

LA RADIO

DANS

LA NAVIGATION

RADIOTÉLÉGRAPHIE — RADIOGONIOMÉTRIE
RADIOPHARES — RADIOATTERISSAGE
RADARS-SONDEURS U. S.

PAR

XAVIER REYNES

INGÉNIEUR RADIO E. G. C .
OFFICIER RADIO DE LA MARINE MARCHANDE
ANCIEN PROFESSEUR A L'ÉCOLE CENTRALE DE T. S. F.

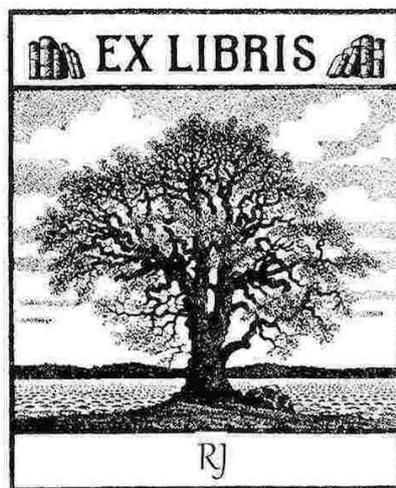
DEUXIÈME ÉDITION

PARIS



92, RUE BONAPARTE (VI)

1947



Numérisé en Juillet 2025 par F1CJL , 300dpi

COMPAGNIE RADIO-MARITIME

Société Anonyme au Capital de Frs : 48.000.000

Siège Social : 79, Boulevard Haussmann — PARIS

Télégr. : *Exploradac* — PARIS XXXXXXXXXX Téléph. : ANJOU 84.60, 61, etc.

TÉLÉGRAPHIE ET TÉLÉPHONIE SANS FIL

==== Sondeurs ultra-sonores ====

TREIZE AGENCES EN FRANCE

==== Cent Correspondants à l'étranger ====

VENTE - LOCATION - ENTRETIEN

Les meilleurs appareils XXXXXXXXXX La meilleure organisation

Les meilleures conditions

27 ANNÉES D'EXPÉRIENCE ET DE BONS SERVICES

Éts VEDOVELLI, ROUSSEAU & Cie

◆◆◆ 5, rue Jean-Macé = SURESNES (Seine) ◆◆◆

Téléphone : LONGCHAMP 14-47, 14-48, 14-50

TRANSFORMATEURS
POUR LA CONSTRUCTION RADIO-ÉLECTRIQUE
Réception, Emission, Amplification Sonore, Télévision

TRANSFORMATEURS
DE PETITES ET MOYENNES PUISSANCES
pour toutes APPLICATIONS
INDUSTRIELLES ou SCIENTIFIQUES

— I —

LA RADIO FRANÇAISE

Radiodiffusion — Télévision
Électronique — Organisation
professionnelle

Cette revue, destinée aux radiotechniciens, établit une liaison indispensable entre tous les professionnels de la Radio, les inventeurs, les bureaux d'étude, les techniciens, les constructeurs et les fabricants d'accessoires.

Les auteurs les plus qualifiés y traitent les multiples problèmes de la haute fréquence et de la basse fréquence, à l'émission comme à la réception, ainsi que de la radiodiffusion, la télévision et l'enregistrement. D'autre part, on y trouve une documentation très complète sur les toutes dernières solutions développées à l'étranger. Elle donne enfin des comptes rendus d'essais de récepteurs faits au laboratoire suivant les méthodes les plus rigoureuses.

Abonnement 1947 :

| | | |
|-------------------------|----------------------|---------|
| France et colonies..... | 720 fr. | |
| Étranger { | Tarif normal | 895 fr. |
| | Tarif réduit * | 875 fr. |

* Prix spécial pour les pays ayant accepté l'échange du tarif postal réduit.

92, rue Bonaparte
Chèque post. Paris 75-45

DUNOD

Éditeur, Paris (6^e)
Téléph. Danton 99-15

LA
RADIO DANS LA NAVIGATION

Aér.

Class. déc. : 621.396.932/933.

Ouvrage conforme aux programmes des Examens suivants :

1. Radiotélégraphistes des stations mobiles. Première et deuxième classe.
2. Examen d'officier Radiotélégraphiste de la marine marchande.
3. Licence de Radiotélégraphiste d'aéronef.
4. Brevets de navigateur élémentaire et supérieur de navigation aérienne.
5. Concours de chef de poste Radioélectricien de l'aéronautique civile du Ministère des Transports.

Enfin l'ouvrage pourra être consulté avec profit par MM. les officiers de la marine marchande, de la marine nationale et pilotes d'aéronefs.

LA RADIO

DANS

LA NAVIGATION

RADIOTÉLÉGRAPHIE — RADIOGONIOMÉTRIE
RADIOPHARES — RADIOATTERRISSAGE
RADARS-SONDEURS U. S.

PAR

XAVIER REYNES

INGÉNIEUR RADIO E. G. C .
OFFICIER RADIO DE LA MARINE MARCHANDE
ANCIEN PROFESSEUR A L'ÉCOLE CENTRALE DE T. S. F.

Deuxième Édition

*En hommage aux héros du Titanic
et de tous les radios de bord morts à
leurs postes.*

X. R.

PARIS



92, RUE BONAPARTE (VI)

1947

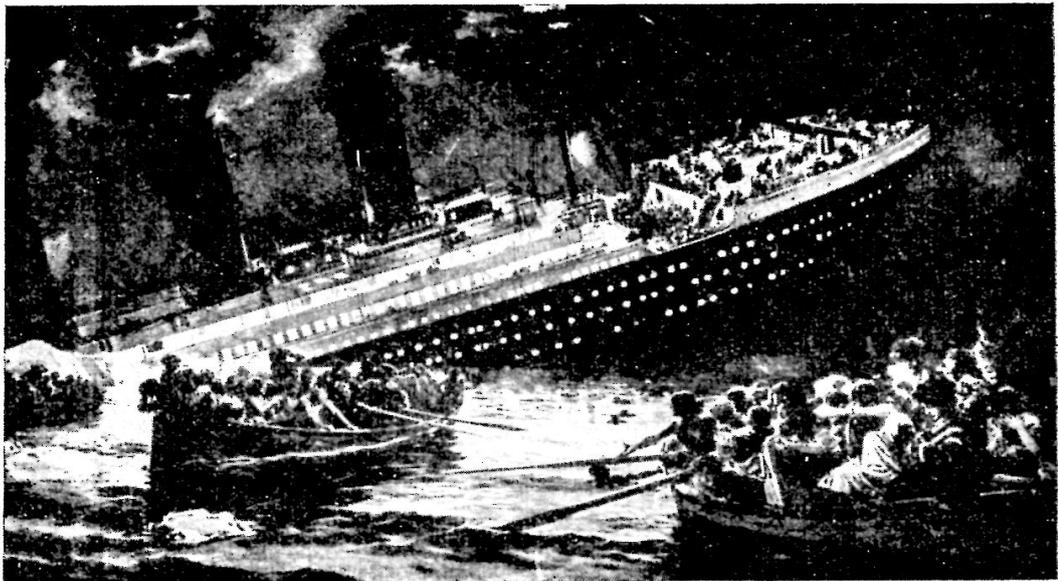


Photo Lecture pour Tous, 1912.

Fig. 1. — Le premier appel « S. O. S. » 15 avril 1912 à 0 h. 45.
S. O. S. M. G. Y. (*Titanic*) à M. K. C. (*Olympic*). 2 h. 17 le *Titanic* coule.

PRÉFACE

La Télégraphie sans fil a sauvé bien des vies humaines depuis son installation à bord des navires et des aéronefs. Ce fut d'abord et cela sera toujours son premier rôle La T. S. F. Salvatrice.

En avril 1912 le paquebot géant *Titanic* coulait à la suite d'un abordage avec un iceberg. Nous relatons dans l'avant propos ce naufrage qui causa une émotion mondiale et provoqua sous la pression de l'opinion publique la réunion d'une conférence à Londres.

De cette conférence sortit la convention de Londres pour la Sauvegarde de la Vie Humaine en mer, qui étendit la T. S. F. à tous les navires d'une jauge brute 1.600 tonneaux.

Nous avons là, la T. S. F. informatrice renseignant le commandant sur la sûreté de sa route.

Cependant la T. S. F. évolue sans cesse, d'informatrice (avis aux navigateurs ; signaux horaires ; météogrammes ; presse ; trafic commercial, etc.) elle devient directrice grâce à la Radiogoniométrie.

Une brume épaisse peut couvrir l'Atlantique Nord, le phare hertzien perce tous les brouillards, le cadre donne des radiogisements sûrs

Donnés à une grande cadence ils permettent d'amener sur l'aérodrome l'avion perdu dans la brume.

La T. S. F. explore le fond de la mer sous forme d'ultrasons ou détecte les icebergs ou autres épaves dérivant dans la nuit. L'aviateur l'utilise comme altimètre. Nous envisagerons donc l'emploi de la T. S. F. sous toutes ces formes comme auxiliaire de la navigation, en remarquant toutefois que les navigations maritime et aérienne sont fort différentes.

Le navire se déplace dans deux dimensions, il peut s'arrêter si besoin est.

L'avion se déplace dans trois dimensions, sa vitesse est la condition essentielle de sa sustentation.

Pour bien comprendre l'utilisation de la radiogoniométrie il est nécessaire de connaître des éléments de navigation pure, nous consacrerons un chapitre à cette étude ainsi qu'aux notions de météorologie utiles à la composition et au déchiffrement des météogrammes.

Les progrès de la Radiotechnique, branche Radiogoniométrie, sont très rapides, nous avons fait de notre mieux pour tenir cet ouvrage au courant des progrès récents de cette science passionnante entre toutes.

Notre tâche a été facilitée par l'accueil compréhensif des Sociétés étudiant ces questions depuis de nombreuses années.

Nous citerons : la Société Française Radioélectrique ; la Société S. A. D. I. R. ; la Société Le Matériel Téléphonique ; la Société Air-France ; la Société de condensation et d'applications mécaniques (S. C. A. M.) ; la Société S. A. R. A. M. ; Radio-Air.

Ainsi que les excellentes publications : *Toute la Radio* ; *La Radio Professionnelle* ; *L'Aviation Française* ; *Science et Vie*, qui nous ont autorisé à publier certains extraits d'articles et photographies.

Nous tenons à les en remercier toutes encore une fois.

Xavier REYNES.

AVANT-PROPOS

LA T. S. F. SALVATRICE. ⁽¹⁾ LE NAUFRAGE DU TITANIC

La radiotélégraphie ne fut rendue obligatoire à bord des navires au-dessus de 1.600 tonnes qu'à la suite du naufrage du *Titanic*. Ce naufrage provoqua la réunion de la *Conférence de Londres* en juillet 1912 dite *Conférence Internationale pour la Sauvegarde de la vie humaine en mer*.

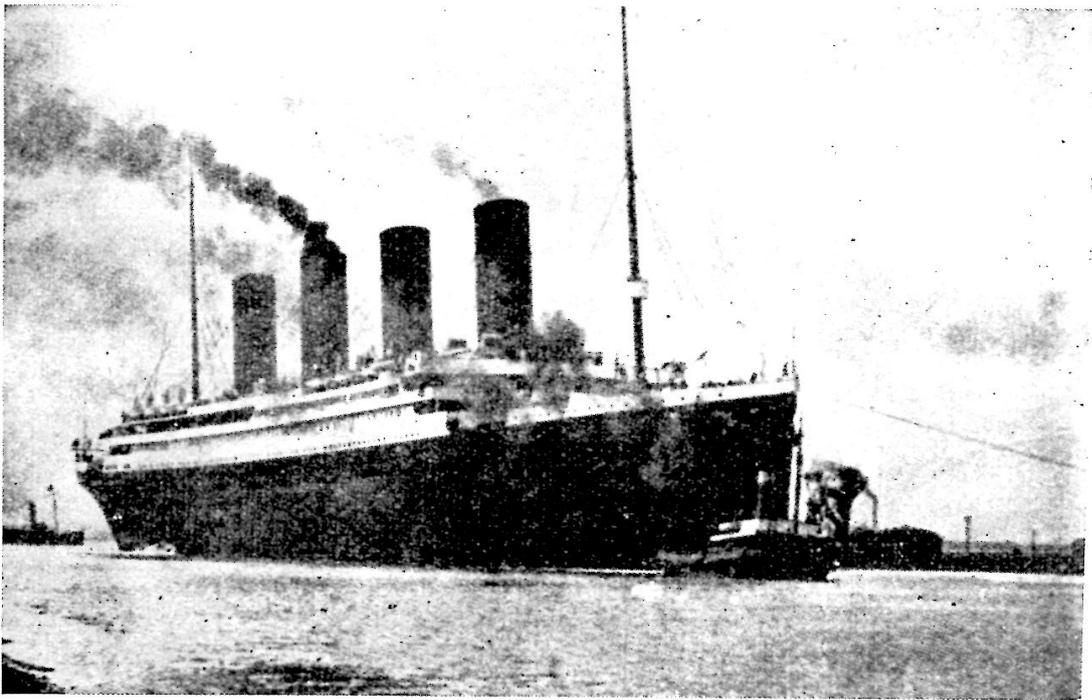


Photo Illustration, 1912.

Fig. 2. — Le transatlantique *Titanic* quittant Southampton.

Le rôle de la T. S. F. pendant le naufrage apparaît éclatant : 711 personnes lui doivent la vie et si un plus grand nombre de passagers ne furent pas sauvés, la responsable en était la législation maritime anglaise de l'époque qui n'obligeait les navires à n'avoir les embarcations de sauvetage que pour le tiers des personnes embarquées.

(1) *Q. S. T. Français et Radioélectricité réunis*, n° 31, octobre 1926, par le commandant X.

Le Titanic. — Tonnage brut, 46.323 tonneaux ; tonnage net, 21.831 tonneaux ; déplacement, 52.310 tonnes ; tirant d'eau, 10 m. 54. Longueur, 260 mètres ; largeur, 28 m. 19 ; creux, 19 m. 73. Les machines comprenaient deux machines alternatives latérales et une turbine centrale ; puissance 50.000 CV. Il y avait 29 chaudières dont 24 doubles timbrées à 15 kilos, contenues dans 6 compartiments étanches.

Le *Titanic* avait 15 cloisons étanches et pouvait rester à flot avec 4 compartiments envahis. L'installation électrique se composait de 4 dynamos de 400 KWS chacune, placées dans un compartiment étanche séparé. La tension était de 100 volts. L'éclairage électrique était assuré par 10.000 lampes. Les groupes de secours étaient de 30 KWS dans un compartiment séparé.

Le poste de T. S. F. à éclateur tube plateau d'une puissance de 5 KWS se trouvait sur le pont des embarcations dans une cabine sourde près de la passerelle. Une batterie d'accumulateurs servait de secours. Le chef de poste J.-G. PHILLIPPS était âgé de 24 ans. Le second opérateur HAROLD BRIDE était âgé de 22 ans.

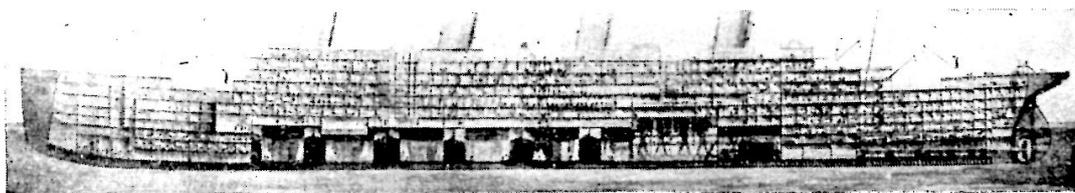


Photo Illustration, 1912.

Fig. 3. — Coupe longitudinale du paquebot *Titanic* de la White Star Line. I H

Pour son premier voyage, le *Titanic* avait à bord :

Personnel pont 66. Personnel machine 325. Personnel restaurant 494, soit 885 personnes dont le commandant Charles Smith.

Passagers, première classe, hommes : 180 ; femmes : 145.

Passagers deuxième classe, hommes : 179 ; femmes : 106.

Passagers troisième classe, hommes : 510 ; femmes : 196. Soit 1.316 personnes dont 109 enfants au total 2201 personnes à bord.

La route suivie. — La route suivie du 15 janvier au 15 août était l'orthodromie ou arc de grand cercle entre le phare de Fastnet et un point par 42° de latitude nord et 47° de longitude ouest, ensuite un arc de loxodromie de ce point au bateau feu de Nantucket Shoat à l'entrée de New-York. Le point de changement de route s'appelle le point tournant.

Rôle de la T. S. F. — A cette époque de nombreux navires étaient équipés de la T. S. F.

Le 14 avril 1912 à 9 heures du matin le *Titanic* recevait du vapeur *Coronia* le message suivant : « Capitaine Titanic ». Vapeurs allant à

l'ouest signalent icebergs, growlers et champs de glace par 42° de latitude nord, du 49° au 51° de longitude ouest 12 avril, compliments. Barr.

Le *Titanic* accusa réception, il se trouvait par 43°55'N et 43°50'W (ouest). Au début de l'après-midi nouveau message du *Baltic* : « Capitaine Smith Titanic ». Depuis départ avons eu vents variables et modérés et beau temps. Vapeur grec *Athénaï* signale passage icebergs et grande quantité de glace aujourd'hui par latitude 41°51' nord et longitude 49°52' ouest. La nuit dernière avons communiqué avec vapeur allemand pétrolier *Deutschland* allant de Stettin à Philadelphie ne pouvant plus se diriger à court de charbon latitude 40°42' nord longitude 55°11' ouest, désire être signalé à New-York et à autres vapeurs, vous souhaite ainsi qu'au *Titanic* tout succès. Commandant du *Baltic*.

Un autre message passé du *Californian* à l'*Antillian* vers 19 h. 30 fut communiqué à la passerelle « Au capitaine *Antillian* ».

6 h. 30 soir, temps apparent du navire latitude 42°03'N, longitude 49°09'W trois grands icebergs à 5 milles de nous au sud, salutations. Lord.

A 21 h. 40 dernier message du *Mesoba* au *Titanic* et à tous navires allant vers l'est. Glaces signalées latitude 42° à 41°51'N, longitude 49° à 50°30'W avons vu quantités grosses masses de packice (champ busd.) et grand nombre de grands icebergs, champs de glace également. Temps beau et clair. Cependant ce message n'a pas été communiqué à la passerelle, l'opérateur de quart ayant de très nombreux messages privés à passer au Cap Race.

L'accident. — Les officiers et le commandant connaissaient la présence des glaces dans les parages. Le commandant monta sur la passerelle et s'en entretint avec l'officier de quart, il constata que grâce à la clarté du ciel et au calme plat de la mer une certaine quantité de lumière rendrait l'approche de l'iceberg visible. Il ajouta : « Si la situation devient tant soit peu douteuse prévenez-moi immédiatement, vous me trouverez à l'arrière. »

L'officier de quart ordonna aux hommes de vigie une extrême vigilance au sujet des glaces.

Depuis 17 h. 50 le *Titanic* a changé de route et mis le cap sur New-York. A 22 heures Mr Lightoller est relevé par Mr Murdoch. Les consignes sont transmises.

