, car plus fortes que la lumière et le son, elles passent à travers murs, portes et fenêtres. Toutes les vibrations mélangées à l'air de leur domicile, lumineuses, sonores, électriques, leur appartiennent sans distinction d'origine, que l'auteur soit le carillonneur de la cathédrale, ou l'opérateur de la T. S. F. ou encore le lampiste des cieux...

Or, les ondes lumineuses et les ondes électriques agitent identiquement l'éther (Branly, physique 1912). Quelque part sont écrites ces lignes : *La nature spéciale de son milieu lui confère des propriétés exceptionnelles* (Branly, télégraphie sans fil 1922). Est-ce l'aurore d'un droit nouveau? Nous l'affirmons.

LOUIS MORCELLET,

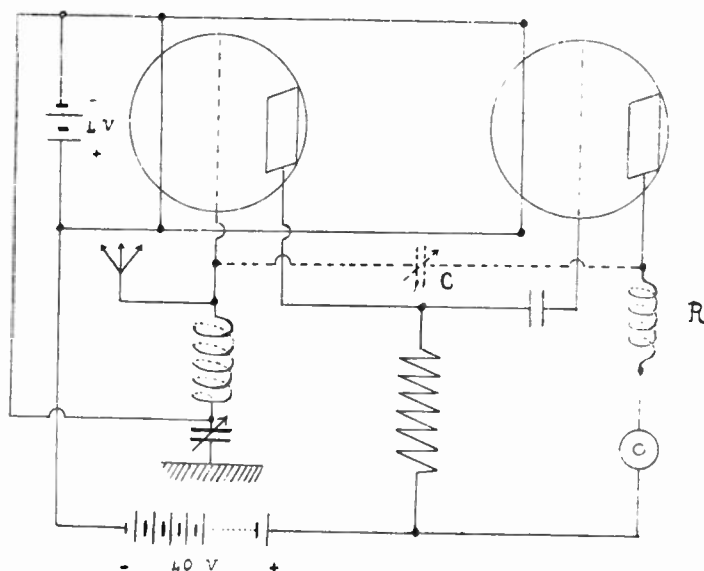
physicien amateur, diplômé de la Faculté de droit.

MONTAGES ET TOURS DE MAIN

600 mètres sur amplificateur à résistances. — En général, un amplificateur à résistances employé sans précautions ne permet pas de descendre au-dessous de 800 à 1 000 mètres. Cependant, en étudiant judicieusement le montage d'un tel appareil, je suis arrivé à amplifier convenablement jusqu'à 300 mètres sans modification de l'appareil lui-même ni emploi de lampes spéciales.

Mes essais ont porté sur le type classique : 2 HF à résistance + 2 BF à

à-dire coupler la plaque de la dernière lampe à la grille de la première, soit par capacité C, soit par bobine R. Dans le premier cas, il est impossible de descendre. On constate, en effet, que pour accrocher des ondes de 600 mètres, il faut une capacité de réaction de $1/4$ de millième, pour 400 mètres $1/1000$. Ces chiffres ne valent évidemment que pour l'appareil étudié. Capacité inadmissible, car alors la HF passe directement de la première grille à la dernière plaque sans s'amplifier.



transformateurs. Je reproduis ci-contre le schéma bien connu de la HF.

La première condition pour descendre avec un rendement acceptable est de ne pas employer pour l'accord des bobines à plots ou à curseurs à cause des bouts morts. Pour les petites ondes, les coupures n'ont aucun effet, et la partie inutilisable de la bobine absorbe inutilement de l'énergie. L'absorption peut même être totale sur les petites antennes.

Il faut ensuite soigner sérieusement la réaction. On peut réagir, c'est-

D'autre part, cette capacité en dérivation sur la self d'antenne contribue à l'accord qui devient ainsi très difficile à réaliser.

En employant la réaction par bobine, voici ce que l'on constate : Tout d'abord la valeur de la réaction diminue avec la longueur d'onde, passe par un minimum puis croît jusqu'à environ 600 mètres (par exemple 150 tours pour une bobine d'accord de 40 tours). Brusquement, la réaction change de sens et doit être très relâchée. Moyennant cette précaution de renversement de la

réaction, on descend jusqu'à 300 mètres avec un rendement égal à celui obtenu en grandes ondes. En dessous, toute réception disparaît.

Par valeur de la réaction, j'entends le nombre de tours et non le couplage. La self d'accord diminuant avec la longueur d'onde, pour maintenir le couplage il faut augmenter rapidement la self de réaction.