Un peu avant 23 h. 40, la vigie du nid de pie frappa trois coups de gong pour annoncer « un iceberg droit devant nous ». Au même instant Mr Murdoch donna l'ordre « A gauche toute » et télégraphia aux machines « Stop. en arrière à toute vitesse ». La barre était déjà toute et le cap du navire avait tourné d'environ deux quarts sur la gauche quand il entra en collision avec un iceberg d'environ 90 pieds de haut (30 mètres) en avant sur son côté tribord.

M. Murdoch manœuvra au même moment le levier de fermeture des cloisons étanches.

Quelques instants après le capitaine arrivait sur la passerelle. M. Mur-

doch lui dit : « Nous avons touché un iceberg, Monsieur. J'ai fait mettre la barre à gauche toute et renverser la marche. J'allais faire mettre la

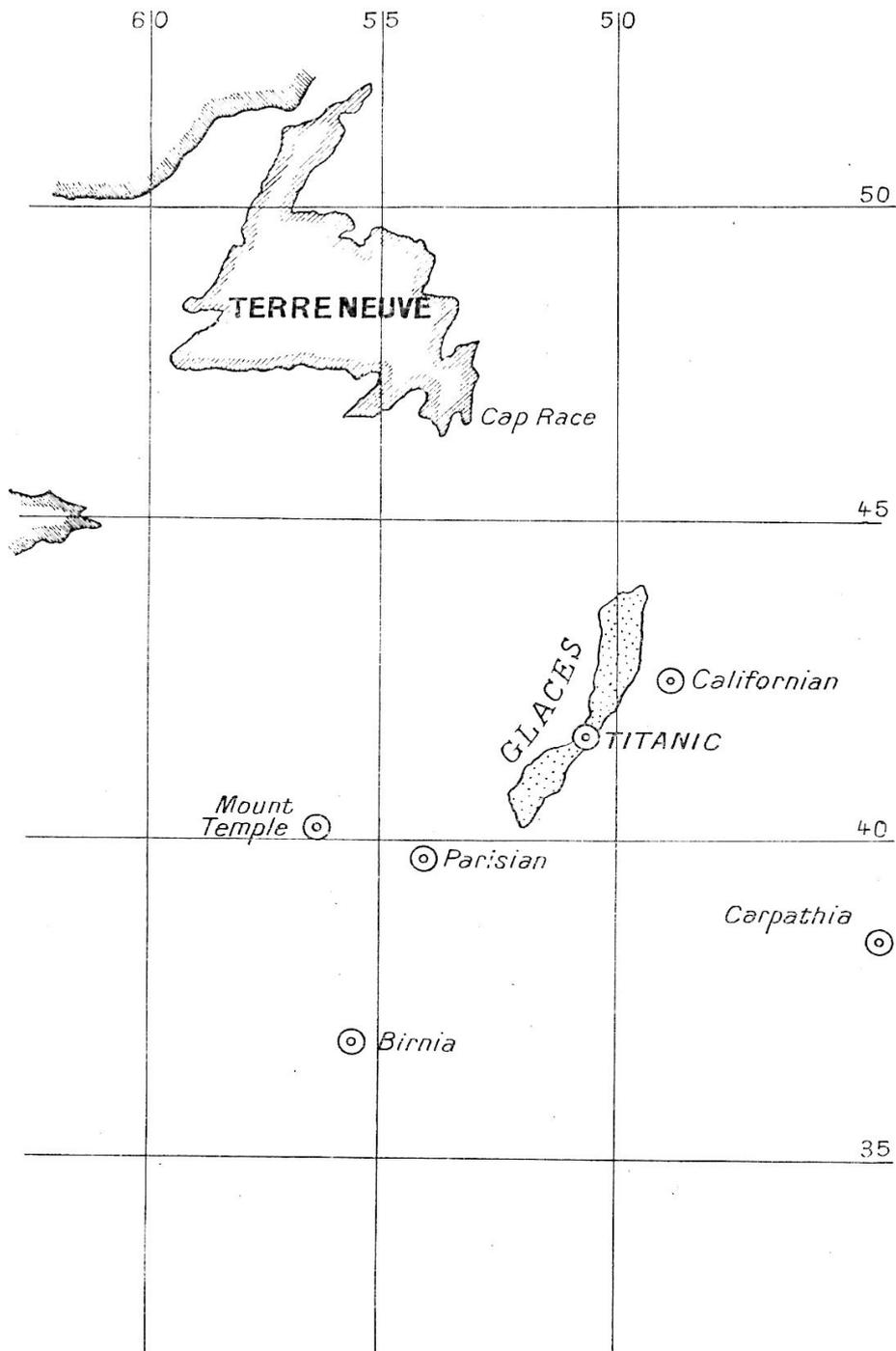


Fig. 4. — Carte de l'Atlantique Nord donnant la position où coula le *Titanic*.

barre à droite toute pour éviter l'iceberg mais nous étions trop près. Je n'ai pu faire davantage. J'ai fermé les cloisons étanches. »

L'iceberg était à moins de 500 mètres du *Titanic*.

La T. S. F. pendant le naufrage. — Au poste de T. S. F. Philipps est de quart. Le choc léger réveille Bride qui avait promis à Philipps de le relever avant minuit. La conversation s'engage entre Philipps et Bride, la transmission des radiotélégrammes au Cap Race et la raison du choc. A ce moment le capitaine Smith entre dans le poste et ordonne d'envoyer le signal de détresse. Il y a un quart d'heure que la collision s'est produite lorsque Philipps lance l'appel de détresse.

CQD de MGY (MGY indicatif du Titanic).

00 h. 15. La *Provence* reçoit les signaux de détresse du *Titanic*.

00 h. 15. Mount-Temple entend *Titanic* lancer CQD 41°46'N 50°24'W.

00 h. 15. Cap Race entend *Titanic* lancer CQD 41°44'N 50°24'W.

00 h. 25. *Carpathia* reçoit CQD. Venez immédiatement, avons touché un iceberg. CQDOM position 41°46'N 50°14'W.

00 h. 25. Cap Race entend *Titanic* passer position corrigée.

00 h. 26. MGY passe CQD position corrigée 41°46'N 50°14'W. Réclame secours immédiat, avons collision avec un iceberg. Ne pouvons rien entendre par suite bruit vapeur.

00 h. 30. *Titanic* indique sa position au *Frankfurt* et ajoute « dites à votre capitaine venir à notre secours, sommes sur glace.

00 h. 26. DKF (*Prinz Friedrich Wilhelm*) appelle MGY et indique position à 12 heures matin 39°47'N 50°10'W MGY dit « venez-vous à notre secours » DFT dit (*Frankfurt*) « Qu'y a-t-il » MGY « Avons collision avec un iceberg, coulons, veuillez dire capitaine de venir ». DFT dit : « OK dirai ».

00 h. 45. **Titanic lance SOS à Olympic.**

00 h. 53. *Caronia* à MCB (*Baltic*) SOS MGY CQD à 41°46'N 50°14'W désire secours immédiat.

01 h. 10. *Titanic* à MKC *Olympic* « Capitaine dit préparez vos embarcations. Quelle est votre position ».

01 h. 20. *Virginian* entend MCE Cap Race informer MGY que nous allons à son secours, notre position 170 milles nord du *Titanic*.

01 h. 25. *Olympic* indique position à *Titanic* à 4 h. 24 matin TMG 40°42'N 61°18'W. Virez-vous au sud pour nous rencontrer. *Titanic* répond : « Faisons monter les femmes dans les embarcations. »

01 h. 30. *Titanic* à *Olympic*. « Faisons monter les passagers dans les petites embarcations. »

01 h. 35. *Olympic* à *Titanic* : « Quel temps. » *Titanic* répond : « Clair et calme. »

01 h. 35. *Baltic* entend *Titanic* dire : « Eau envahit chambre des machines. »

01 h. 35. Mount-Temple entend DFT *Frankfurt* demander : « Y a-t-il déjà des embarcations autour de vous. » Pas de réponse.

01 h. 37. *Baltic* à *Titanic* : « Faisons toute vitesse sur vous. »

01 h. 40. *Olympic* à *Titanic* : « Active toutes chaudières possibles aussi vite que je puis. »

01 h. 45. Dernières communications du *Titanic* reçues par le *Carpathia* : « Chambre machines envahie par l'eau jusqu'aux chaudières. »

01 h. 47. *Caronia* entend MGY communications incompréhensibles.

01 h. 48. *Asian* entend MGY lancer SOS et répond à MGY sans réponse.

02 h. 000. *Virginian* entend *Titanic* très faiblement, sa force étant très réduite.

02 h. 17. *Virginian* entend *Titanic* appeler CQ mais ne peut comprendre. Les signaux du *Titanic* cessent très brusquement comme si la force s'arrêtait soudain, son étincelle plutôt irrégulière, appelé MGY et suggéré qu'il utilise sa batterie de secours. Pas de réponse.

02 h. 20. Le *Titanic* ne répond plus aux appels.

Il n'y eut aucune panique à bord, de nombreux actes d'héroïsme.

La fin du Titanic. — Le navire coule par l'avant. Les deux opérateurs sont restés à leur poste. Le capitaine Smith apparaît à la porte du poste et donne aux deux opérateurs l'ordre d'évacuer. Encore une fois Philipps et Bride vont essayer de lancer un appel de détresse, c'est trop tard. C'est tout juste s'ils ont le temps de franchir le bord. Bride est capté par une embarcation qui se retourne, il est blessé, tire quelques brasses, voit à côté de lui s'enfoncer verticale la masse du *Titanic*. On le recueille dans une embarcation, ainsi que Phillipps qui meurt congestionné par le froid.

LA RADIO DANS LA NAVIGATION

CHAPITRE I

NAVIGATION-MÉTÉOROLOGIE

I. NAVIGATION

Avant de commencer l'étude de la radiogoniométrie et des applications de la T. S. F. à la navigation il est nécessaire de posséder les éléments de navigation indispensables à l'utilisation des angles et lectures faites sur les appareils radioélectriques employés pendant la navigation.

But de la navigation. — Le but de la navigation est d'aller d'un point à un autre sur la surface terrestre en utilisant une route déterminée.

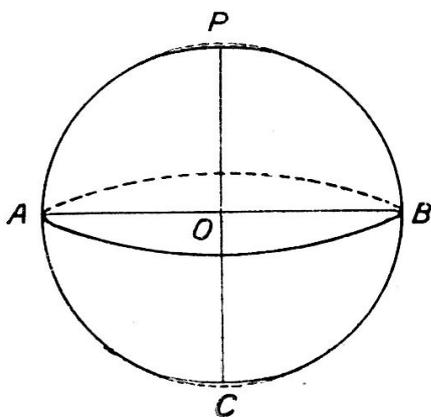


Fig. 5. — Forme de la Terre.

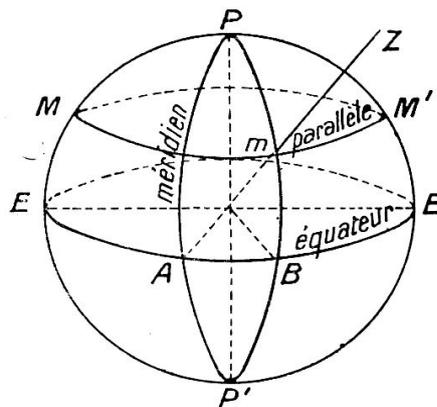


Fig. 6. — Parallèles et méridiens terrestres.

Cette route peut être la plus courte, c'est la route orthodromique, ou en suivant un cap au compas constant, c'est la route loxodromique.

La navigation est basée sur l'usage des cartes, nous allons donc étudier celles-ci et revoir quelques notions de géographie, ensuite nous verrons comment suivre l'angle de route avec le compas.

Forme de la terre. — La terre a la forme d'un ellipsoïde de révolution aplati aux pôles (volume engendré par une ellipse tournant autour de son petit axe).

L'aplatissement est de $1/297$ aux pôles, donc très faible.

La longueur du demi-grand axe OA est de 6.378.388 mètres.

La longueur du demi-petit axe OD est de 6.356.912 mètres.

La forme qu'affecte le sphéroïde terrestre est due à l'action de la force centrifuge qui dans l'hypothèse de la fluidité primitive a produit le renflement équatorial.

Coordonnées géographiques. ⁽¹⁾ — On appelle ligne des pôles terrestres le diamètre $M'PP'$ autour duquel la terre effectue sa révolution diurne. Ses deux extrémités sont le pôle boréal ou Nord et le pôle austral ou Sud. (fig. 6)

Le grand cercle EE' perpendiculaire à la ligne des pôles s'appelle l'équateur terrestre, les petits cercles MM' les parallèles.

Les grands cercles menés par la ligne des pôles PP' de même que les plans qui les contiennent sont appelés les méridiens terrestres.

Longitude et latitude géographique. — La longitude d'un point m de la terre est l'angle que fait son méridien PmP' avec un premier méridien choisi PAP' on la compte de 0° à 180° de part et d'autre du premier méridien, elle est dite ouest ou est suivant que le point m est à l'ouest ou à l'est de ce méridien. Le premier méridien utilisé universellement est le méridien de Greenwich. Toulouse se trouve à longitude $G = 1^\circ 22' 29'' E$ du méridien de Greenwich (poste aéro-radio).

La latitude du point m est l'angle que fait la verticale mZ de ce point avec le plan de l'équateur, elle se compte de 0° à 90° et peut être nord ou sud.

Toulouse se trouve à latitude $L = 43^\circ 32' 34'' N$ (poste aéro-radio)

Mesure de la latitude. — La latitude d'un point est égale à la hauteur du pôle au-dessus de l'horizon de ce point. En effet, d'une part la verticale du lieu est perpendiculaire au plan de l'horizon du lieu, d'autre part la ligne des pôles est perpendiculaire au plan de l'équateur. La latitude est donc égale à l'angle que fait la ligne des pôles avec l'horizon c'est-à-dire à la hauteur du pôle.

Mesure de la longitude. — La longitude G d'un lieu s'obtient en déterminant le temps sidéral h qui s'écoule entre les passages d'une même étoile au méridien du lieu et au premier méridien, ce temps étant converti en angle à raison de 360° par 24 heures.

h est le temps dont l'étoile tourne en vertu du mouvement diurne d'un angle égal à la longitude G on a $G = 360 \times \frac{h}{24}$. Tout revient à déterminer le temps h . Il suffit pour cela de comparer les heures sidérales des deux lieux au même instant, les horloges sidérales étant réglées sur le passage d'une même étoile aux deux méridiens.

La comparaison des heures s'est faite longtemps au moyen d'un signal instantané visible de ces deux points ou par l'observation d'un phénomène déterminé.

(1) Cinématique-Statique-Cosmographie, par Jacquet, Librairie Hachette.

Aujourd'hui l'emploi des signaux radiotélégraphiques résoud simplement la question.

Mille marin. — C'est la longueur d'un arc de 1' (une minute) du méridien terrestre.

Le quart d'un méridien contient 90×60 et sa longueur est 10.000 kilomètres. On a

$$1 \text{ mille} = \frac{10.000}{90 \times 60} = 1 \text{ km. } 852 = 1.852 \text{ mètres}$$

Une lieue marine vaut 3 milles marins ou 5.556 mètres.

Une encâblure vaut $\frac{1}{10}$ de mille marin ou 185 mètres.

Nœud. — Le nœud est la 120^e partie du mille

$$\text{un nœud} = \frac{1.852}{120} = 15 \text{ m. } 43.$$

Un navire qui file 10 nœuds fait 10 milles à l'heure. Un navire qui file 30 nœuds fait 30 milles à l'heure.

Cartes

Une carte géographique est la représentation sur un plan d'une portion plus ou moins grande de la surface terrestre. Le problème consiste à représenter sur une surface plane une surface sphérique avec le minimum de déformations. Les méthodes utilisées se divisent en deux catégories :

1^o Les méthodes des projections qui conviennent principalement aux constructions des mappemondes, les projections orthographiques et stéréographiques.

2^o Les méthodes de développement employées pour l'exécution des cartes de régions limitées.

Développement de Mercator. — Le développement de Mercator est une modification du développement cylindrique. (fig. 7)

Dans le développement cylindrique, on voit que les arcs décroissants AB, A'B', A''B'' sont représentés sur le canevas par des longueurs égales, il en résulte des déformations sensibles lorsque l'on s'écarte de l'équateur.

Dans le développement de Mercator les méridiens équidistants sont représentés par des droites parallèles équidistantes et perpendiculaires au développement de l'équateur, tandis que des parallèles équidistants de la surface terrestre sont figurés sur le canevas par des perpendiculaires aux développements des méridiens, la distance entre deux perpendiculaires consécutives allant en augmentant avec la latitude. Les surfaces se dilatent à mesure que l'on s'écarte de l'équateur.

Le plus court chemin d'un point M à un autre point N sur la surface sphérique des mers est l'arc de grand cercle qui joint ces deux points M et N mais cet arc de grand cercle coupant les méridiens sous des arcs différents, il faudrait constamment changer la route donnée au navire.

La loxodromie est une courbe qui coupe les méridiens sous le même angle dans le développement de Mercator, cette courbe est figurée par la droite qui joint les deux points M' et N'.

Il résulte de tout ceci que : 1° les loxodromies sont représentées par des droites ; 2° les angles tracés sur la sphère terrestre sont conservés sur la carte.

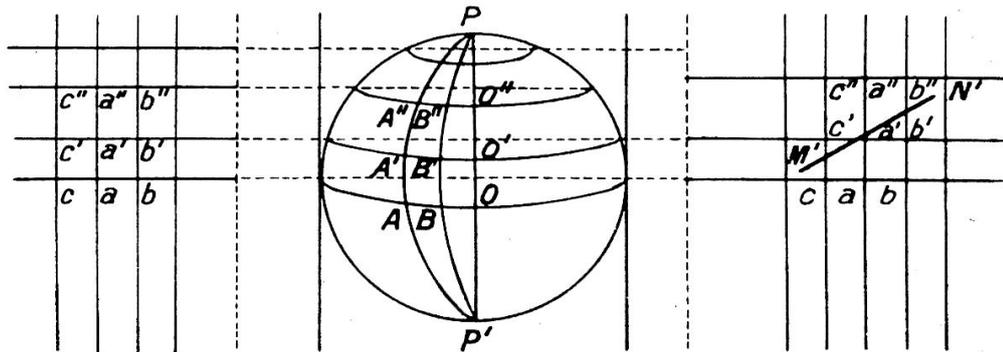


Fig. 7. — Principe de la projection cylindrique et de la projection de Mercator.

Minute de longitude et de latitude. — La minute de longitude est partout représentée par la même longueur.

Elle ne peut servir à mesurer une distance, elle n'indique qu'une différence de longitude.

Il n'en est pas de même pour la latitude, l'échelle de la carte est constante tout le long de l'équateur ou d'un même parallèle, mais elle varie avec le parallèle, l'échelle d'un parallèle quelconque est égale à l'échelle le long de l'équateur multipliée par $\frac{1}{\cos \varphi}$ à la latitude φ .

La graduation de l'échelle des latitudes servira donc à mesurer les distances en ayant soin de prendre l'unité de longueur à la latitude considérée, soit la minute de latitude ou le degré.