J'obtiens des résultats sensiblement supérieurs en remplaçant la résistance de 70.000 ohms par une self ainsi constituée :

Fil nu de 8 à 10-100 enroulé à spires non jointives sur un mandrin de bois carré de 3 centimètres de côté à angles arrondis. Les 50 couches, comportant chacune 20 tours espacés de 1 millimètre environ (au total 1.000 spires), sont séparées par une bande de papier de 2 centimètres de largeur. Le diamètre extérieur est alors de 55 mm.

Cette self donne un très bon rendement depuis 300 mètres jusqu'au delà de 3.000 mètres. On le constate d'ailleurs en passant de résistance sur self par commutateur. Il est alors nécessaire de retoucher l'accord et surtout de desserrer la réaction.

La self a un autre avantage assez marqué sur la résistance. Alors que celle-ci donne dans l'écouteur un ronflement faible mais assez désagréable, dû probablement à un effet statique provoqué par les grains de graphite, la self, au contraire, est très silencieuse.

Il résulte de ces essais qu'avec un appareil à deux lampes-résistance, il est possible, moyennant quelques précautions, de descendre suffisamment bas pour avoir la téléphonie anglaise dans de très bonnes conditions. Et cela n'a pas été réalisé avec un appareil de laboratoire étudié spécialement *ad hoc* : les mêmes essais sur des appareils de même type mais de marques différentes ont donné les mêmes résultats. Reste à savoir maintenant s'il en est de même avec des amplificateurs à plusieurs étages à résistances. — LARDRY.

Les bruits parasites dus aux canalisations. — M. Jarret, à Riom (Pas-de-Calais) :

En général, le genre de parasite dont vous parlez n'est pas très fréquent quand il ne s'agit que de fils « lumière ». Il ne devient gênant que quand il y a à proximité du poste une canalisation de force dont le débit est beaucoup plus variable.

Quand on est gêné par de tels parasites, la solution la plus simple consiste à mettre un étage à résonance et la réception est alors de beaucoup améliorée.

Nous serions heureux si vous vouliez communiquer à *l'onde Électrique*, pour le plus grand bien de ceux que ces parasites exaspèrent, le montage qui vous donne de si bons résultats.

Est-il possible de recevoir sur cadre les radio-concerts sans amplificateurs dans Paris? — Nous avons déjà répondu à cette question, mais notre réponse, dans laquelle nous avons conseillé l'emploi d'un cadre de grandes dimensions, nous a valu plusieurs lettres d'amateurs qui nous citent des cas de réception excellente avec des cadres de dimensions beaucoup plus restreintes.

En particulier, M. Fraudelot nous signale une bonne réception de FL sur cadre de 1 mètre de côté, dans le quartier de la Nation, et une réception acceptable de Radiola sur cadre de 1 m. 50 de côté, boulevard Saint-Germain. Bien que nous ne mettions pas en doute la bonne foi de nos correspondants, nous continuons à penser que pour avoir une bonne réception sur galène avec un casque de sensibilité moyenne, un cadre d'assez grandes dimensions est nécessaire. Des réceptions telles que celles qu'on nous signale sont fort intéressantes, mais elles sont incertaines et ceux qui veulent être sûrs d'entendre feront bien de ne pas trop regarder à l'encombrement.

Il serait cependant amusant de savoir quel est le record de la réception sur cadre des radio-concerts dans Paris. Avis donc aux amateurs qui ont reçu ou reçoivent avec des cadres ayant moins d'un mètre carré de surface.

ANALYSES

RÉCEPTION

Récepteurs téléphoniques sans distorsion; J. BETHENOD. *Proceedings of the Institute of Radioengineers*, avril 1923, t. II, pp. 163-167. — En désignant par i le courant qui traverse les enroulements du récepteur, par x le déplacement du centre du diaphragme, on obtient l'équation

$$(1) \quad \Lambda i = Sx + R \frac{dx}{dt} + M \frac{d^2x}{dt^2}$$

Λ étant l'attraction magnétique, S l'élasticité, R les résistances mécaniques et M la masse équivalente du diaphragme.

L'auteur envisage tout d'abord le cas où la force électromotrice qui agit sur le circuit contenant le récepteur est donnée. Soit e cette force électromotrice, Z l'opérateur d'impédance du téléphone.

$$(2) \quad e = Zi + \Lambda \frac{dx}{dt}$$

L'auteur, suivant le procédé de calcul préconisé par Heaviside, pose $\frac{d}{dt} = p$ et F .

$$P = S + pR + p^2M$$

Des équations (1) et (2), il déduit

$$(3) \quad e = \frac{ZPx}{A} + pAx$$

Pour que le problème posé soit résolu, il faut que cette équation ait une solution de la forme

$$x = \frac{e}{\lambda}$$

λ étant une constante indépendante de la fréquence. On a dans ce cas

$$(4) \quad Z = \frac{\lambda A - P\lambda^2}{P}$$

On peut, au moyen d'un système de triodes, annuler l'impédance du récepteur. On peut, d'autre part, au moyen d'un système de triodes convenablement combiné avec un système comportant une self-induction et une capacité en parallèle, constituer une impédance négative. Soient r et l la résistance et l'inductance de la bobine, c la capacité. le « filtre négatif » équivaut à

$$(5) \quad Z = -g \frac{r + pl}{1 + prc + p^2lc}$$

g constante positive.

De la comparaison de 4 et 5, l'auteur déduit

$$l = \frac{\Lambda^2}{gS} \quad c = \frac{M}{\Lambda^2} \quad r = \frac{R\Lambda^2}{gMs}$$

$$\lambda = -\frac{R\Lambda}{M}$$

le problème est théoriquement résolu.

L'auteur envisage de même le cas où le courant dans le circuit téléphonique a une valeur définie.

Il faut remarquer que les procédés théoriques qu'il indique pourraient aussi s'appliquer aux oscillographes et qu'on éviterait ainsi la déformation des courbes dues à ce fait que la sensibilité n'est pas la même pour tous les harmoniques.

Remarquons qu'il ne s'agit là que de considérations théoriques et que l'auteur ne semble avoir tenté aucune réalisation pratique. — JOUAST.

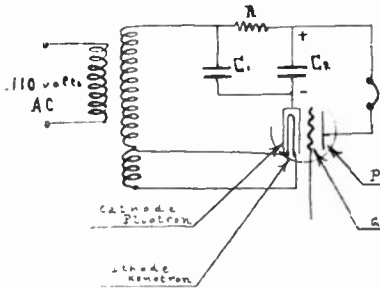
LAMPES

Kénotron et plotron combinés susceptibles de fonctionner en courant alternatif; ALBERT W. HULL. *Proceedings of the Institute of Radioengineers*, avril 1923, t. II, pp. 89-95. — Il est possible de réunir dans un

même tube a vide quatre électrodes de telle façon que le tube constitue un kénotron redressant du courant alternatif pour l'alimentation de la plaque du plotron.

La figure représente la manière dont on arrive à ce résultat.

Le filament, fil de tungstène enroulé en hélice et porté à 2300 absolus par



un courant alternatif de 2 ampères, sert de cathode au kénotron dont l'anode est constituée par un cylindre de nickel de 0,32 cm de diamètre et de 2,86 cm de long.

En même temps, ce filament porte à haute température le cylindre de nickel, et comme celui-ci est recouvert extérieurement d'oxyde de baryum, il joue le rôle de cathode pour le plotron.

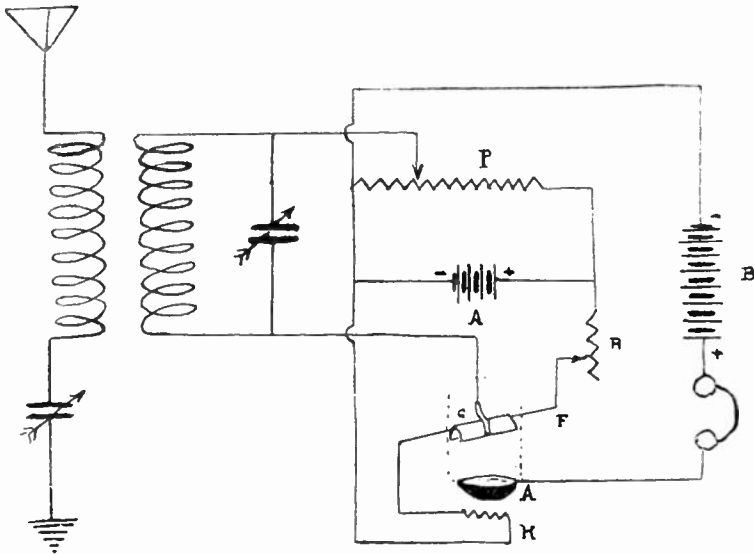
Dans celui-ci, la grille est une hélice de 2,54 cm de longueur, de 0,4 cm de diamètre comportant 40 tours de fil de molybdène de 0,008 cm de diamètre.