Cartes aéronautiques. — Les cartes générales aéronautiques sont des projections de Mercator dont chaque feuille embrasse 18° en longitude et 12° en latitude, chaque degré est représenté par une longueur de 3 centimètres, l'échelle de la carte est donc $\frac{1}{2.500.000}$, elles sont graduées en milles marins et en kilomètres. Ce sont des cartes de navigation pure. On y trouve des indications sur le relief, les voies ferrées, les routes principales, cours d'eau et déclinaison magnétique.

La carte normale aéronautique embrasse 1° de latitude et 1° de longitude, l'échelle est au $\frac{1}{200.000}$, c'est une carte de repérage du sol.

Cartes marines. — Les cartes marines se divisent en cartes routières ou cartes à petits points qui représentent une grande étendue (voir le

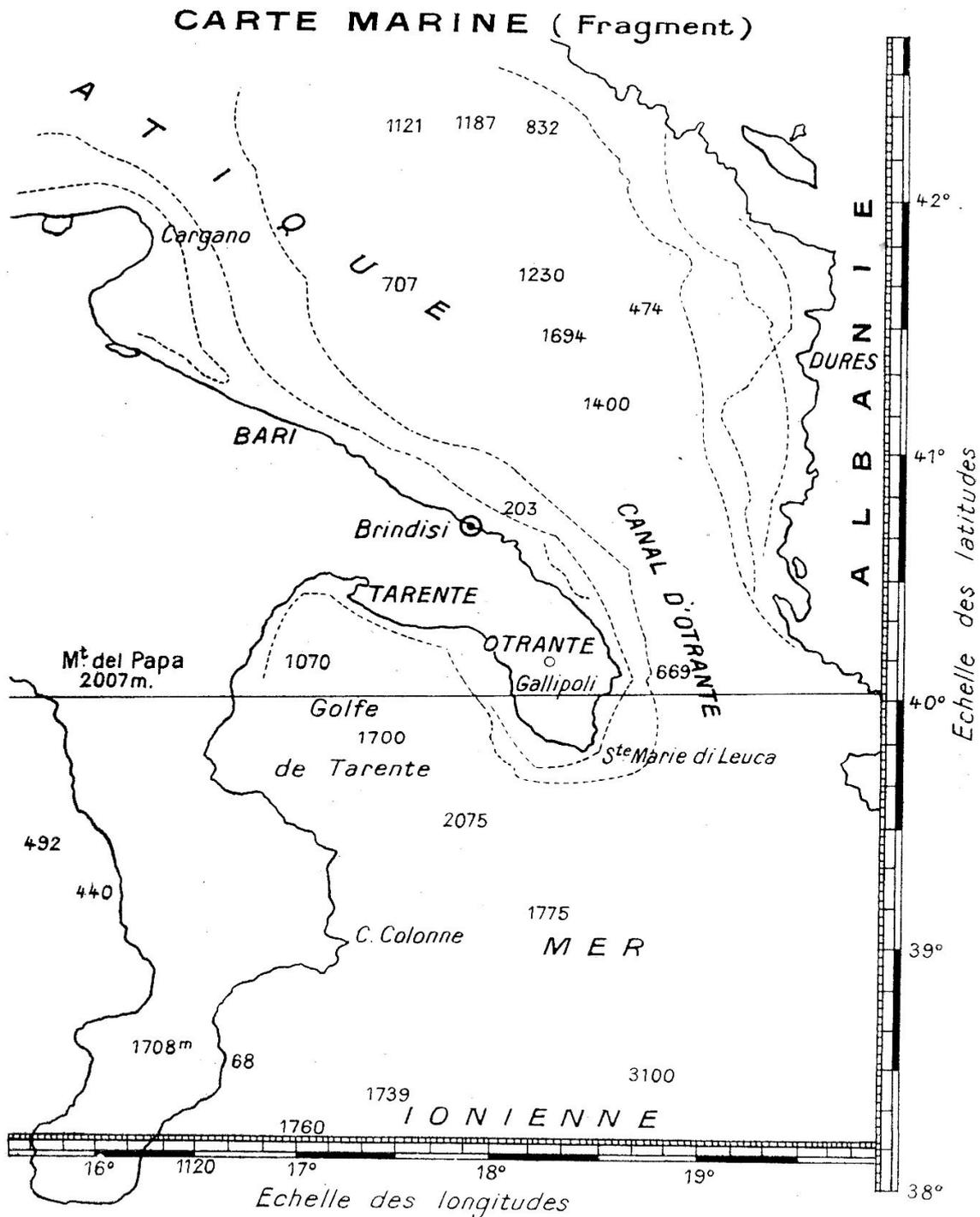


Fig. 8.

fragment de la carte marine bassin occidental de la Méditerranée Canal d'Otrante).

Les cartes à grands points où cartes d'atterrissage.

Les cartes particulières pour la navigation côtière et le pilotage des côtes.

Les plans représentant le détail des ports et entrées de rivière servant pour les mouillages.

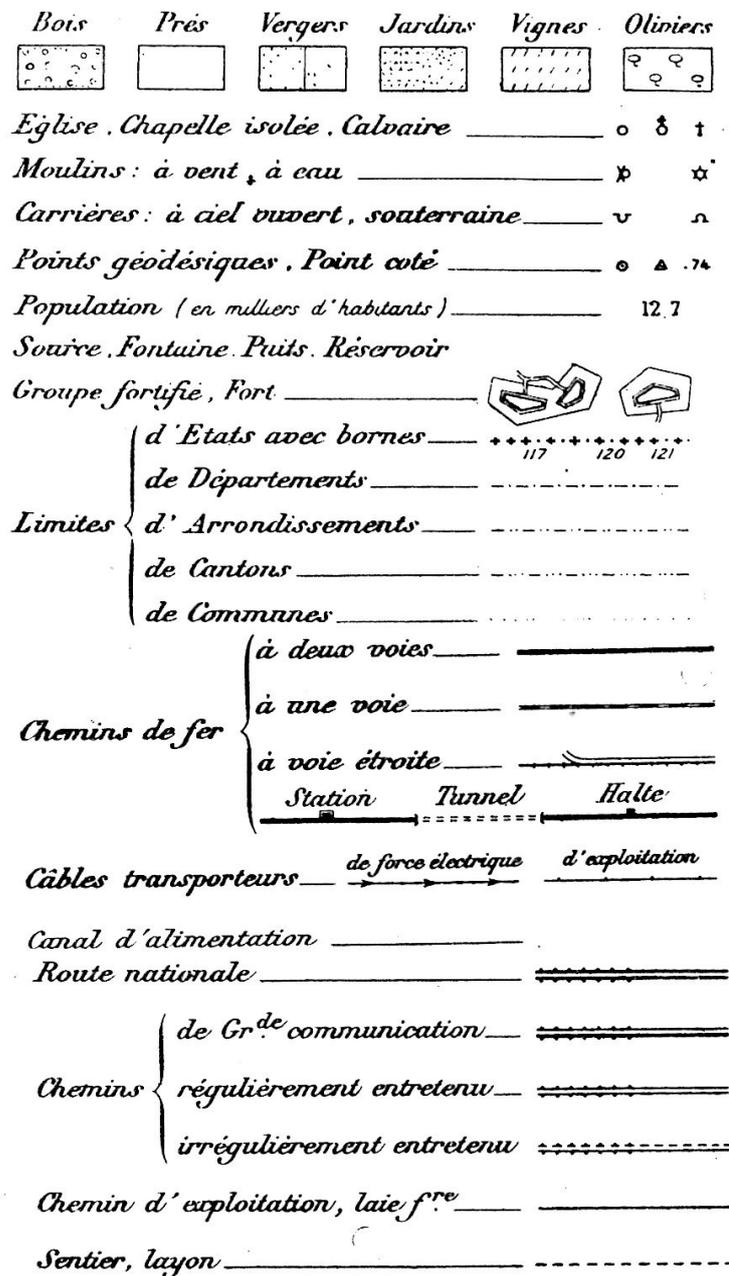


Fig. 9. — Signes utilisés sur les cartes d'état-major.

Cartes d'État-Major. — Les cartes d'État-Major sont à l'échelle de $\frac{1}{80.000}$, elles ne peuvent servir pour le tracé des routes ou des relèvements n'étant pas du système Mercator, on y trouve des renseignements intéressants. Ces cartes peuvent cependant servir pour le tracé des angles sur des petites distances seulement où la courbure de la terre n'entre pas en jeu.

Tracé d'une route loxodromique. — Le tracé d'une route se fait très simplement sur une carte de Mercator en joignant le point de départ au point d'arrivée (*Route loxodromique*), l'angle de route est lu sur un rapporteur dont le zéro est placé directement sur un méridien de la carte.

Nous avons ainsi une route loxodromique mais ce n'est pas la route la plus courte. La route la plus courte est la *route orthodromique*, suivant l'arc de grand cercle, des cartes ou des calques spéciaux ont été imaginés pour le tracé de ces routes.

Cet arc de grand cercle nous intéresse tout particulièrement, car tout radiogisement obtenu est justement un arc de grand cercle.

Une route orthodromique est caractérisée par son *vertex* ou point de *latitude maximum*.

Si nous considérons la figure ci-contre, nous voyons un arc de grand cercle AB avec son vertex nord V et son vertex sud V'. Le vertex nord est à l'antipode du vertex sud.

Le gain peut être considérable, supposons que nous devons aller d'un point situé par $L = 35^\circ S$ et $G = 120^\circ E$ côte de l'Australie, à un autre point par $L = 35^\circ S$, $G = 60^\circ W$ près de Buenos-Aires, points de même latitude sud, longueur d'un demi-méridien, soit

$$180 \times 60 = 10.800 \text{ milles}$$

la distance loxodromique sera

$$\begin{aligned} 10.800 \times \cos 35^\circ &= 10.800 \times 0,81915 \\ &= 8.847 \text{ milles.} \end{aligned}$$

L'arc CP' est le double de la colatitude commune aux deux points, soit $2 \times 55^\circ = 110^\circ$.

La longueur de l'orthodromie sera de $110 \times 60 = 6.600$ milles, soit un gain de $8.847 - 6.600 = 2.187$ milles, soit près de 25 %.

Il n'est pas toujours possible à un navire de suivre exactement l'orthodromie, soit qu'il en soit empêché en remontant trop au nord ou en descendant au sud, il peut trouver la banquise, ou pour tout autre raison, l'arc de grand cercle sur la ligne Havre-New-York passe à travers l'île de Terre-Neuve.

Il n'en est pas de même pour l'avion qui peut passer par-dessus tous les obstacles.

Le principal inconvénient de la route orthodromique est le changement fréquent de l'angle de route.

En voici un exemple, supposons que nous devons aller d'un point situé près du Cap Hatteras $L = 35^\circ N$, $G = 80^\circ W$ à l'embouchure de la Gironde $L' = 45^\circ 40' N$, $G = 5^\circ 40' W$.

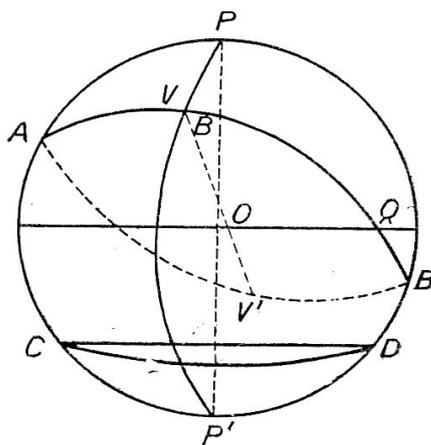


Fig. 10. — Navigation par l'arc de grand cercle : V vertex supérieur, V' vertex inférieur.

La distance loxodromique est 3.448 milles, la distance orthodromique 3.336 milles, soit un gain de 112 milles.

Il faudra changer 12 fois de route en parcourant des tronçons de 300 milles, ces routes sont : N 55 E — N 57 E — N 61 E — N 65 E — N 69 E — N 74 E — N 79 E — N 84 E (point tournant situé par 29°W et 48°N) — S 84 E — S 79 E — S 74 E — S 73 E.

L'on conçoit facilement que le calcul de ces diverses routes soit fastidieux, il existe de nombreuses cartes ou calques spéciaux, qui permettent de les trouver rapidement.

Tracé d'une route Orthodromique. Cartes spéciales. Projection gnomonique. — Les cartes gnomoniques sont les représentations partielles du globe terrestre que l'on suppose sphérique. Les divers points de la surface sont représentés par leur projection où intersection du rayon passant par le point projeté avec le plan tangent choisi ; la surface du globe est déformée, mais tout grand cercle étant un plan passant par le centre du globe a pour intersection avec le plan de projection, une ligne droite qui est sur la carte gnomonique le grand cercle à suivre.

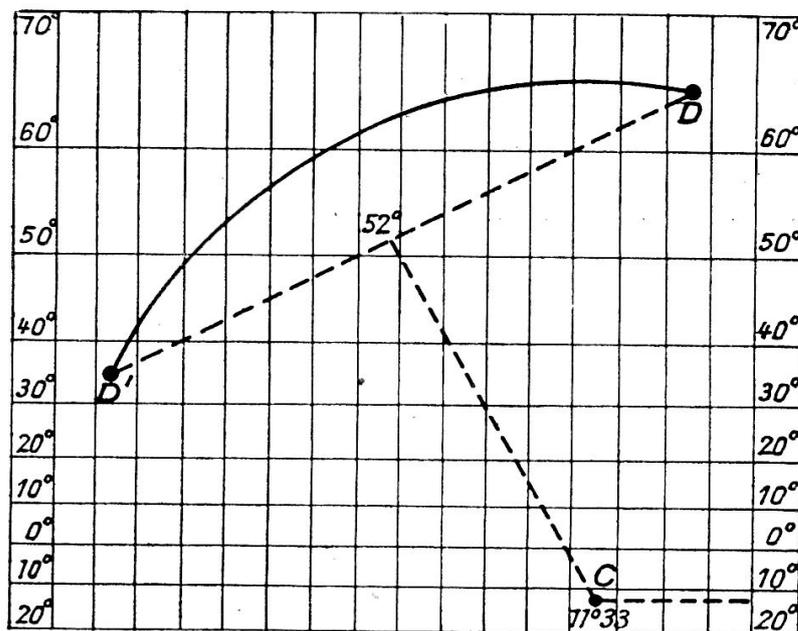


Fig. 10 A. — Extrait de « La navigation sans logarithmes » de S. de Neufville. Sociétés d'Éditions Géographiques à Paris.

Tracé de l'Arc de grand cercle sur une carte de Mercator. — Ce tracé est dû à la méthode Airy que nous relevons dans l'excellent livre de M. S. de Neufville, « La navigation sans logarithmes » de la Société d'éditions géographiques et coloniales.

Cette méthode exige la possession d'une carte de Mercator représentant de grandes étendues océaniques, soit par exemple l'Atlantique Nord et Sud. L'océan Indien ou l'Océan Pacifique.

On peut aussi tracer directement l'arc de grand cercle sur la carte de Mercator, qu'il est facile de décomposer par exemple en tronçons de 300 milles marins chacun et de lire la route à suivre directement sur la carte de Mercator avec un rapporteur.

On peut lire également le vertex ou point extrême de latitude nord ou sud et se rendre compte si le mobile (navire ou aéronef) peut atteindre cette latitude à cause des glaces ou des terres australes ou boréales.

Mode opératoire. Joindre les points de partance et d'arrivée par une droite et du milieu de celle-ci, abaisser une perpendiculaire vers l'équateur en notant la latitude de ce milieu. Ici 52°.

Trouver dans la table le parallèle correspondant à cette latitude par le travers de DD' et par le point C intersection de la perpendiculaire menée à DD' et du parallèle correspondant donné par la table comme centre, décrire un cercle passant par le point de partance D et le point de destination D' qui est la route approchée à suivre.

Le point C correspond à 11°33' de latitude Sud (Table ci-dessous).

*Table pour tracer sur une carte de Mercator
une route suivant un arc de grand cercle*

| Lat. du travers | Parallèle correspondant | Lat. du travers | Parallèle correspondant | Lat. du travers | Parallèle correspondant |
|--------------------|----------------------------|--------------------|----------------------------|--------------------|----------------------------|
| 20° | 82°13' | 44° | 31°38' | 58° | 4°00' |
| 22° | 78°16' | 46° | 26°42' | 60° | 9°15' |
| 24° | 74°59' | 48° | 21°42' | 62° | 14°32' |
| 26° | 71°26' | 50° | 16°39' | 64° | 19°50' |
| 28° | 67°38' | 52° | 11°33' | 66° | 25°09' |
| 30° | 63°37' | 54° | 6°24' | 68° | 30°30' |
| 32° | 59°25' | 56° | 1°13' | 70° | 35°52' |
| 34° | 55°05' | | | 72° | 41°14' |
| 36° | 50°36' | | | 74° | 46°37' |
| 38° | 46°00' | | | 76° | 52°01' |
| 40° | 41°18' | | | 78° | 57°25' |
| 42° | 36°31' | | | 80° | 62°52' |

Extrait de « La navigation sans logarithmes » de P. de Neufville. Société d'Éditions géographiques à Paris.

Nous croyons également utile de publier un abaque des distances terrestres pour arc de grand cercle dû à M. d'Ocagne que nous relevons dans le 3^e livre Memento Tungram. Éditions Crespin.

Cet abaque est tiré de la formule

$$2 \cos C = [1 + \cos (b - b')] \cos (a - a') - [1 - \cos (b - b')] \cos (a + a')$$

Il permet de mesurer rapidement la distance entre deux points terrestres, par exemple une station radiogoniométrique et un émetteur relevé.

Au croisement D de la différence de longitude C et de la différence de latitude E, on fait passer une droite partant de la somme des lati-

tudes A qui aboutit en B. B indique l'arc de grand cercle en degrés. La distance kilométrique se lit sur l'échelle de conversion.

L'arc de grand cercle B a une longueur de $47^{\circ}30'$ soit 5.250 kilomètres sur l'exemple choisi.

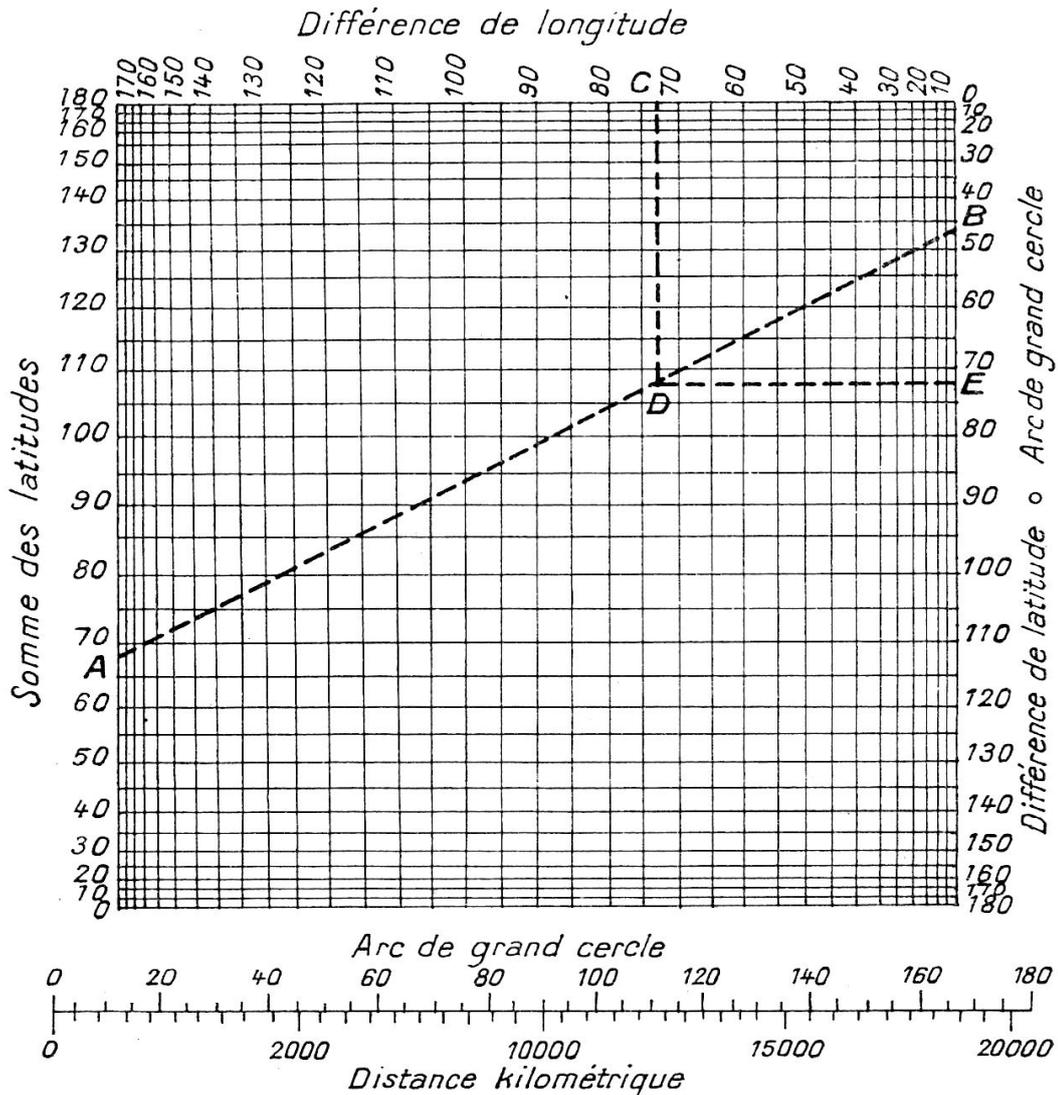


Fig. 10 B. — Extrait du memento Tungstram 1946, 3^e volume. Éditions Crespin, Paris.

Cartes Hilleret. — Les projections gnomoniques Hilleret sont faites sur un plan parallèle à la ligne des pôles et tangent au globe en un point équatorial. Il y a trois cartes Hilleret (Océan Atlantique, Océan Indien, Océan Pacifique). Pour tracer la route il suffit de porter du point de départ A une ligne au point d'arrivée B et de lire directement le vertex sur la carte.

Pour connaître l'angle loxodromique correspondant à chaque tronçon, le cartouche de la carte porte un fragment de carte marine constitué d'une simple bande verticale large de 10 degrés et dont les flancs portent des graduations en latitudes croissantes à l'échelle fournie par la base de la bande.

Il suffit de porter alternativement sur l'un et l'autre flanc les valeurs des latitudes lues directement sur ces bandes, les angles mesurés au rapporteur donnent les angles de route de chaque tronçon.

Cartes Gernez. — Les projections gnomoniques Gernez sont faites sur un plan parallèle à l'équateur et tangent au globe en l'un ou l'autre pôle. Les méridiens du globe sont représentés par des rayons émanant tous du même point de la carte qui figure l'image du pôle et leurs angles respectifs sont conservés. Il y a deux cartes pour chaque Océan. L'une pour sa partie nord l'autre pour sa partie sud. Chaque carte ne comprend qu'un secteur d'angle plus ou moins considérable 115° pour l'Atlantique Nord, 150° pour l'Océan Pacifique Nord.

Les déformations sont très grandes.

Calques Favé pour le tracé de l'orthodromie sur les cartes de Mercator.

— Les calques Favé, imaginés en 1912 par le savant hydrographe Favé, se composent d'une série de grands cercles dont les vertex, sont régulièrement échelonnés sur un même mé-

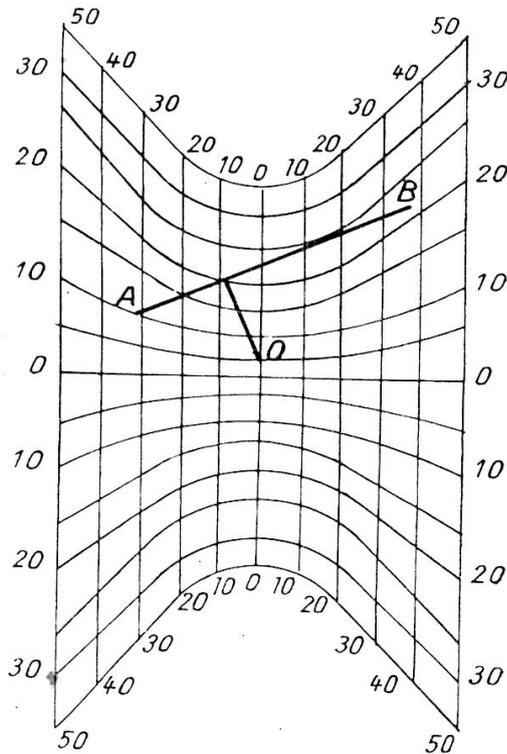


Fig. 11. — Carte d'Hilleret. Calcul du vertex.

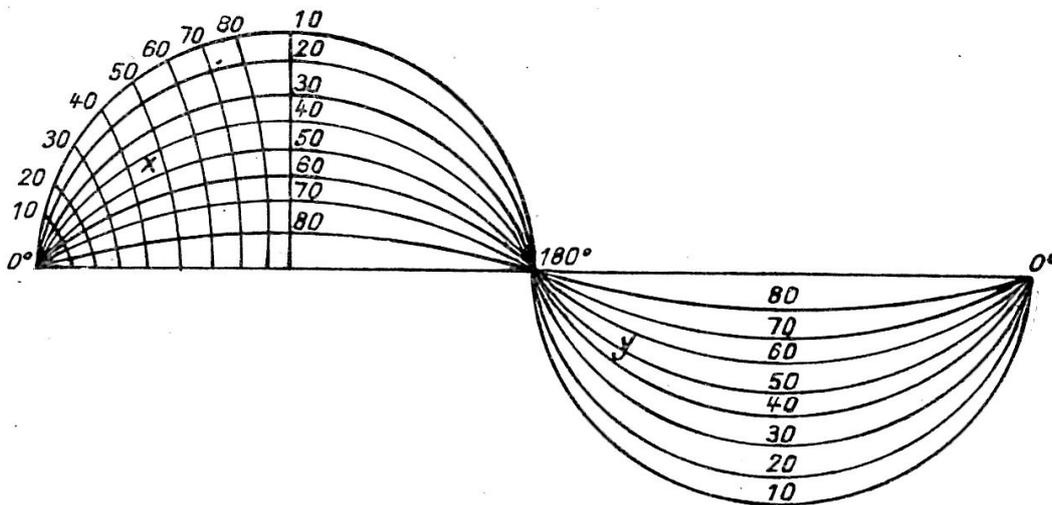


Fig. 12. — Calque Favé.

ridien, ils se coupent aux deux mêmes points équatoriaux, tout arc de grand cercle quelconque tracé sur la sphère sera superposable à l'un d'entre eux.

Pour utiliser ces calques, on les applique sur la carte, le long de l'équateur jusqu'à ce qu'une même courbe passe par les points de départ X et d'arrivée Y, c'est l'orthodromie cherchée.

Pour mesurer la distance entre deux points on utilise des courbes tracées en rouge perpendiculaires aux précédentes et donnant sur chacune d'elles la distance au point équatorial le plus proche.

Le calque comprend trois feuilles établies pour le planisphère, c'est un huitième de réseau complet mais il est symétrique par rapport à l'équateur et à la ligne des vertex d'autre part.

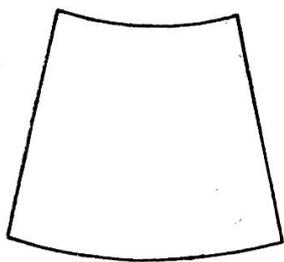


Fig. 13. — Développement polyconique à facettes.

Ce calque permet de résoudre tous les problèmes de l'orthodromie et du tracé des relèvements radiogoniométriques à grande distance sur les cartes de Mercator.

Cartes orthodromique Louis Kahn. — Les cartes orthodromiques Louis Kahn partent d'un autre principe. Un seul itinéraire est considéré et un cylindre circonscrit à la sphère terrestre est développé sur un plan, le même principe de Mercator est appliqué, les angles sont conservés.

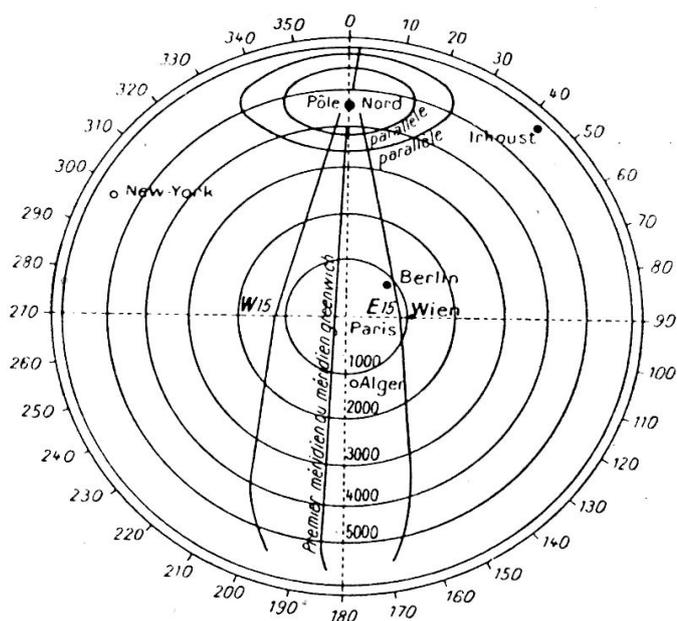


Fig. 14. — Carte à projection polaire ayant Paris pour pôle.

Les cartes ne peuvent s'assembler, une dizaine couvre le globe terrestre. Ces cartes rendent de très grands services pour les tracés orthodromiques, pour les tracés des relèvements radiogoniométriques et pour le point astronomique.

Cartes du monde au millionième. — Chaque feuille embrasse 6° en longitude et 4° en latitude. Le développement utilisé est un système polyconique à facettes régulières (fig. 13).

Les méridiens sont représentés par des droites légèrement convergentes, les parallèles par des arcs de très grands rayons, les déformations sont insignifiantes. On ne peut assembler plus de trois feuilles concourantes. Ces nouvelles cartes sont utilisées en aéronautique.

Cartes à projection polaire (1). — Dans ce système de projection une ville quelconque (ici Paris) sert de pôle. Les villes sont projetées en distance et en azimut vrai par rapport à la ville servant de pôle. (fig. 14)

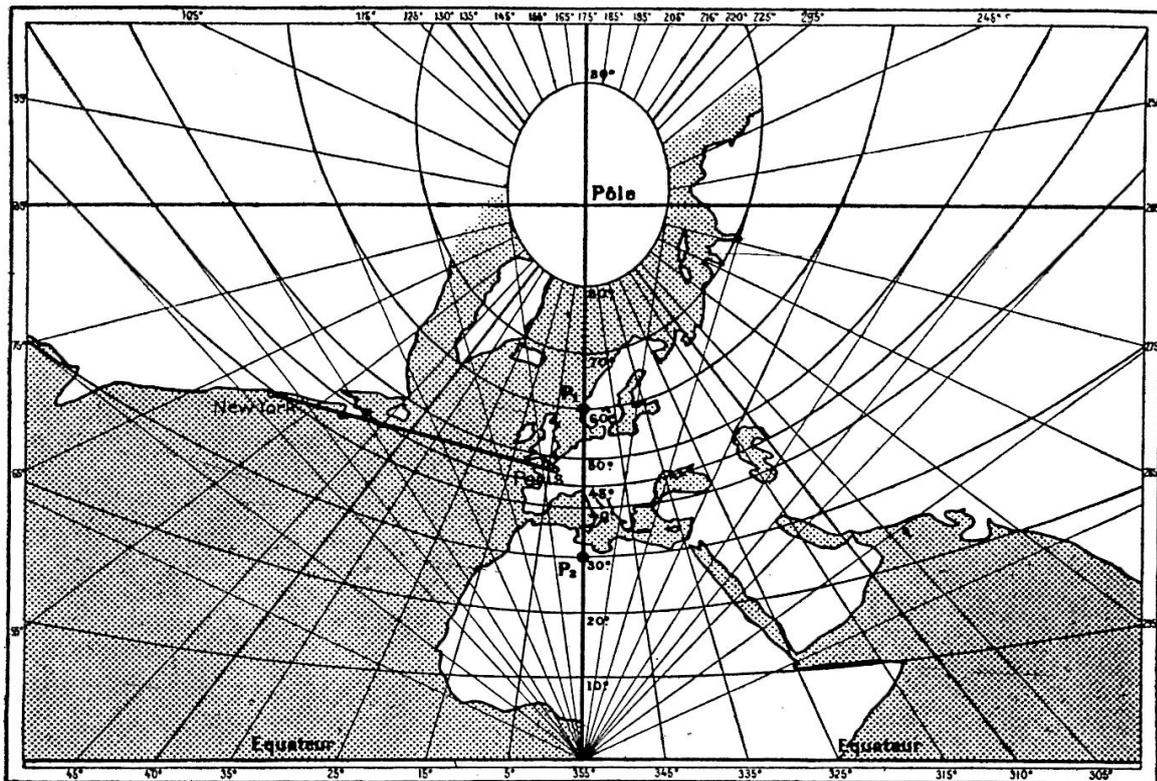


Photo Science et Vie.

Fig. 15. — La carte orthodromique rationnelle. (Projection de M. Bourgonnier.)

1° Ce système de carte est dressé par Girard, géographe, maison Forest, 17, rue de Buci, Paris.

2° La *Science et Vie*. Un nouveau procédé cartographique qui facilite le tracé des radio-routes, par Labadie.

Si nous considérons la ville de Paris, nous voyons que la France et les pays voisins sont peu déformés, mais dès que le cercle de 1.000 kilomètres est dépassé, les déformations des surfaces ne font que s'accroître. Les distances vraies sont figurées par des cercles d'égale distance.

Un cercle gradué de 0° à 360° entoure la carte et permet de trouver les azimuts.

(1) Ce système de carte est dressé par GIRARD, géographe, maison Forest, 17, rue de Buci, Paris.

Carte orthodromique Bourgonnier ⁽¹⁾. — Le développement de la T. S. F. amènera dans les années futures, une complète transformation des procédés de navigation.

L'on se servira de puissants radiophares comme pôles et l'on gouvernera au zéro du radiocompas le cap sur un de ces radiophares, placé judicieusement. Pour déterminer sa position, on utilisera des stations radiogoniométriques.

La carte orthodromique de M. Bourgonnier permet : (fig. 15)

- 1° de tracer une route orthodromique entre l'Amérique et l'Asie ;
- 2° de trouver la position du mobile au moyen de relèvements de stations radiogoniométriques.

Dans l'avenir le problème sera simplifié à l'extrême, il suffira de prendre pour pôle le radiophare le plus près du lieu de destination, la route suivie sera automatiquement la route orthodromique, le petit tronçon restant à faire sera suivi loxodromiquement.

Compas ⁽²⁾

Le compas est l'instrument fondamental de la navigation.

Il est constitué par une aiguille aimantée reposant sur un pivot et sur

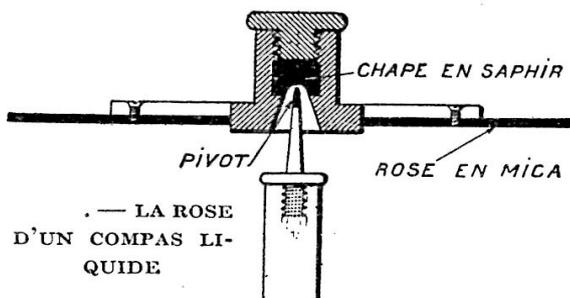


Fig. 16.

laquelle est fixée une feuille de mica circulaire concentrique au pivot appelée rose. (fig. 16 et 17)

Le tout est placé dans une cuvette cylindrique à couvercle en verre

(1) *La Science et la Vie*. Un nouveau procédé cartographique qui facilite le tracé des radoroutes, par Jean LABADIE.

(2) Le lecteur devra s'habituer à utiliser indifféremment la graduation du compas marine ou normale.

La graduation marine est basée sur les termes N-E-S-W.

La graduation normale va de 0 à 360° dans le sens des aiguilles d'une montre. Ainsi pour transformer S 15 W en graduation normale on se reporte par la pensée à la rose et on voit facilement que cette graduation comporte le terme Sud plus 15° vers l'Ouest d'où on a graduation normale 195°.

Prenons un autre cas N 25 W, on a immédiatement $360 - 25 = 335$ °. Ici le Nord comprend 360° moins 25° à l'Ouest.

Inversement, transformons la graduation normale 220° en graduation marine on a $220 - 180 = 40$ °, d'où S 40° W.

La graduation normale est plus logique et offre moins de risques d'erreurs.

suspendue à la cardan pour rester horizontale malgré les mouvements de roulis et de tangage du navire ou de l'avion.

Sur la rose sont tracés deux diamètres perpendiculaires marqués N-S-E-W. Le diamètre N-S est dirigé suivant l'axe de l'aiguille. La rose est graduée en 360 degrés. Sur la cuvette à l'avant de celle-ci, est tracé un trait dit ligne de foi

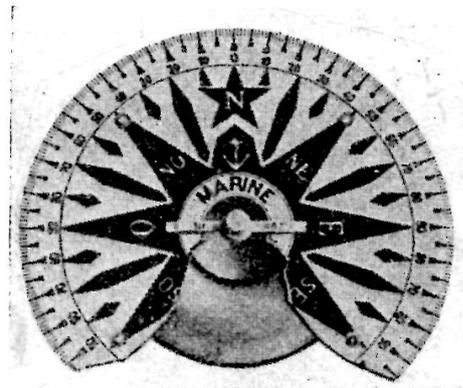


Fig. 17. — Vue en plan d'une rose immergée.

Nota. — Les roses des compas de l'aéronautique sont graduées de 0° à 360°. Beaucoup de roses de marine comportent cette nouvelle graduation.

Ligne de foi. — Ce trait matérialise l'axe du mobile (avion ou navire).

La direction du mobile est indiquée par la graduation de la rose du compas (cap au compas) qui se trouve en regard de la ligne de foi.