Les deux condensateurs C_1 et C_2 de l'ordre de 2 microfarads et la résistance r de l'ordre de 4000 ohms ont pour effet d'adoucir les ondulations du courant redressé.

On peut aussi alimenter un amplificateur au moyen d'une tension alternative de 110 volts sans être gêné dans l'audition par le bruit du courant d'alimentation. — JOUAST.

Un nouveau détecteur ne produisant pas d'interférences; Harold-P. DOYLE, *Proceedings of the Institute of Radioengineers*, avril 1923, t. II, pp. 97-109. — L'auteur décrit un nouveau modèle de triode détecteur pour lequel il revendique de fournir des résultats aussi bons que ceux que procure la réaction sans qu'on ait à redouter les brouillages que peut provoquer ce dernier mode opératoire.

La figure représente le triode et son montage. L'anode est constituée par un dépôt de sodium à la partie inférieure du tube. Ce sodium est chauffé par le passage du courant dans



la résistance II, l'ampoule est donc remplie de vapeur de sodium.

Au-dessus du filament F est le collecteur ayant la forme d'un U de métal renversé.

Naturellement, en outre du courant filament anode, il y a un courant filament collecteur.

La valeur de ces deux courants dépend de la position du curseur sur le potentiomètre P.

La production d'oscillations dans le circuit haute-fréquence a pour effet de diminuer les intensités des courants du collecteur et de l'anode.

Le système qui semble être le siège d'oscillations de fréquence peu élevées, n'est susceptible de détecter que les oscillations de haute fréquence. — J.

PROPAGATION

Le problème des hauteurs de rayonnement; P. ECKERSLEY. *The Electrician*, février 1923, vol. 90, n° 2.334, pp. 134-135. — L'auteur étudie la façon dont s'introduisent les notions de hauteur effective d'émission et de réception d'une antenne. Il remarque tout d'abord que l'accord est si loin d'être fait sur la question puisque Dellinger propose une formule donnant un rayonnement deux fois plus faible que celui qui résulte de la formule du doublet de Hertz, appliquée au cas où la terre serait parfaitement conductrice.

Rappelant les mesures de Pession, qui utilisa un groupe de trois antennes travaillant successivement en émettrices et en réceptrices, il montre que cette méthode soulève des objections, car on ne peut pas admettre a priori que les hauteurs effectives à l'émission et à la réception soient égales. Cette hypothèse conduit même à des conséquences contradictoires si l'on applique deux formules de rayonnement différentes à des mesures effectuées une première fois avec une antenne de réception identique à l'antenne d'émission, une seconde fois avec un cadre.

Il montre ensuite qu'il n'y a aucune

difficulté dans la définition de la hauteur effective de réception. En appelant E le champ électrique de l'émission reçue, V la tension, induite dans l'antenne, qui produirait le même courant que le signal, la hauteur effective de réception h_r est donnée par la relation

$$E h_r = V$$

On définirait aussi facilement la hauteur de rayonnement h_i sur un sol parfaitement conducteur par la relation

$$h_i = \frac{E \Delta D}{377 I}$$

où Δ est la longueur d'onde, D la distance, I l'intensité à l'émission (unité de longueur : le mètre, unités électriques pratiques); cette formule étant appliquée aux courtes distances.

Les travaux de Sommerfeld montrent que ce cas est celui qui se présente en pratique dans la plupart des circonstances. Mais les résultats de ces travaux ne permettent pas d'exprimer la valeur de h_i en fonction des dimensions géométriques de l'antenne, etc'est une question d'expérience de déterminer la valeur de la constante qu'on pourrait être amené à employer à la place du facteur 377. Il montre en tous cas que la hauteur de rayonnement et la hauteur effective de réception doivent avoir le même rapport pour des antennes différentes et une longueur d'onde donnée. — MESSY.

DIVERS

Redresseur mécanique pour haute tension; WOODHILL. *Proceedings of the Institute of Radioengineers*, avril 1923, t. II, pp. 111-113. — L'appareil se compose essentiellement d'un alternateur polyphasé portant sur son arbre un nombre convenable de commutateurs tournants qui transforment en courant presque continu le courant alternatif dont préalablement les transformateurs ont élevé la tension. — JOUAST.