Le compas n'indique pas le nord géographique, mais le nord magnétique quand il est éloigné

Déclinaison. — C'est l'angle que fait la direction du nord vrai et du nord magnétique. La déclinaison est variable dans le temps et selon les lieux elle peut être NE ou (+), NW ou (—). Sa valeur est indiquée sur les cartes.

Déviaton. — La déviaton est un angle supplémentaire de l'aiguille aimantée due à l'aimantation des masses de fer du mobile, cet angle varie avec le cap suivi, la déviaton peut être NE (+) ou NW (—) suivant que le nord compas tombe dans l'est ou dans l'ouest du nord magnétique.

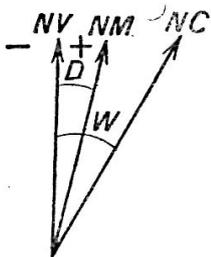


Fig. 18. La déclinaison D et la variation W.

Variation. — La variation est l'angle formé entre la ligne Nord du compas placé à bord du mobile et le méridien géographique.

Elle est dite nord-est, elle a le signe + quand le nord du compas tombe à droite du nord vrai et NW du signe — quand le nord du compas tombe à gauche.

On a algébriquement, $W = D + d$. D = déclinaison, d = déviaton.

| | | | | | | |
|-------|---------|-------|--------|-------|--------|----------------|
| D | 15 NE | D | 7 NE | D | 6 NW | |
| d | 5 NE | d | 10 NW | d | 12 NE | |
| <hr/> | | <hr/> | | <hr/> | | |
| W | = 20 NE | W | = 3 NW | W | = 6 NE | W = Variation. |

Tableau et courbe de déviaton. — La régulation d'un compas consiste à établir la courbe ou le tableau de déviaton du compas pour les différents caps du mobile.

Pour un navire, on prend aux différents caps de 10° en 10° les relè-

vements au compas Z_c d'un point dont on connaît le relèvement vrai Z_v . Il ne reste plus à faire que la différence :

$$Z_v - Z_c = D + d$$

D est obtenu par la carte du lieu.

Pour déterminer le tableau ou la courbe de déviation d'un aéronef, on fait pivoter l'avion sur une plaque tournante au sol de façon à lui donner successivement tous les caps et à effectuer des visées sur des repères fixés à l'avance, on obtient très facilement les différentes valeurs de la courbe de déviation.

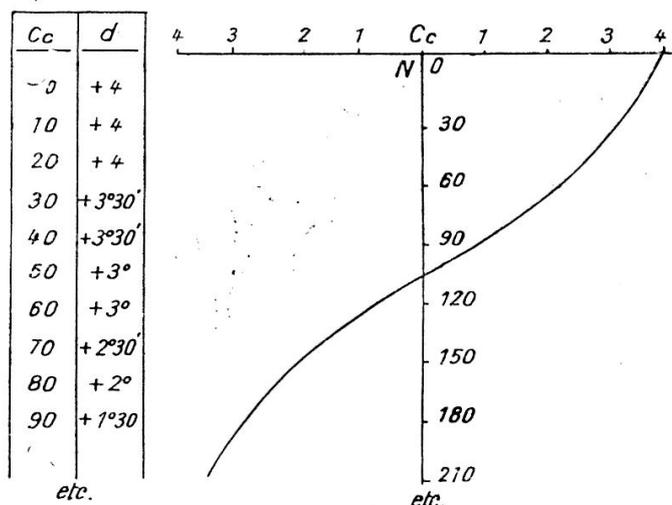


Fig. 19. — Courbe de variation.

Caps. — Il y a trois sortes de caps : le cap au compas C_c , le cap magnétique C_m et le cap vrai C_v .

Cap au compas. — Le cap au compas est l'angle que fait l'axe du mobile avec la direction nord du compas. Le cap au compas est lu directement sur le compas, en regard de la ligne de foie.

Cap magnétique. — Le cap magnétique est l'angle que fait l'axe du mobile avec le nord magnétique.

Cap vrai. — Le cap vrai est l'angle que fait l'axe du mobile avec le nord vrai.

Correction des caps. — C'est ce que l'on appelle *faire valoir un cap*.
 Cap compas = Cap vrai — variation, que l'on écrit plus simplement
 $C_c = C_v - W$.

Règles pratique. — Faire tourner sur une rose la graduation C_c d'un nombre de degrés égal à W dans le sens des aiguilles d'une montre si W est NE dans le sens contraire si W est NW la nouvelle graduation obtenue est égale à C_v , on a algébriquement :

$$C_v = C_c + W \quad \text{ou} \quad C_v = C_c + d + D.$$

EXEMPLES :

| | | | |
|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Cc 320 | Cc 18 | Cc 185 | Cc 110 |
| W 20 NW | W 15 NW | W 24 NE | W — 7 |
| <u>Cv 300</u> | <u>Cv 3</u> | <u>Cv 209</u> | <u>CW 103</u> |
| Cm 45 | Cm 315 | Cm 14 | Cm 280 |
| D + 9 | D — 21 | D — 16 | D + 15 |
| <u>Cv 54</u> | <u>Cv 294</u> | <u>Cv 358</u> | <u>Cv 295</u> |
| Cc 349 | Cc 3 | Cc 188 | Cc 257 |
| d — 2 | d — 6 | d + 4 | d + 3 |
| <u>Cm 347</u> | <u>Cm 357</u> | <u>Cm 192</u> | <u>Cm 260</u> |

Dérive. — Tout mobile se déplaçant est soumis à l'action du vent et de la mer. Le vent ou la mer modifie la trajectoire suivie, il y a une certaine dérive, la dérive tribord ou droite est comptée + celle babord ou gauche —. La dérive est importante dans l'aviation.

Nous avons la relation suivante :

Route vraie = cap compas + déviation + déclinaison + dérive où $Rv = Cc + d + D + der.$

La route vraie est l'angle que fait la trajectoire du mobile avec le nord vrai.

En navigation aérienne on fait une construction graphique appelée triangle des vitesses on trace chaque vecteur (vitesse avion), (vent) en force et en direction et on en déduit la route à suivre.

EXEMPLES :

| | | | |
|---------------|---------------|---------------|--------------|
| Cv 103 | Cv 187 | Cv 354 | Cv 7 |
| der + 20 | der — 13 | der — 16 | der + 18 |
| <u>Rv 123</u> | <u>Rv 174</u> | <u>Rv 338</u> | <u>Rv 25</u> |

RELÈVEMENTS

Nous avons donné le cap au compas à suivre à l'homme de barre, le navire est en mer (ceci s'applique exactement à l'avion, l'homme de barre est le pilote) la navigation côtière commence.

Alignement. — On est sur l'alignement AB lorsque l'on voit sur le même plan vertical A et B.

Le mobile se trouve donc sur la droite, passant par ces deux points.

Avec un alignement il est facile de déterminer la variation, il suffit de prendre au compas le relèvement Zc , on détermine sur la carte le relèvement Zv vrai avec un rapporteur, il suffit de faire la différence pour avoir W (Gi est le gisement — angle, axe, navire, église).

Relèvement. — Pour relever un objet au compas on le vise à l'aide d'une alidade pivotant au-dessus de la rose du compas, on obtient un

relèvement au compas Z_c , il suffit de corriger ce cap lu de la variation W pour avoir le relèvement vrai Z_v , nous avons :

$$Z_v = Z_c + W \quad \text{ou} \quad Z_v = Z_c + d + D.$$

Un relèvement pris à une distance relativement courte peut toujours être confondu avec la loxodromie.

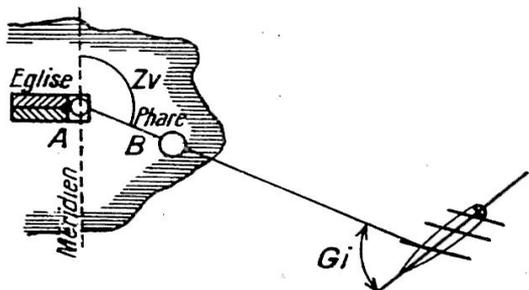


Fig. 20. — Alignement A-B.
Relèvement Z_v . Gisement G_i .
La route suivie est le 230°

Taximètre. — Un taximètre se compose d'un simple cercle gradué de 0° à 360° , orienté dans l'axe du mobile sur lequel est placée une alidade pouvant pivoter dans toutes les directions.

Nous voyons que nous n'obtenons pas un relèvement, le zéro du taximètre étant dans l'axe du mobile, mais un *gisement* G_i .

Pour passer du gisement au relèvement vrai on a :

$$Z_v = C_v + G_i.$$

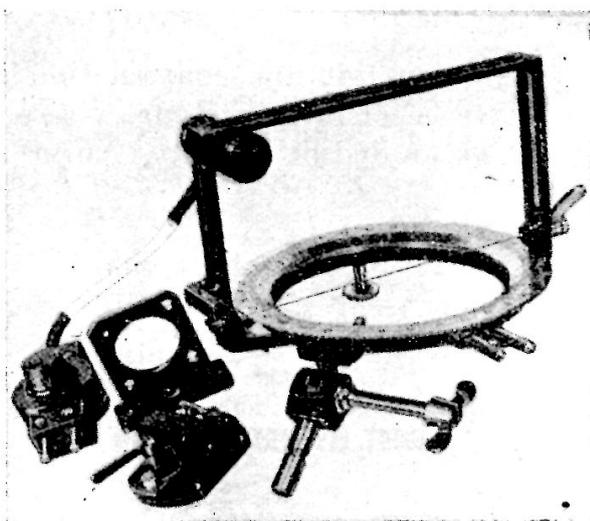


Fig. 21. — Taximètre CEPA. Le petit démonté pour aviation.

EXEMPLES :

| | | | |
|-----------|-----------|-----------|-----------|
| C_v 45 | C_v 240 | C_v 305 | C_v 142 |
| G_i 60 | G_i 123 | G_i 258 | G_i 28 |
| Z_v 105 | Z_v 3 | Z_v 203 | Z_v 170 |

NAVIGATION PAR L'ESTIME

On commence par déterminer le point de partance, on donne la route au compas au timonier, celui-ci maintient la ligne de foi en regard du cap au compas.

Le cap au compas est donné en partant du cap vrai lu sur la carte, on applique la formule

$$Cc = Rv - der - D - d.$$

Mesure de la vitesse. — La mesure de la vitesse est nécessaire pour déterminer la position du navire ou de l'avion sur la carte après un certain temps de route.

Le premier instrument utilisé en navigation maritime a été le loch à bateau, planchette de bois lestée que l'on jetait à la mer, l'on tournait un sablier et l'on comptait le nombre de nœuds ⁽¹⁾ qui filaient avec la ligne reliant le loch au navire.

Actuellement on utilise des lochs à hélice, dit sillomètres, qui enregistrent le nombre de milles parcourus.

Ils se composent d'une petite hélice reliée à une ligne que l'on file sur une certaine longueur, l'hélice est immergée à une profondeur convenable par des poids compensateurs.

L'hélice entraîne par torsion la ligne, celle-ci est reliée à une vis sans fin qui entraîne les différentes aiguilles des cadrans des dizaines de milles, milles et dixièmes de mille.

Souvent sur les vapeurs la vitesse est évaluée au moyen du nombre de tours par minute des machines. On utilise alors un tableau dressé au moment des essais du navire ou des courbes qui donnent la vitesse en fonction de l'état de la mer, du nombre de tours de l'hélice et de l'état de la coque (coque radoubée ou non).

Sur les avions, l'instrument employé est un loch aérien actionné par le courant d'air dû à la vitesse de l'appareil. C'est un simple moulinet (un anémomètre) donnant le nombre de kilomètres ou de milles parcourus en l'unité de temps

Il existe encore d'autres dispositifs notamment le *Badin*.

Point estimé. — Le cas le plus simple est celui d'une seule route, dans ce cas on porte sur la carte dans la direction suivie à partir du point de départ le nombre de milles parcourus par le mobile, on a ainsi le point d'arrivée.

Dans le cas où le mobile a suivi plusieurs routes différentes on porte sur la carte successivement les différentes routes en portant sur chacune d'elles le nombre de milles correspondant, on a finalement le point d'arrivée.

Cependant le point estimé cadre rarement avec la position réelle du mobile, celui-ci peut avoir été déporté par une dérive ou un courant insuffisamment connu. Il y a donc lieu de rectifier, aussi souvent que possible, la route à suivre par des positions déterminées, soit par des

(1) La ligne comportait une série de nœuds tous les 15 m. 43 on pouvait ainsi déterminer facilement la vitesse d'après le nombre de nœuds filés.

relèvements d'amers ⁽²⁾ ou de monuments à terre, soit par des relèvements radiogoniométriques, soit par des observations d'astres.

Point par relèvements simultanés. — On prend le relèvement compas Zc_1 d'un point A et immédiatement après le relèvement compas Zc_2 d'un autre point B, on corrige ces relèvements de la variation W. On a ainsi deux relèvements vrais dont l'intersection donne la position du navire ou de l'avion. On peut prendre 3 relèvements dans ce cas, on a un triangle, la position N du mobile est au centre de gravité de ce triangle (point obtenu par la rencontre des médianes du triangle). Ce triangle est dit triangle d'incertitude, il doit être petit.

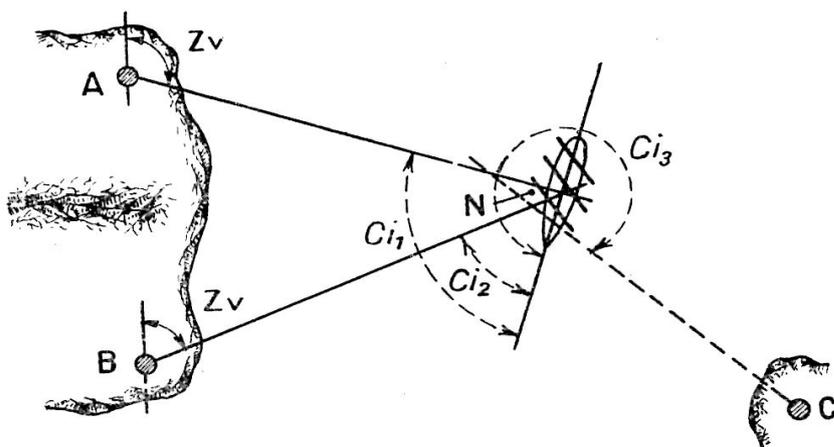


Fig. 22. — Position par trois relèvements simultanés.
La route suivie est le 200° .
Les relèvements sont pris au taximètre.

La position sera d'autant plus exacte que la prise des relèvements aura été simultanée, et que les angles se rapprocheront des angles droits. N'avoir qu'une confiance limitée dans la position dans le cas où les angles sont très aigus et le triangle très grand.

Un correcteur de position ⁽²⁾. — MM. SILHOUETTE et RICHETTE ont mis au point un appareil correcteur qui, en navigation maritime ou aérienne, permet de simplifier la résolution des problèmes de route et de point par relèvements ou alignements et d'éviter les erreurs, toujours possibles et lourdes de conséquences, qui peuvent se produire lorsque l'on corrige, de la variation, les divers éléments de route ou de point pour passer des indications au compas aux indications vraies et réciproquement ou lorsque l'on corrige ces indications de la déclinaison ou de la déviation pour passer des indications vraies aux indications magnétiques ou de celles-ci aux indications au compas et réciproquement.

(1) On appelle amers des points remarquables sur la côte, phares, églises, etc., pouvant être relevés à bord d'un navire.

(2) *La Revue Nautique*.

L'appareil comprend la combinaison de deux cercles concentriques gradués angulairement dont l'un peut tourner par rapport à l'autre et, de préférence, d'un dispositif susceptible d'immobiliser le cercle mobile par rapport au cercle fixe.

Les deux cercles peuvent être gradués en degrés ou en grades, et il s'est montré avantageux d'inscrire sur chacun, outre éventuellement la graduation de 0 à 360 degrés ou de 0 à 400 grades, une graduation par quadrant allant dans chacun d'eux de 0 à 90 degrés ou à 100 grades. On inscrit de préférence cette graduation par quadrant vers l'extérieur du cercle mobile et vers l'intérieur du cercle fixe, de manière que ces deux graduations soient voisines.

Par convention le cercle extérieur fixe définit les indications vraies et le cercle intérieur mobile, les indications au compas.

L'ensemble des deux cercles peut être monté sur un panneau rigide et, par exemple, être enfermé dans un coffret. On peut aussi associer aux deux cercles définis ci-dessus une règle susceptible de tourner autour de l'axe central commun de ces deux cercles et dont l'un des bords passe par cet axe. La règle en question permet de tracer les routes ou relèvements sur la carte en les rapportant aux indications angulaires lues sur les cercles de l'appareil. Dans ce mode de réalisation, l'organe central qui assure l'immobilisation relative des deux cercles est avantageusement creux et peut comporter un guide approprié qui permet d'amener la pointe d'un crayon ou d'un stylo au centre exact des cercles et de marquer sur la carte le point obtenu par segments capables.

Voici la manière d'utiliser l'appareil pour la navigation.

La direction du nord ON (fig. 3) indiquée par le compas fait avec la direction ONG du nord géographique un angle W que l'on nomme variation et qui est la somme algébrique de la déclinaison locale et de la déviation due aux masses magnétiques du bord. Quand, par exemple, on a déterminé sur la carte une route à suivre OR φ (route vraie), qui fait avec le nord géographique un angle α il faut donc, pour avoir la route à suivre au compas, corriger α de la variation, ce qui nécessite un calcul mental ou écrit, ou l'établissement d'un graphique. Ces divers modes de résolution du problème sont une source d'erreurs et la présente invention permet de les éviter comme le montrent les exemples suivants.

Supposons que l'on connaisse la route vraie R φ , ou route par rapport au nord géographique, et la variation W et que l'on veuille déterminer la route au compas. Il suffit, d'après ce qui précède, de faire tourner le cercle intérieur d'un angle égal à la variation, vers la gauche si la variation est NW, vers la droite si elle est NE et de lire sur le cercle mobile la graduation R c correspondant à la route vraie R φ sur le cercle extérieur fixe. Soit par exemple (fig. 4 et 5) :

$$R\varphi = N 15^\circ W \quad W = 16^\circ NW.$$

On fait tourner le cercle intérieur de 16° vers la gauche (NW) et en

face de la graduation 15° NW du cercle fixe on lit $RC = N 1^\circ E$ sur le cercle mobile. La route à suivre au compas est donc $N 1^\circ EST$.