BIBLIOGRAPHIE

Etudes élémentaires de météorologie pratique; Albert BALDIT, ancien chef du service météorologique du groupe des armées du centre, 1923. Volume de 420 pages édité chez Gauthier-Villars. — Le titre trop modeste de cet ouvrage risque d'en donner une idée tout à fait incomplète. Il s'agit en effet d'un traité très complet où l'auteur a examiné successivement toutes les questions qui se posent à quiconque s'intéresse à la météorologie, que ce soit au point de vue théorique ou au point de vue pratique.

Ce traité est divisé en trois parties. Dans la première : *Organisation, observation*, se trouvent la description de l'aménagement d'une station et du matériel qui lui est nécessaire; l'examen des constantes géographiques, mécaniques et météorologiques de cette station; la discussion des méthodes d'observation et l'examen des documents à tenir, des transmissions de renseignements à assurer. Les fonctions que l'auteur a occupées pendant la guerre lui ont permis d'apprécier à leur juste valeur l'importance capitale de toutes ces questions, et c'est pourquoi cette partie de son livre est particulièrement intéressante.

La deuxième partie traite des *Problèmes usuels*. C'est l'exposé du calcul de la pression aux différentes altitudes et de la théorie mécanique du vent. Il écrit les équations des mouvements de l'air, équations de Lagrange, équations intrinsèques et les discute en faisant apparaître nettement les influences du gradient, du mouvement de la terre, du frottement sur le sol. Il consacre quelques pages à l'examen de la notion récente de turbulence qui jette beaucoup de clarté sur les mouvements de l'air dans les couches voisines de la terre.

La troisième partie traite de la *Prévision du temps*. C'est la partie la plus

étendue. Les règles de prévision immédiate et à brève échéance, et l'étude de leur application y sont exposées avec beaucoup de détails. Mais on y trouve aussi une analyse serrée de la formation des dépressions et des anticyclones, des grains et des orages, analyse fréquemment illustrée d'exemples observés et relatés avec précision. Enfin, l'ouvrage contient un exposé sommaire de la théorie des surfaces de discontinuité et des théories de Bjerknes et Solberg sur les fronts chauds et froids et la formation des pluies.

On connaît les observations récentes de Rothé et de Watson Watt sur les perturbations électromagnétiques de l'atmosphère. Ils ont montré la liaison qui existe entre ces phénomènes et les manifestations météorologiques telles que dépressions, orages et pluies; on trouvera dans le traité de Baldit tous les éléments nécessaires pour étudier complètement ces diverses manifestations. — MESSEY.

Principes du calcul vectoriel et tensoriel; J. B. POMÉY, Ingénieur en chef des Télégraphes, *Cours de l'École supérieure d'Electricité*, Section T. S. F., 320 pages. Edit. Chiron. — L'étude mathématique des phénomènes périodiques tire un profit si considérable des théories dérivées de la notion de vecteur que tous les ouvrages d'électricité consacrent actuellement des chapitres entiers à l'exposé des théories vectorielles élémentaires. Néanmoins la grande variété des procédés de calcul qui en découlent n'a jamais été très employée en France, et les éléments exposés dans les traités d'électricité sont tout à fait insuffisants pour quiconque veut posséder à fond le calcul vectoriel, pour en tirer tout le profit possible.

L'ouvrage de M. Poméy vient, à ce

point de vue, combler un vide regrettable. Prenant les choses tout au début, l'auteur rappelle avec soin et précision les définitions des éléments simples : vecteurs, projections, équipollences... en insistant particulièrement sur les règles de signes et leurs liaisons avec le sens des axes, de telle façon que l'on n'aborde le calcul qu'en s'appuyant sur un terrain solide.

Les définitions et théorèmes relatifs aux éléments abstraits tels que produits scalaires et vectoriels, rotationnels... sont suivis d'applications concrètes empruntées à la géométrie, à la mécanique ou à l'électricité : surfaces, volumes, moments, flux...

Vient ensuite l'exposé complet de méthode des imaginaires, avec toutes les belles applications que lui fournissent les courants alternatifs.

La théorie des quaternions clôt ce que l'on pourrait appeler la première partie de l'ouvrage. Le reste est consacré au calcul tensoriel.