Si l'on connaît la route suivie au compas et la variation W , on détermine de la même manière, la route vraie en lisant sur le cercle fixe la graduation qui correspond à la graduation Rc du cercle mobile. Par exemple (fig. 6 et 7).

$$Rc = S 15^\circ E \quad W = 8 \text{ NW} \quad \text{on lit} \quad R\varphi = S 23^\circ E.$$

On peut de même corriger les relèvements de points remarquables, pris au compas pour les porter en vrai sur la carte. Il suffit de faire tourner le cercle mobile d'un angle égal à la variation W , et de lire, sur le cercle fixe, les relèvements vrais $Z\varphi$ correspondants aux relèvements au compas Zc lus sur le cercle mobile. Par exemple (fig. 8) si, pour trois points, on a les relèvements au compas :

$$\begin{aligned} Zc &= N 30 W \\ &= S 50 W \\ &= N 85 E. \end{aligned}$$

avec une variation $W = 12 \text{ NW}$ les relèvements vrais sont :

$$\begin{aligned} Z\varphi &= N 42 W \\ &= S 38 W \\ &= N 73 E. \end{aligned}$$

Dans le cas où l'on connaît le relèvement au compas Zc et le relèvement vrai $Z\varphi$, on peut lire la valeur de la variation W sur le cercle mobile en face du nord du cercle fixe, si l'on fait coïncider les divisions du cercle mobile qui correspondent respectivement au relèvement vrai et au relèvement au compas. Par exemple (fig. 9 et 10) :

$$Zc = S 80 E \quad Z\varphi = N 83 E$$

on lit :

$$W = 17 \text{ NW}$$

l'appareil permet donc la mesure de la variation du compas.

On peut de même corriger la déclinaison ou la déterminer en utilisant le cercle mobile comme cercle magnétique et le cercle fixe comme vrai ; ou encore corriger la déviation ou la déterminer en utilisant le cercle mobile comme compas et le cercle fixe comme magnétique. Mettre le navire à un cap magnétique donné devient donc une opération aisée, qui s'effectue selon le processus décrit plus haut (opération nécessaire dans la compensation des compas).

Pour pouvoir faire coïncider l'axe central de l'appareil avec un point déterminé d'une carte, on peut utiliser un cylindre qui pénètre à frottement doux dans un autre cylindre et dont l'extrémité inférieure filetée peut se visser dans un taraudage de ce dernier. Le premier cylindre porte deux bras diamétraux munis chacun d'une ouverture dont les centres coïncident avec l'axe du cylindre. De cette manière, la pointe

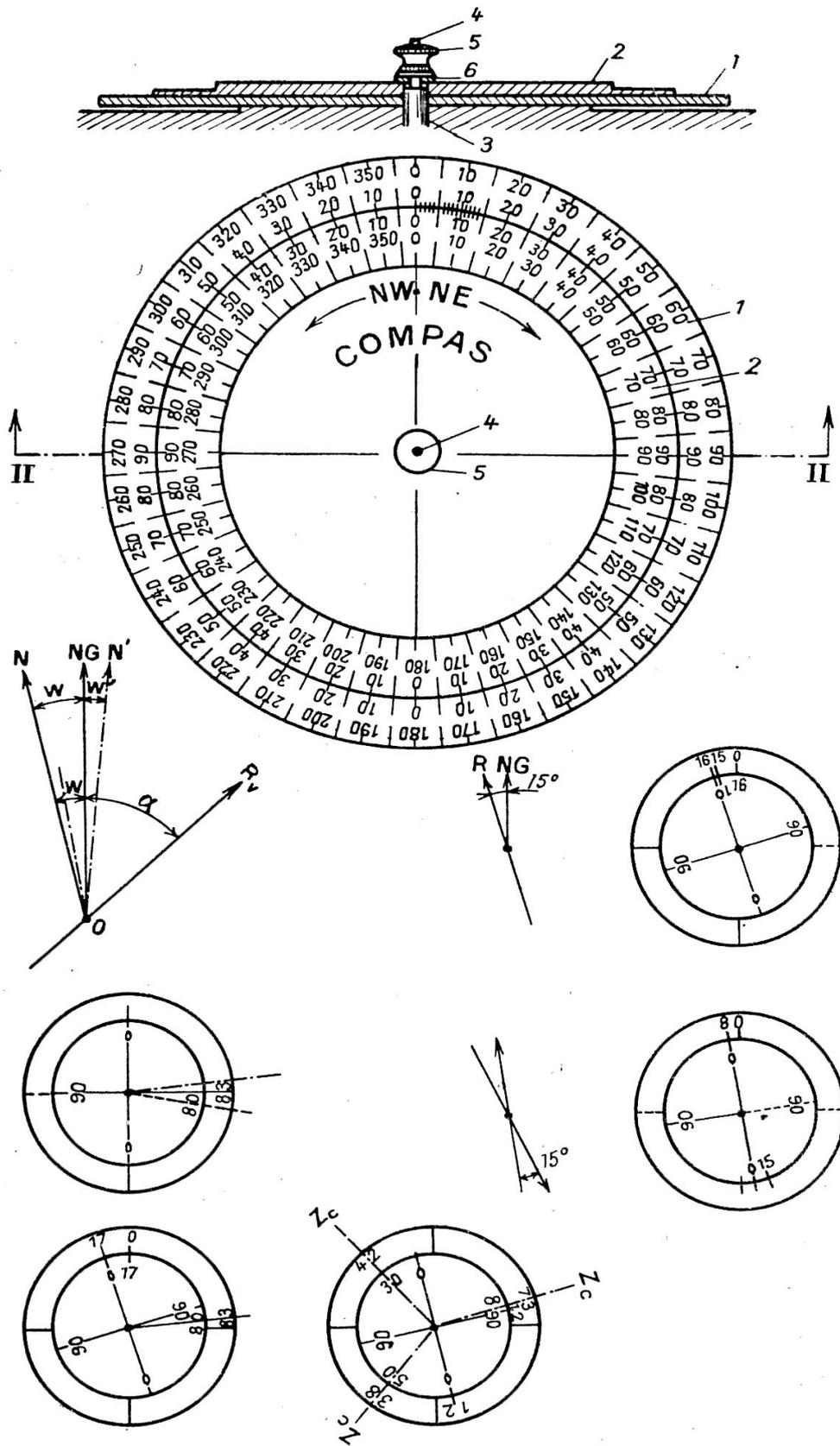


Fig. 23.

d'un style qui pénètre dans ces ouvertures définit le centre du système.

Les bras peuvent aussi être directement fixés sur le cylindre ce qui supprime la douille.

On pourrait également utiliser pour centrer le système deux fils réticulaires disposés dans l'écrou au voisinage de la face.

Mesure du temps

Mouvement diurne. — Les étoiles, les planètes que l'on peut observer dans le ciel ne restent pas immobiles sur la sphère céleste. L'ensemble de leurs déplacements constitue le mouvement diurne.

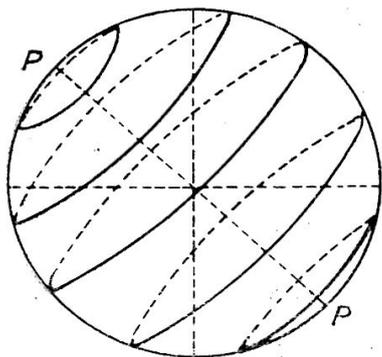


Fig. 24. — Cercles du mouvement diurne suivant la latitude. P-P' axe du monde.

Chaque étoile décrit une circonférence de la sphère céleste.

Les différentes circonférences ont toutes le même axe PP' que l'on appelle axe du monde ou ligne des pôles.

Chaque étoile se meut uniformément sur son cercle. Toutes les étoiles exécutent leur révolution dans un même intervalle de temps que l'on appelle *jour sidéral*. Le mouvement est rétrograde, c'est-à-dire s'effectue de gauche à droite pour un observateur ayant la tête vers le pôle boréal.

Jour sidéral. — C'est l'intervalle de temps que met une étoile quelconque à décrire son parallèle, il est de 23 h. 56 m. On le divise en 24 heures, l'heure en 60 minutes, la minute en 60 secondes. Les astronomes utilisent des horloges sidérales. Le jour sidéral est donc plus court de 4 minutes que le jour solaire moyen.

Il a été convenu de fixer l'origine du jour sidéral à l'instant du passage au méridien d'un point remarquable ν dit point vernal sensiblement fixe par rapport aux étoiles.

Cercle horaire, angle horaire d'une étoile. — On appelle cercle horaire d'une étoile A le demi-cercle PAP' de la sphère céleste déterminé par l'axe du monde et par le point A. L'angle horaire de l'étoile A est l'angle que fait le cercle horaire PAP' avec le méridien supérieur PEP' ou l'arc d'équateur EB correspondant, il se compte dans le sens rétrograde de 0° à 360°.

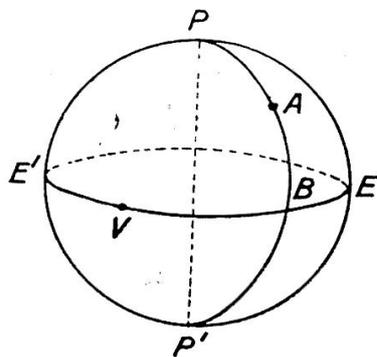


Fig. 25. — Cercle horaire d'une étoile A.

Méridien d'un lieu. Premier méridien. — On appelle plus spécialement méridien d'un lieu A de la Terre le demi-méridien PAP' qui passe par ce lieu. Le premier méridien est celui auquel on compare tous les

autres. *Ce premier méridien est le méridien de Greenwich, qui est situé à 2°20' à l'ouest du méridien de Paris.*

Jour solaire vrai. — Le jour solaire vrai est l'intervalle de temps qui s'écoule entre deux passages consécutifs du soleil au même méridien. Le jour solaire est plus long que le jour sidéral.

Jour solaire moyen. — Le jour solaire moyen a une durée égale à la moyenne arithmétique de tous les jours solaires vrais d'une année tropique.

Relation entre le jour sidéral et le jour solaire moyen. — Si nous appelons t la durée du jour sidéral t' celle du jour moyen, on a : $\frac{1}{t} - \frac{1}{t'} = \frac{1}{A}$,
On a donc 1 jour solaire moyen = 1 jour sidéral 0 h. 3 m. 56 secondes.
1 jour sidéral = 0 jour solaire moyen 23 h. 56 m. 4 secondes.

Heure sidérale. — Elle est égale à l'angle horaire du point vernal en ce lieu évalué en temps, elle est donnée par l'horloge sidérale.

Heure moyenne. — Elle se déduit de la même façon du soleil moyen. Le jour civil commence à minuit.

Heure légale. — L'heure légale en France est l'heure du temps moyen de Paris retardée de neuf minutes vingt et une secondes.

Anciennement on utilisait le passage du soleil moyen au méridien du lieu.

Fuseaux horaires. — Le méridien international est celui de Greenwich. La terre est partagée en 24 fuseaux équidistants espacés de 15° et numérotés de 0 à 23 à partir de celui de Greenwich et allant vers l'est.

Temps vrais civils simultanés. — Nous avons la relation suivante entre les temps vrais civils T_{vg} et T_{vp} en un lieu M et au premier méridien

$$T_{\text{vp}} = T_{\text{vg}} + G.$$

Entre les temps moyens civils simultanés T_{mg} et T_{mp} au méridien de longitude G et au premier méridien on a la relation :

$$\begin{cases} T_{\text{mp}} = T_{\text{mg}} + G \\ T_{\text{mg}} = T_{\text{mp}} - G \end{cases}$$

inversement

EXEMPLES. — Nous rappelons que $360^\circ = 24 \text{ heures} = 60 \text{ m} \times 24$.

$1^\circ = 4 \text{ minutes}$ $15^\circ \text{ de longitude} = \text{une heure de temps.}$

$1' \text{ minute de longitude} = 4 \text{ secondes de temps.}$

$15' \text{ minutes de longitude} = \text{une minute de temps.}$

$15'' \text{ secondes de longitude} = \text{une seconde de temps.}$

1° Il est 5 h. 31 m 18 s par 52°22'W le 17 février. Trouver le temps moyen civil au premier méridien.

$$\begin{aligned} Tmg &= 5^h31^m18^s \\ + G &= \underline{3^h29^m28^s} \\ Tmp &= 9^h00^m46^s \text{ le 17 février.} \\ 52^{\circ}22' &= 3^h29^m28^s \text{ en temps} \end{aligned}$$

2° Soit un lieu 125°27'E, il est 21 h. 35 m. Trouver l'heure du premier méridien le 8 mai.

$$\begin{aligned} Tmg &= 21^h35^m00^s \\ 125^{\circ}27'E &= - G = \underline{8^h21^m28^s} \\ Tmp &= 13^h13^m32^s \text{ le 8 mai} \end{aligned}$$

3° Soit un lieu 88°42'E, il est 12 h. 15 m. le 17 octobre. Trouver l'heure au premier méridien.

$$\begin{aligned} Tmg &= 12^h15^m00^s \\ 88^{\circ}42'E &= - G = \underline{- 5^h54^m48^s} \\ Tmp &= 6^h20^m12^s \text{ le 17 octobre.} \end{aligned}$$

4° Quelle est l'heure au méridien 155°15'W sachant qu'il est 11 h. 32 m. 10 s. au premier méridien le 14 avril.

$$\begin{aligned} Tmp &= 11^h32^m10^s \\ - G &= \underline{- 10^h21^m00^s} \\ Tmg &= 1^h11^m10^s \text{ le 14 avril.} \end{aligned}$$

Il est des cas où la somme ou la différence des heures est supérieure ou inférieure à 24 heures, il est nécessaire de changer la date.

Un navire faisant route vers l'ouest doit augmenter sa date d'un jour lorsqu'il franchit le 180° degré en passant de la longitude ouest à la longitude est, s'il fait route vers l'est c'est l'inverse qui se produit.

Autre problème. — Il est 15 h. 35 m. 15 s. le 13 mars au méridien de longitude 117°20'W. Quel est le temps moyen civil au méridien 25°14'E.

$$\begin{aligned} & \text{TMG } 15^h35^m15^s \\ - G = 117^{\circ}20'W &= \underline{7^h49^m20^s} \\ \text{au premier méridien} &= \text{TMP } 7^h45^m55^s \text{ le 13 mars} \\ - G = 25^{\circ}14'E &= \underline{1^h40^m56^s} \\ & 6^h04^m59^s \text{ le 13 mars.} \end{aligned}$$

Les deux méridiens se trouvent à l'est du méridien considéré comme origine le 117°20' W.

Compteurs et chronomètres. — Un chronomètre est une montre très précise servant à obtenir l'heure TMP ou temps moyen de Paris.

Le cadran est gradué de 0 à 12 heures, une petite aiguille parcourant un cadran indique la seconde, souvent cette aiguille bat la demi-seconde.

Le roulis et le tangage ont un effet désastreux sur la régularité de la marche d'un chronomètre.

Pour atténuer ces mouvements, le chronomètre est monté à la Cardan (1).

Il doit être remonté tous les matins à la même heure.

Le compteur est une bonne montre, plus petite que le chronomètre, placée dans un boîtier, il sert à noter l'heure des observations, il est remonté tous les matins.

Généralement les chronomètres sont désignés par les lettres A. B. C. et le compteur par la lettre M.

Etat absolu du chronomètre. — On appelle état absolu d'un chronomètre le retard ($Tmp - A$) du chronomètre sur le temps moyen civil du méridien de Greenwich. L'état absolu toujours positif est < 12 heures.

Marche diurne. — La marche diurne est la variation de l'état absolu en 24 heures moyennes. La marche diurne a le signe + si le chronomètre retarde. Le signe — si l'état absolu va en diminuant, c'est-à-dire si le chronomètre avance.

Comparaison. — La comparaison est le retard du compteur sur le chronomètre. On a la relation suivante. Comparaison = $A - M$. La comparaison est toujours positive et < 12 heures.

Prendre une comparaison. — C'est noter les heures simultanées du chronomètre et du compteur.

Le compteur effectuant 5 battements par seconde, on compte de la manière suivante : $2abcd$, $4abcd$, $6abcd$, $8abcd$, $10abcd$ et on regarde à la minute ronde du compteur où l'on veut prendre la comparaison, l'heure du chronomètre que l'on note.

Toutefois il est *plus simple et suffisamment précis* d'attendre le moment où l'aiguille du compteur va passer sur 60 secondes ou une dizaine ronde de secondes et de regarder immédiatement les secondes du chronomètre.

Réglage d'un chronomètre par signal horaire. — Des stations de T. S. F. convenablement réparties à la surface du globe donnent tous les jours à heure fixe l'heure du premier méridien.

Nous donnons ici le graphique des émissions horaires françaises.

La Tour-Eiffel (2) FLE transmet sur la fréquence 113,2 Kcs, 2.650 mètres. Pontoise FYB sur 10.595 Kcs (28 m. 34). Croix d'Hins, 15,7 Kcs (19.100 m.).

Pour régler un chronomètre par un signal horaire, on écoute au poste récepteur les signaux passés par la station et on note au 6^e point ou top

(1) *Cardan*. Dispositif composé de deux cercles concentriques fixés à 180° l'un de l'autre au milieu desquels se trouve le chronomètre et qui permettent à celui-ci de rester toujours horizontal.

(2) Avant guerre.

l'heure du compteur, ou du chronomètre, nous avons la relation suivante : $Tmp - M$ comme état absolu du compteur, celui du chronomètre est $(Tmp - A) = Tmp - M) - (A - M)$.

EXEMPLES. — Le 23 septembre à $TMP = 9$ h. 30 m. 00 s. du signal de la Tour-Eiffel le compteur marque 8 h. 12 m. 16 s. Le chronomètre 10 h. 25 m. 32 s.

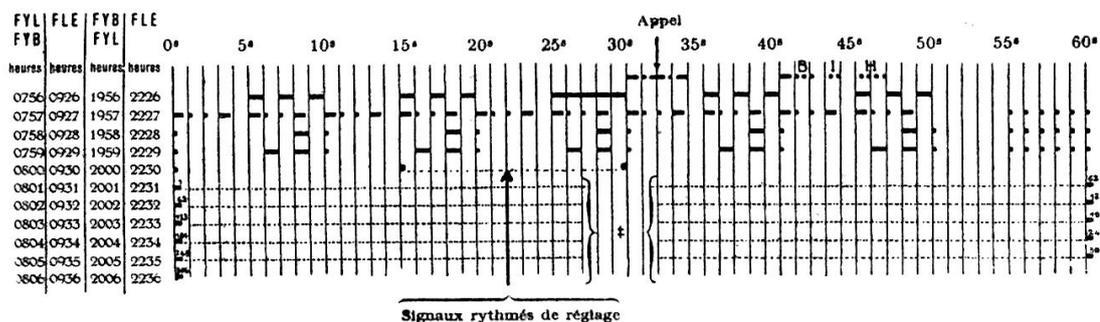


Fig. 26. — 61 battements par minute, 60 courts et un long à chaque minute ronde. L'heure d'un signal est celle du commencement de ce signal. Tous les renseignements relatifs à ces signaux horaires figurent dans le bulletin International de l'Heure (B. I. H.). La station de la Tour Eiffel (FLE) ayant été totalement détruite pendant la guerre, les signaux horaires sont transmis de Paris (B. I. H.) aux heures suivantes avec les indicatifs suivants :

| | | | | ondes | heures |
|------|-------------|-------|-------------|----------|-----------------------------|
| FYP | — fréquence | 90.7 | — λ | 3308 m. | A1 — 0755-0806 1955-2006 |
| TMA2 | — fréquence | 10020 | — λ | 29 m. 94 | A1 — 0755-0806 |
| XWX2 | — fréquence | 6558 | — λ | 45 m. 75 | A1 — 1955-2006 |

Calculons $A - M$:

$$\begin{aligned} A &= 10^{\text{h}}25^{\text{m}}32^{\text{s}} \\ - M &= 8^{\text{h}}12^{\text{m}}16^{\text{s}} \\ \hline A - M &= 2^{\text{h}}13^{\text{m}}16^{\text{s}}. \end{aligned}$$

Appliquons la formule :

$$\begin{aligned} Tmp &= 9^{\text{h}}30^{\text{m}}00^{\text{s}} \\ M &= 8^{\text{h}}12^{\text{m}}16^{\text{s}} \\ \hline Tmp - M &= 1^{\text{h}}17^{\text{m}}44^{\text{s}} \text{ on ajoute ici } 12^{\text{h}}. \\ A - M &= 2^{\text{h}}13^{\text{m}}16^{\text{s}} \\ \hline Tmp - A &= 11^{\text{h}}04^{\text{m}}28^{\text{s}}. \end{aligned}$$

Le temps t qu'il faudra retrancher du chronomètre sera donc $12^{\text{h}}00^{\text{m}}00^{\text{s}} - 11^{\text{h}}04^{\text{m}}28^{\text{s}} = 0^{\text{h}}55^{\text{m}}32^{\text{s}}$ pour avoir l'heure du premier méridien.