Cette dernière partie n'est pas la moins originale. Les théories de la relativité préoccupent actuellement tous les esprits, mais ainsi qu'on l'a répété maintes fois, elles ne peuvent être comprises que par ceux qui lisent la langue dans laquelle elles sont écrites : il est indispensable de posséder sérieusement le calcul tensoriel avant de se faire une idée des théories d'Einstein. M. Pomey a su, non seule-

ment exposer très complètement des notions qu'on ne trouve généralement que tronquées et par suite difficiles à assimiler, mais encore montrer leurs liens avec les autres éléments qu'il a étudiés auparavant dans son volume.

Les notions de covariance et de contre-variance, par exemple, au lieu de se présenter comme des définitions *a priori*, se trouvent découler tout naturellement des connaissances acquises dans le calcul vectoriel, ou elles sont reliées à des éléments géométriques concrets dans le cas de trois dimensions.

Les théories accessoires telles que celles des formes quadratiques trouvent également leur place dans son exposé.

Enfin le tenseur de Riemann Christoffel et la dérivation covariante s'introduisent également avec simplicité à la suite d'une étude complète du déplacement parallèle. M. Pomey fait dans cette partie de son ouvrage une analyse serrée des travaux de Bianchi et de Levi-Civita. Il termine par des applications du calcul tensoriel à l'électricité. Cet ouvrage n'a de place que dans la bibliothèque d'un mathématicien, mais c'est un auxiliaire précieux pour quiconque se préoccupe de posséder tous les moyens d'investigation que le calcul met à notre disposition. — MESSEY.

CORRESPONDANCE & AVIS

M. Ascanio Niutta, de la « R. Scuola di applicazione di Roma per gli ingegneri », nous adresse la communication suivante :

« Nous avons le plaisir de faire connaître à l'amateur 8 AP que sa transmission a été reçue très clairement par le soussigné à Rome le 24 mars, de 10,30 à 10,45 (G M T) avec une lampe détectrice à réaction et deux étages B. F. et en conditions de réception très mauvaises à cause du fort brouillage du poste voisin : Radio I D O S. Paolo).

« Il en a été de même pour le poste de M. Léon Deloy (8 AB), dont la transmission a été entendue avec les mêmes appareils et très souvent en haut-parleur.

« En attente de lire cette communication dans votre respectable publication, je vous prie, Monsieur, d'agréer mes salutations très distinguées. »

Excursions organisées au Centre de Sainte-Assise par la Société des Transports en commun de la région parisienne.

Nous sommes heureux de signaler l'initiative prise par la Société des Transports en commun de la région parisienne pour faciliter les visites du Centre d'émission radioélectrique de Sainte-Assise.

Des promenades-conférences sont, en effet, organisées pour la saison d'été par la T. C. R. F. le quatrième dimanche de chaque mois.

Itinéraire : Villeneuve-Saint-Georges. Forêt de Sénart, Quincy-sous-Sénart, Melun, Sainte-Assise (visite de la station de T. S. F.).

Départ : 8 h. 30 de la place de l'Opéra, retour vers 18 h. 30.

Prix des places : 21 fr 25.

Pour ces excursions s'adresser aux bureaux des lignes AI (Gare Saint-Lazare), AD (Place de la République) et au siège social — bureau des locations — 53 ter, quai des Grands-Augustins.

Diplôme d'ingénieur civil des communications électriques.

L'Ecole supérieure des postes et télégraphes, où sont recrutés, comme on le sait, les ingénieurs de l'administration des postes et télégraphes, admettra, à partir d'octobre prochain, d'après une décision récemment prise par M. Laffont après avis du conseil de perfectionnement de l'école, des élèves externes qui suivront les cours et les stages de l'école exactement comme les futurs ingénieurs de l'Etat, et qui sont destinés à l'industrie. Ces élèves externes recevront, à la fin de leurs études, s'ils ont satisfait aux diverses épreuves de l'examen de sortie, le titre d'*ingénieur civil des communications électriques*.

Cette mesure consiste, en réalité, à étendre à l'Ecole supérieure des Postes et Télégraphes le régime en vigueur à l'Ecole des Ponts et Chaussées et à l'Ecole des Mines, et à adopter ainsi un régime uniforme pour les trois grandes écoles d'application qui relèvent du ministère des Travaux publics.

Les candidats pourront se renseigner à la direction, 20, rue Las-Cases.

Radiotélégraphistes pour le Congo belge.

Le Service de la télégraphie sans fil au Congo Belge cherche, pour ses services d'Afrique, un ingénieur électricien, célibataire, de préférence ayant suivi les cours de télégraphie sans fil de l'Ecole Supérieure d'Électricité.

Écrire en indiquant références et éventuellement situations déjà occupées, ou travaux déjà effectués ou dirigés, au Directeur général du Service, 64 a, rue de Namur, à Bruxelles.

Les Annales des P. T. T.

Voici les principaux articles au sommaire du numéro de juillet des *Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones* :

Sur le rôle du soleil dans les transmissions radiotélégraphiques et la formation de la couche de Heaviside, par

M. Nordmann, astronome de Paris.

La fête de la télégraphie sans fil française. — Procédés de réception sur petite longueur d'onde, par M. Clavier, de l'Établissement central radiotélégraphique militaire. — Un microphone sans diaphragme pour les émissions radiotéléphoniques. — Les essais transatlantiques effectués en décembre 1922 entre les amateurs de télégraphie sans fil américains et européens.

Rectification.

Nous avons donné dans *l'Onde Électrique* de juin, p. 373, la liste des postes émetteurs privés.

M. Poizat, propriétaire de 8. CM nous prie de signaler que son poste sera installé à Cours (Rhône) et non 47, rue de Trévise, à Paris. Les essais commencent au début du mois d'août.

Réglementation de la télégraphie sans fil.

Le Directeur du Service de la télégraphie sans fil nous a fait savoir qu'un ingénieur de la direction est spécialement chargé de recueillir les vœux exprimés par les groupements de télégraphie sans fil et de les renseigner, le cas échéant, sur les dispositions réglementaires en vigueur. Nous nous tenons à la disposition de nos sociétaires pour leur servir d'intermédiaire en toutes circonstances. Adresser la correspondance à M. Mesny, secrétaire général, 21, rue Jacob, Paris (6^e).

Radio-Club Cataluna, 4. Plaza Santa Ana, Barcelona.

Nous venons d'apprendre la fondation à Barcelone d'une Société d'amateurs. Le but de cette nouvelle Société, qui comprend déjà plus de 200 membres, est de grouper les efforts en vue de la défense des intérêts de la télégraphie sans fil dans leur région.

Nous transmettons aux membres de la S. A. T. S. F. les sentiments amicaux que le Club espagnol nous a envoyés pour eux. Ce Club leur offre son concours pour tous renseignements ou informations.

Nous adressons de notre côté à la nouvelle Société nos meilleurs vœux de succès et de prospérité.

Cours de T. S. F. organisé au Conservatoire des Arts-et-Métiers par la Société des Amis de la T. S. F.

Résultat des examens

304 élèves étaient inscrits pour les travaux pratiques, 81 se sont présentés aux examens.

A. — Sont admis définitivement :

MM. Adam, Dudognon, Duval, Flora, Galland, Kaplan, Lenain, Rayet, Youssoufian.

B. — Sont admis pour la théorie et ajournés à octobre pour la lecture au son.

MM. Albesfy, Allard, Bernier, Berr, Bitker, Bouchy, Bugat, Buisson, Chevalier, Cornu, Courtière, Courtois, Dumont, Dupuy, Faucon, Fiore, Fleurant, Fleurent, Galban, Gavoille, Jonclot, Lafaye, Leclerc, Lemasle, Maillolhon, Marguet, Mercy, Merigot, Michaut, Monconet, Paraire, Salvaire, Verney.

C. — Est admis pour la lecture au son et ajourné pour la théorie.

M. Mabillet.

D. — Sont ajournés pour la théorie et la lecture au son.

MM. Lecossoit et Richard.

Erratum

Dans l'article *Multiplicateur de fréquence et amplificateur magnétique*, par Marius Latour, paru dans le numéro de juin, page 327, remplacer la phrase : « Cette idée a été développée ensuite avec précision par Léonard et Weber, ce dernier ayant eu plus particulièrement en vue la production de courants à haute fréquence (1906) et par Maurice Joly (1911) », par la suivante : « Cette idée a été développée ensuite avec précision par Léonard et Weber (1906) et par Maurice Joly (1911), ce dernier ayant plus particulièrement en vue la production de courants à haute fréquence. »

Un récepteur pour ondes courtes. — N° de juin. Dans le schéma de la page 360, il faut ajouter une connexion reliant le filament des triodes à la terre. Au bas de la page 361, remplacer l'indicatif « LXM » par « LXM ».