L'erreur des signaux français transmis par T. S. F. est d'environ 0 s. 021 (erreur moyenne).

II. MÉTÉOROLOGIE (Notions sommaires) ⁽¹⁾

Nécessité de la Radio

Les systèmes nuageux dépressionnaires couvrent des étendues considérables de territoire.

L'étude complète d'une perturbation nécessite la connaissance d'un grand nombre d'éléments, état du ciel, nébulosité, pression atmosphé-

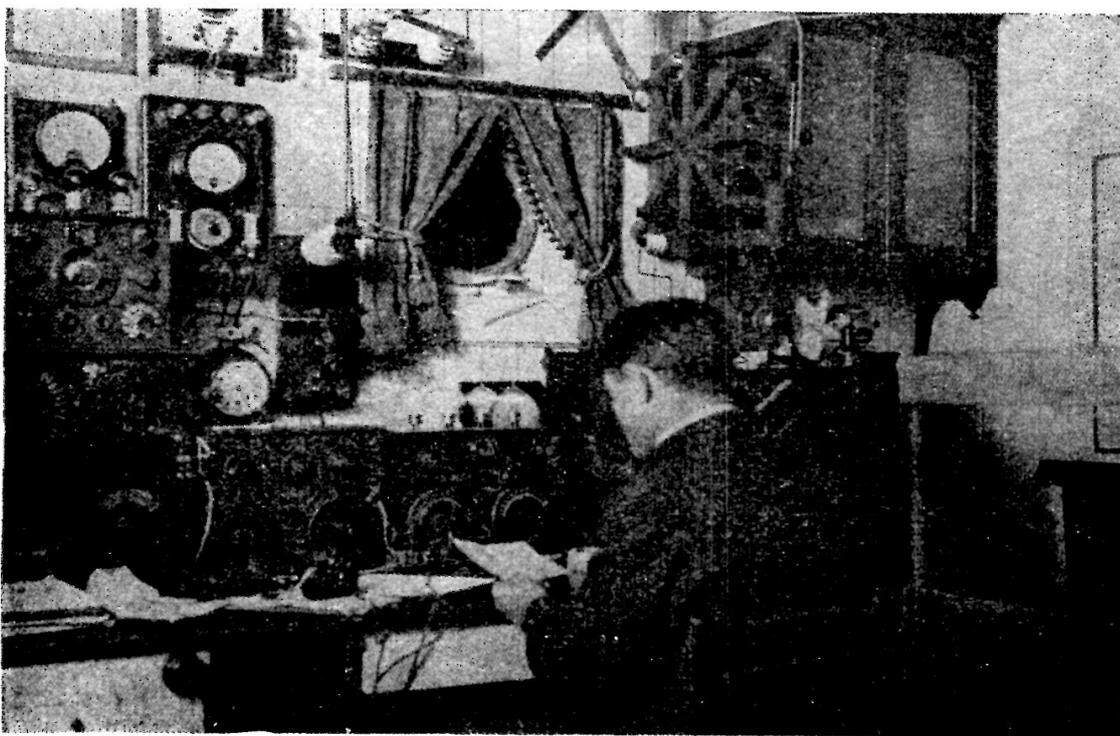


Photo Illustration.

Fig. 27. — Transmission d'un des météorogrammes quotidiens qui permettent d'établir des prévisions.
Le fonctionnement du service météorologique à bord du *Jacques-Cartier*. ⁽²⁾

rique, forme et nature des nuages, précipitations, humidité, température, vent au sol et en altitude, etc., renseignements qui doivent être rassemblés à une même heure et du plus grand nombre de points possible pour pouvoir établir des prévisions sur le temps à venir.

Ces prévisions sont basées sur la comparaison des cartes météorologiques établies à de courts intervalles (quelques heures).

Les observations météorologiques ont lieu à 0400-0700-1000-1300-1600-1900-2100-TMG.

Il y a deux grandes cartes établies à 0700 et 1.300 heures. Les perturbations se déplacent vite de 50 à 80 kilomètres à l'heure, pour

(1) Pour une étude plus complète, se procurer l'excellent ouvrage *Le livre de Météorologie du Pilote*, de MM. DEDEBANT et VIAUT.

(2) Photographie tirée de l'*Illustration*. Type d'ancienne installation à ondes amorties de navire.

pouvoir annoncer le temps il faut lutter de vitesse avec la dépression d'où nécessité de ramasser rapidement ces renseignements.

Pratiquement sans la T. S. F., la météorologie n'existerait qu'à l'état embryonnaire, le téléphone et le télégraphe ne pourraient suffire surtout aux grandes distances.

La météorologie a trouvé dans la T. S. F. un auxiliaire précieux et indispensable.

Sans les bulletins météorologiques des navires en mer impossible de voir venir les dépressions, dont l'Atlantique nous gratifie si généreusement.

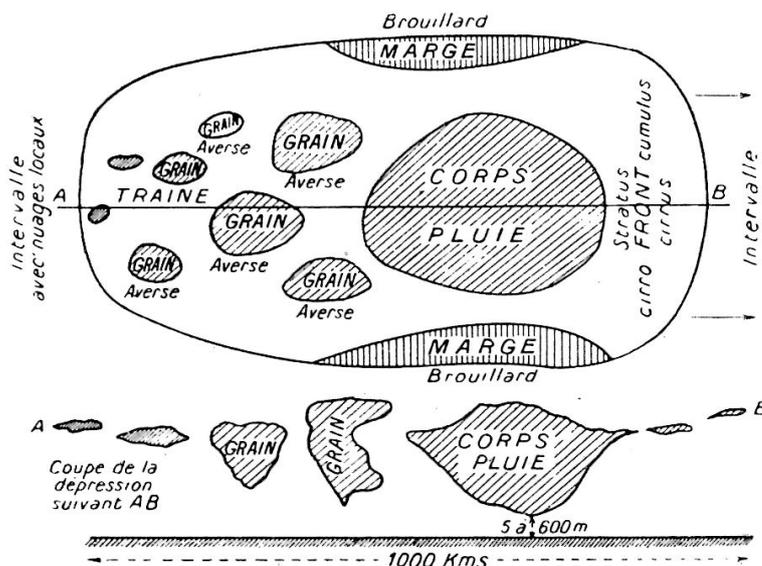


Fig. 28. — Schéma d'une dépression.

La vitesse de marche d'une dépression est de l'ordre d'une cinquantaine de kilomètres à l'heure. La ligne de grains qui suit le corps est redoutable pour l'aviateur par suite des vents violents qui règnent généralement entre les deux fronts (front froid et front chaud).

L'officier radiotélégraphiste peut utiliser facilement les instruments météorologiques en service à bord pour rédiger aux heures synoptiques le bulletin qui sera transmis aux stations intéressées.

Inversement il pourra traduire facilement les bulletins qu'il recevra à bord avant de les transmettre à la passerelle.

Forme d'une dépression (1). — Une dépression est caractérisée par une baisse barométrique et par des nuages de même nature.

Une dépression a passé, il fait beau avec un ciel d'intervalle, ciel clair avec des cumulus de beau temps, genre de balles de coton blanc.

Le baromètre commence à baisser lentement, les cirrus apparaissent, nuages très élevés à l'aspect filandreux, hauteur 6 à 8.000 mètres, c'est le front de la dépression.

Le ciel change, les cirro-cumulus viennent, cirrus à l'aspect de cumulus, petites balles de coton, le plafond, c'est-à-dire la hauteur des nuages s'abaisse, le baromètre baisse toujours.

(1) *Le Livre de météorologie du Pilote*, par DÉDEBANT et VIAUT.

Les nuages semblent se souder, la lune et le soleil paraissent dans un halo, cesont les stratus ou strato-cumulus, la pluie commence, c'est le corps, pluie ininterrompue avec des cumulo-nimbus, ou cumulus déchiquetés de mauvais temps, le baromètre est au minimum, le vent est violent.

La traîne vient ensuite avec des cumulo-nimbus, averses et belles éclaircies, le baromètre remonte, la visibilité entre les grains est exceptionnelle.

Les grains s'éclaircissent, le plafond remonte, nous avons la fin de la traîne et des cumulus de beau temps.

Nous avons décrit une dépression comme si nous étions placé sur la ligne AB au centre de la dépression. Sur les bords (marges), la dépression est moins accusée et au lieu de pluies et grains nous pouvons avoir de la brume ou du brouillard.

Les Instruments utilisés en météorologie

Mesure des températures. — La chaleur se propage de trois façons différentes, par conduction, par convection, par rayonnement.

On appelle conduction la propagation de la chaleur dans les corps, des corps sont bons conducteurs, d'autres mauvais conducteurs. (Corps bons conducteurs : fer, cuivre ; corps mauvais conducteurs : l'air, le bois).

La propagation par convection consiste en l'échauffement par contact de l'air avec un objet chaud, l'air chaud devient plus léger et fait place à de l'air froid et ainsi de suite.

Enfin la propagation par rayonnement est celle qui a lieu par rayons calorifiques.

Thermomètres. — Ce sont des appareils indiquant la température. Ils se composent d'un tube de verre contenant du mercure ou de l'alcool. La graduation doit être faite sur le tube de verre lui-même, ils sont étalonnés de la manière suivante, la graduation zéro est obtenue en immergeant le thermomètre dans la glace fondante, la température 100° dans la vapeur d'eau bouillante.

On utilise les thermomètres à maxima indiquant la plus haute température de la journée, un étranglement du tube empêche le mercure de redescendre dans le réservoir.

Les thermomètres à minima indiquant la plus basse température, un index en émail reste au point le plus bas atteint par la colonne d'alcool.

Les thermomètres enregistreurs dont l'organe sensible est un réservoir métallique rempli d'alcool dont une extrémité est maintenue fixe, l'autre extrémité est reliée à un système de leviers amplificateurs commandant un style. En météorologie, on mesure la température de l'air, les thermomètres sont placés à l'ombre, dans des abris, dits météorologiques.

Mesure de l'humidité. — L'humidité contenue dans l'air est caractérisée par la vapeur d'eau.

On appelle humidité absolue, la quantité de vapeur d'eau contenue dans un mètre cube d'air.

L'instrument servant à mesurer l'humidité de l'air est l'hygromètre, il est basé sur la propriété d'un faisceau de cheveux de varier de longueur avec l'humidité.

Un cheveu de 25 centimètres de long peut manifester un allongement de 5 millimètres.

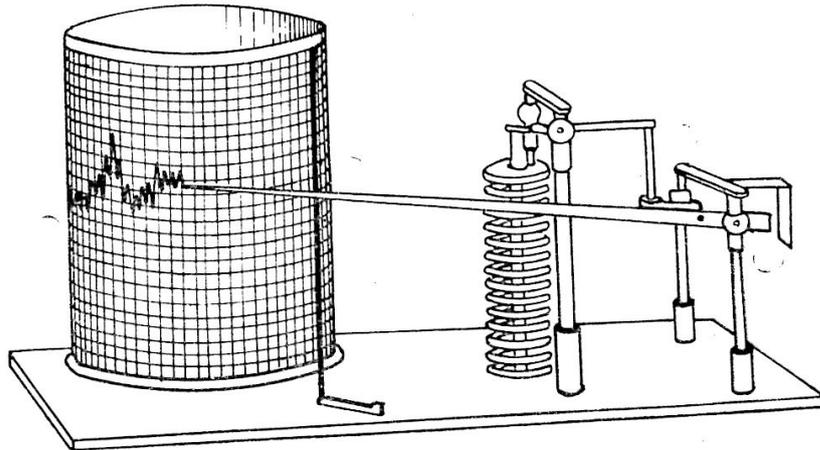


Fig. 29. — Baromètre anéroïde enregistreur.

Il est facile d'avoir un appareil enregistreur, en reliant le faisceau de cheveux à un système de leviers et à un style enregistreur.

Sur le littoral des Océans, l'humidité demeure à peu près constante, mais sur les continents, en général, l'humidité dépend de la température, plus celle-ci est élevée, plus l'humidité est faible.

Dans l'atmosphère, lorsqu'on s'élève, l'humidité croît d'abord, puis s'abaisse ensuite progressivement.

A la base de la stratosphère, elle n'est plus que le tiers de celle à la surface du sol.

Lorsque l'humidité augmente en un lieu donné on peut en conclure qu'une dépression approche.

La pression atmosphérique. — La pression atmosphérique est la pression que subit tout objet à la surface de la terre par suite de l'atmosphère.

Cette pression est égale à 760 millimètres de mercure ou à 1 kg. 033 par centimètre carré de surface. Sauf dans les endroits où l'on veut une mesure de grande précision (observatoire météorologique, par exemple), la pression se mesure avec le baromètre anéroïde.

La pièce fondamentale du baromètre anéroïde est une capsule vide d'air, nommée capsule de Vidi.

Les faces intérieures ne subissent aucune action, ce n'est que les faces extérieures qui subissent la pression atmosphérique qui est équilibrée au moyen d'un ressort antagoniste.

Les variations de la pression atmosphérique tendent à plus ou moins écraser cette capsule, il suffit donc de transmettre au moyen de leviers amplificateurs ces variations, soit à une aiguille indicatrice, soit à un style enregistreur, appuyant sur un cylindre tournant d'un mouvement uniforme en une semaine pour avoir un diagramme de la pression atmosphérique.

Unité de pression atmosphérique. — A la place du millimètre, on utilise en météorologie le milibar. Le milibar vaut les trois-quarts du millimètre de mercure.

La pression atmosphérique normale 760 millimètres vaut donc :

$$760 \times \frac{4}{3} = 1.013,3 \text{ milibars.}$$

Exemples. Transformer 1020 mbs en mm.

$$1020 \times \frac{3}{4} = 765 \text{ mm.}$$

et 770 mm en mbs.

$$770 \times \frac{4}{3} = 1026,6 \text{ mbs.}$$

Autre emploi du baromètre. — Le baromètre indiquant le poids de l'air atmosphérique peut être utilisé pour indiquer l'altitude. On l'emploie effectivement comme altimètre. A une hauteur de 4.810 mètres, hauteur du Mont-Blanc, il n'indique plus que 425 millimètres. Sur le Mont Everest, 8.840 mètres, 240 millimètres seulement.

Mesure du vent. — On appelle vent, de l'air en mouvement. Les vents sont généralement horizontaux, la pellicule d'air à la surface de la terre est tellement mince qu'un mouvement vertical est pratiquement impossible.

La direction du vent est indiquée par le point cardinal d'où il vient, un vent du sud vient de la direction sud, etc. On utilise la rose des vents N-NNE-NE-ENE-E-ESE-SE-SSE-S, etc.

La force du vent s'évalue suivant le tableau suivant :

| Chiffre | Désignation du Vent | Vitesse m/s | Vitesse km/H | État de la mer |
|---------|---------------------|-------------|--------------|----------------|
| 0 | Calme | 0 à 1 | 0 à 4 | Plate |
| 1 | Presque calme | 1 à 2 | 4 à 6 | |
| 2 | Légère brise | 2 à 4 | 6 à 12 | Agitée |
| 3 | Petite brise | 4 à 6 | 12 à 19 | |
| 4 | Jolie brise | 6 à 8 | 19 à 27 | Moutons |
| 5 | Bonne brise | 8 à 10 | 27 à 35 | Houleuse |
| 6 | Bon frais | 10 à 12 | 35 à 45 | Très houleuse |
| 7 | Grand frais | 12 à 15 | 45 à 55 | Grosse |
| 8 | Petit coup de vent | 15 à 18 | 55 à 66 | |
| 9 | Coup de vent | 18 à 21 | 66 à 77 | Très grosse |
| 10 | Fort coup de vent | 21 à 25 | 77 à 90 | |
| 11 | Tempête | 25 à 30 | 90 à 105 | Énorme |
| 12 | Ouragan | > 30 | > 105 | |

A bord d'un navire, il faut donner le vent vrai et non pas le vent apparent. Celui-ci peut se déduire, de l'observation des petites rides

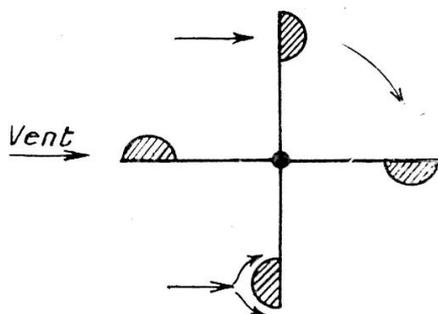


Fig. 30. — Schéma d'un anémomètre.

déferlant sous l'effet instantané de la brise ou encore connaissant la route du navire et sa vitesse, de l'observation de la fumée, on a ainsi sa direction et à peu près sa vitesse.

A terre, la mesure de la vitesse du vent se déduit de la vitesse d'instruments, appelés anémomètres.

Ces instruments sont composés de 4 demi-sphères tournant autour d'un axe. Le nombre de tours par minute proportionnel à la vitesse du vent est enregistré

sur un compte-tours. On a ainsi directement la vitesse, la direction est donnée par une girouette.

Organisation du Service météorologique en France

La France est divisée en 12 régions météorologiques terrestres et en 8 régions météorologiques maritimes.

Les régions maritimes sont : Manche, Bretagne, Océan, Gascogne, Roussillon, Rhône, Provence, Corse.

Les régions météorologiques terrestres sont : Nord, Bretagne, Nord-Ouest, Région Parisienne, Nord-Est, Ouest, Centre, Est, Massif Central, Sud-Ouest, Sud, Sud-Est.

Chaque région météorologique a une station régionale principale qui centralise les renseignements de sa région — et les diffuse par des stations radiotélégraphiques (Tours FNW, onde 287,5 Kcs (1,043 m. 5), heures H + 10 et H + 40 ; Brest FUL, onde 287,5 Kcs (1.043 m. 5), heures H et H + 30, etc.), sur certaines ondes et à heures fixes.

Le nombre des stations météorologiques dépendant de la station régionale principale est assez élevé en France, Algérie, Maroc, Tunisie, pour permettre une bonne utilisation des renseignements transmis.

Ces observations sont passées en code où sont concentrés de nombreux renseignements en quelques chiffres (voir appendice).

L'O. N. M. de Paris centralise toutes ces observations et retransmet par le poste de la Tour Eiffel des bulletins météorologiques intéressant toute l'Europe occidentale.

C'est ce que l'on appelle des météos collectifs.

EXEMPLES. — Tour Eiffel FLE ⁽¹⁾, onde 42,25 Kcs (7.100 m.), heures 0410-0710-1010-1300-1810-2230.

Les navires en mer apportent chaque jour une contribution de plus en plus importante à la météorologie en transmettant leurs observations.

(1) Voir la nomenclature des services spéciaux.

Deux navires ⁽¹⁾ de la ligne de l'Amérique Centrale Cuba FNRQ et Flandre FNRY sont chargés de centraliser ces observations et de les retransmettre au service intéressé. Une station fixe flottante Carimaré FNRM assure le même service et transmet en plus des prévisions intéressantes la navigation maritime. Ces observations sont très utiles à l'O. N. M., elles lui permettent de dresser des cartes journalières du temps et d'en déduire une prévision à plus longue échéance.

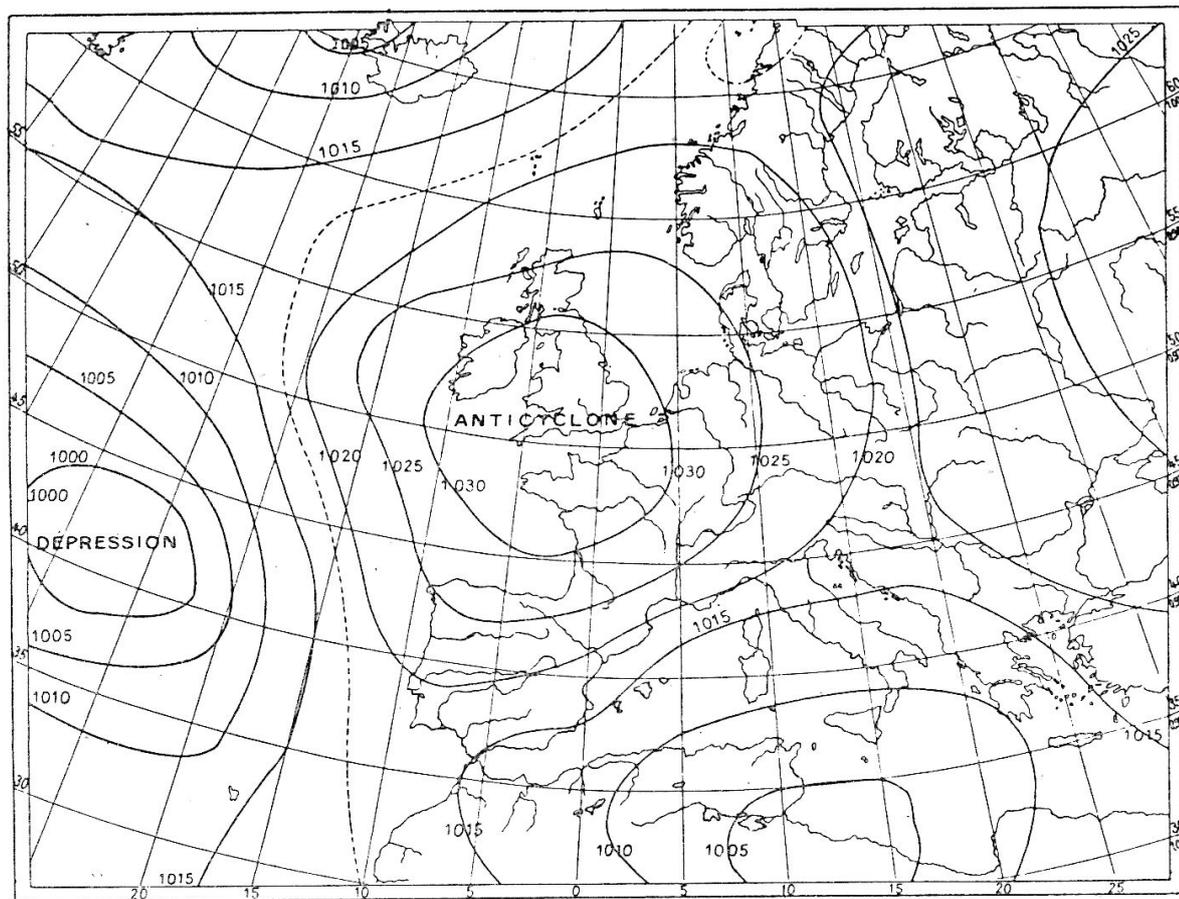


Fig. 31. — Carte météorologique montrant les zones de haute pression (anticyclone) et de basse pression (mauvais temps).

Les différents bulletins météorologiques

Météogrammes collectifs. — L'Office National Météorologique diffuse tous les jours par le poste de la Tour Eiffel FLE 42,25 Kcs (7.100 m.) des bulletins collectifs de l'Europe Occidentale, ces bulletins contiennent les observations des nations suivantes : France, Belgique, Pays-Bas, Suisse, Portugal, Açores, Grande-Bretagne, Espagne, Afrique du Nord.

Les heures d'émission sont 0130-0410-0710-1010-1310-1610-1810-2230.

La station d'Issy-les-Moulineaux FLJ 9230 Kcs (32 m. 5) retransmet ces météogrammes.

(1) Avant guerre.

But de ces émissions collectives. — Ces émissions très complètes permettent d'établir les cartes du temps et de faire les prévisions.

Émissions de cartes météorologiques ⁽¹⁾. — La Tour Eiffel FLE transmet également sur 215,9 Kcs (1,389 m.) et 4.081,7 Kcs (73,5 m.) des cartes météorologiques, ces émissions sont transmises aux heures suivantes : 0305-0600-0845-1105-1600-2240.

En comparant deux cartes, il est facile de se rendre compte de la marche des dépressions, de leurs vitesses et directions.

Météogrammes pour la marine. — La station de Brest-Lanvéoc-Poulmic FUL transmet sur l'onde de 120 Kcs (2.500 m.) à 12 h. 30 le météo Nord-Atlantique ainsi que sur 500 Kcs (600 m.), les avis de tempête.

Cependant les observations utiles à la navigation sont transmises par les stations de la Tour Eiffel FLE onde 4.081 Kcs (73 m. 5) et Issy-les-Moulineaux onde 9.230,76 Kcs (32 m. 5).

Les deux principaux météogrammes pour l'Atlantique Nord sont transmis à 09 h. 10 et 22 h. 15.

Météogrammes pour l'aviation. — Les météogrammes pour l'aviation sont transmis par les stations radiotélégraphiques utilisées par les stations régionales principales météorologiques. Ces stations sont :

Le Bourget-Aéradio FNB ; Brest FUL ; Tours FNW ; Toulouse FOT ; Nancy FNC ; Lyon FNL ; Marignane FNM. Les ondes utilisées oscillent autour de 284,5 Kcs (1.054 m. 5) et 6.975 Kcs (43 m.).

Les heures s'échelonnent de 5 m. en 5 m.

Soit par exemple : Brest, 0700 ; Nancy, 0705 ; Tours, 0710 ; Le Bourget, 0715, etc., etc.

Les émissions techniques. — Certaines stations effectuent des émissions techniques (Tour Eiffel, Issy-les-Moulineaux, etc.). Ces émissions sont d'un intérêt moins immédiat pour les navigateurs aériens ou marins, elles sont cependant très utiles aux météorologistes pour leurs études techniques.

Codes de Varsovie et de Copenhague. — Voir l'appendice.

(1) Avant guerre. Voici les nomenclatures récentes.

CHAPITRE II

LA T. S. F. INFORMATRICE LA RADIO A BORD

La Radiotélégraphie a un rôle informateur très important à bord des stations mobiles.

Si nous considérons uniquement le navire comme station mobile, le cas de l'aéronef sera examiné par la suite, nous pouvons écrire dans l'ordre.

Demande d'assistance, avis urgent aux navigateurs, signaux horaires, météogrammes, demandes d'avis médicaux, télégrammes concernant le service du navire (heure d'arrivée, approvisionnement, etc.), service de presse, télégrammes privés, tels sont en bloc, les services rendus par un poste émetteur et récepteur de télégraphie sans fil.

Aériens utilisés. — Les mâts servent de support aux aériens qui sont soit en T ou en L renversé. Cependant un nouveau facteur entre en ligne de compte, c'est le navire qui, par sa masse métallique accroît dans une proportion importante la hauteur effective de l'aérien considéré. Si nous nous reportons au livre du commandant MESNY : *Usage des cadres et radiogoniométrie*, pour le calcul de cet accroissement de hauteur effective, nous trouvons un champ propre $\left(\frac{\rho_0}{\rho}\right)^2$ pour le champ du mobile.

Nous sommes donc ramené à l'intégrale :

$$\frac{1}{h} \int_{\rho_0}^{\rho_0+h} \left(\frac{\rho_0}{\rho}\right) dh = \frac{\rho_0}{\rho_0+h}$$

Le champ moyen qui agit sur l'aérien est donc :

$$1 + \frac{\rho_0}{\rho_0+h}$$

d'où la règle suivante.

Pour obtenir la hauteur effective de l'antenne d'un navire il faut multiplier la hauteur h calculée par les méthodes habituelles à partir du pont supérieur par le facteur $1 + \frac{\rho_0}{\rho_0+h}$, ρ_0 étant le quart de la somme de la largeur et du creux.

EXEMPLES. — 1° Soit une hauteur effective de 20 mètres d'une antenne installée sur un grand navire ayant une largeur de 28 mètres et un creux de 20 mètres.

$$\rho_0 = \frac{28 + 20}{4} = 14 \text{ mètres}$$

$$20 \left(1 + \frac{14}{14 + 20} \right) = 28 \text{ m. } 20.$$

L'accroissement de hauteur effective est de 8,2 m. soit près de la moitié.

2° Soit une hauteur effective de 8 mètres (cargo moyen), largeur du navire, 14 mètres, creux 8 mètres.

$$\rho_0 = \frac{14 + 8}{4} = 5 \text{ m. } 5$$

$$8 \left(1 + \frac{5,5}{5,5 + 8} \right) = 11 \text{ m. } 20.$$

L'accroissement de hauteur effective sera de 3 m. 20, soit également de près de la moitié.

Les aéronefs étant métalliques, cette formule s'applique aussi pour le calcul de la hauteur effective.

Les postes de navires

La partie électrique des postes de bord. — L'examen de radiotélégraphiste de bord comporte une partie pratique sur un poste du type courant.

Le poste SFR-B41K est encore utilisé sur de nombreux bâtiments de la marine marchande, nous le décrirons, ainsi qu'un poste plus moderne comportant un oscillateur-pilote de la S. A. D. I. R.

Chaque installation radioélectrique comporte une partie purement électrique que nous décrirons tout d'abord. Cette partie électrique est commune à de nombreux postes émetteurs, elle peut être plus ou moins simplifiée mais subsiste dans les parties essentielles.

Le courant à bord des navires est généralement continu. Il s'agit de le transformer en courant propre à l'utilisation des appareils radio-électriques.

Nous trouvons un tableau courant continu et alternatif (1) comportant partie continue un interrupteur général, deux fusibles et un ampèremètre indiquant la consommation générale du poste.

Le courant continu est transformé en courant monophasé 5 ou 600 périodes d'un groupe convertisseur 3. Ce groupe convertisseur comporte sous un seul carter, un moteur à courant continu et un alternateur à fréquence musicale. La mise en route de ce groupe convertisseur nécessite : 1° un rhéostat de démarrage ou timbler à 3 positions ; 2° un rhéostat de champ pour le réglage de la vitesse ; 3° un rhéostat sur

l'excitation de l'alternateur pour le réglage du débit de ce dernier (facultatif).

Un tableau partie courant alternatif (1) comportant un interrupteur général, des fusibles, des lampes de protection placées sur l'induit de l'alternateur, un ampèremètre indiquant le débit. Un inverseur à main transmission-réception I à R, coupe automatiquement l'excitation de l'alternateur lorsque l'on passe sur récepteur.

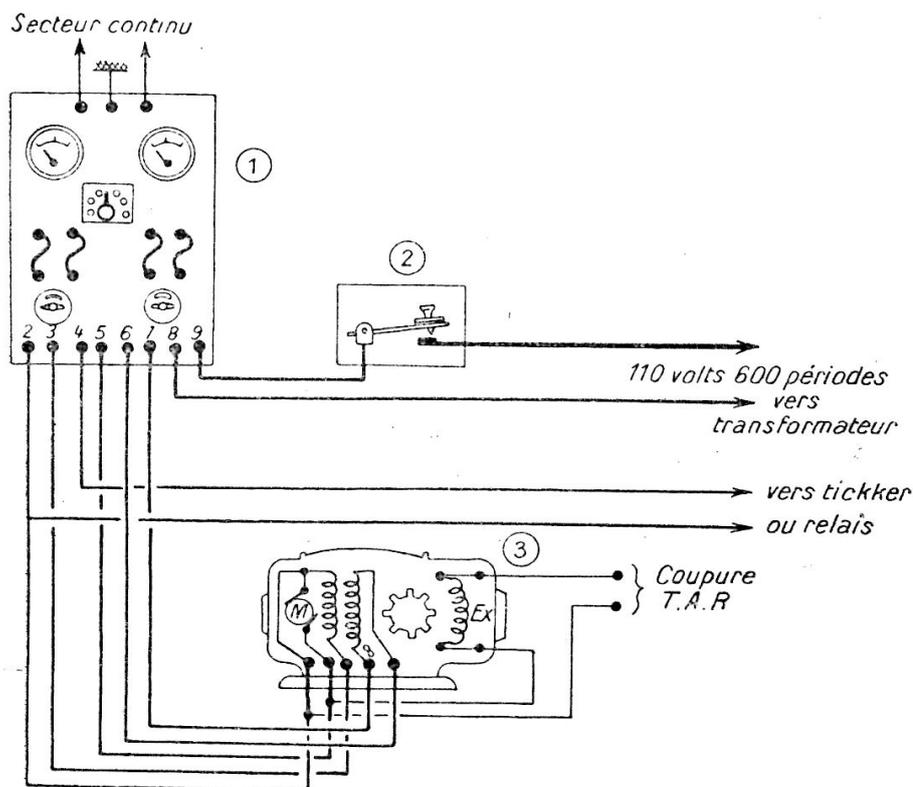


Fig. 32. — Partie électrique d'un émetteur.

Vérification avant la mise en route. — S'assurer avant la mise en route : 1° Que les interrupteurs sont sur « ouvert ». Que les fusibles sont en bon état. Que l'inverseur émission-réception se trouve sur réception. Que les balais sont normalement en place sur le groupe. Que le rhéostat de démarrage est à la résistance maxima. Que le rhéostat d'excitation de l'alternateur est à sa résistance maxima. Que le rhéostat de champ (vitesse) est à sa résistance minima (moteur).

Mise en route. — Fermer l'interrupteur courant continu. Démarrer lentement avec le rhéostat de démarrage ou avec le timbler 3 positions. Amener le moteur à sa vitesse de régime avec le rhéostat de champ. Placer l'inverseur émission-réception sur émission. Régler le débit de l'alternateur avec le rhéostat d'excitation, s'il y a lieu.

Pannes. — Le moteur ne démarre pas. Le courant n'arrive pas au moteur, vérifier la ligne, les connexions, le rhéostat de démarrage, les

balais sont peut être isolés. Pas de courant alternatif. Vérifier l'inverseur émission-réception, se méfier d'une coupure à cet appareil. Vérifier les connexions, le rhéostat d'excitation.

Le poste B 41 K ou BM 100

C'est un montage Hartley. La grille et l'anode sont couplées électrostatiquement par les deux condensateurs en série (20).

L'alimentation de l'anode est placée en parallèle par l'intermédiaire d'une self de blocage HF (17) d'un fusible HT et du secondaire du transformateur ayant à ses bornes 6.000 volts efficace sous 600 périodes et un facteur de puissance de 0,7.

La manipulation se fait sur la primaire du transformateur.

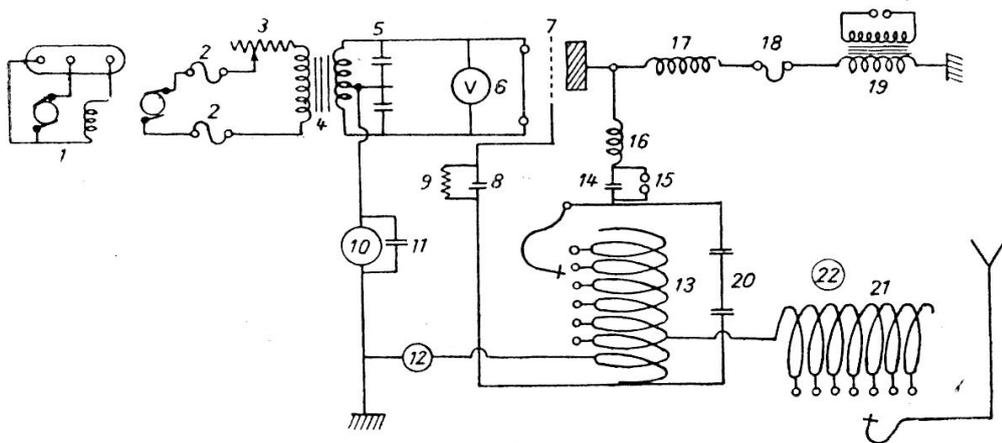


Fig. 33. — Schéma général du poste B41K.

- | | |
|-------------------------------|--------------------------------|
| 1. Commutateur chauff. filam. | 12. Amp. antenne. |
| 2. Fusibles. | 13. Self d'entretien à fiches. |
| 3. Rhéostat-chauffage 7 5. | 14. Cond. arrêt. |
| 4. Transfo. chauffage. | 15. Protecteur à boules. |
| 5. Cond. shunt HF. | 16. Self antiparasites. |
| 6. Voltmètre chauffage. | 17. Self blocage. |
| 7. Lampe émission. | 18. Fusible un débit plaque. |
| 8. Cond. grille. | 19. Transfo HT. |
| 9. Résistance grille. | 20. Cond. de C°. |
| 10. MA. plaque. | 21. Self d'antennes à fiches. |
| 11. Shunt pour MA. | 22. Variomètre d'antenne. |

Le primaire du transformateur est alimenté par un groupe convertisseur transformant le courant continu du bord en courant alternatif basse tension 600 périodes.

Nous avons vu précédemment la partie électrique, nous n'y reviendrons pas.

Le filament est alimenté directement en alternatif brut par une petite commutatrice à travers un transformateur abaisseur donnant une tension d'une vingtaine de volts pouvant être ajustée grâce à un rhéostat placé dans le primaire d'une valeur de 7 ohms 5. La tension aux bornes de la lampe doit être de 17 volts, l'intensité absorbée 7,1 ampères.

Le poste est prévu pour fonctionner avec une antenne ayant les caractéristiques suivantes : capacité 4 à $\frac{5}{10.000}$ de microfarad fonda-

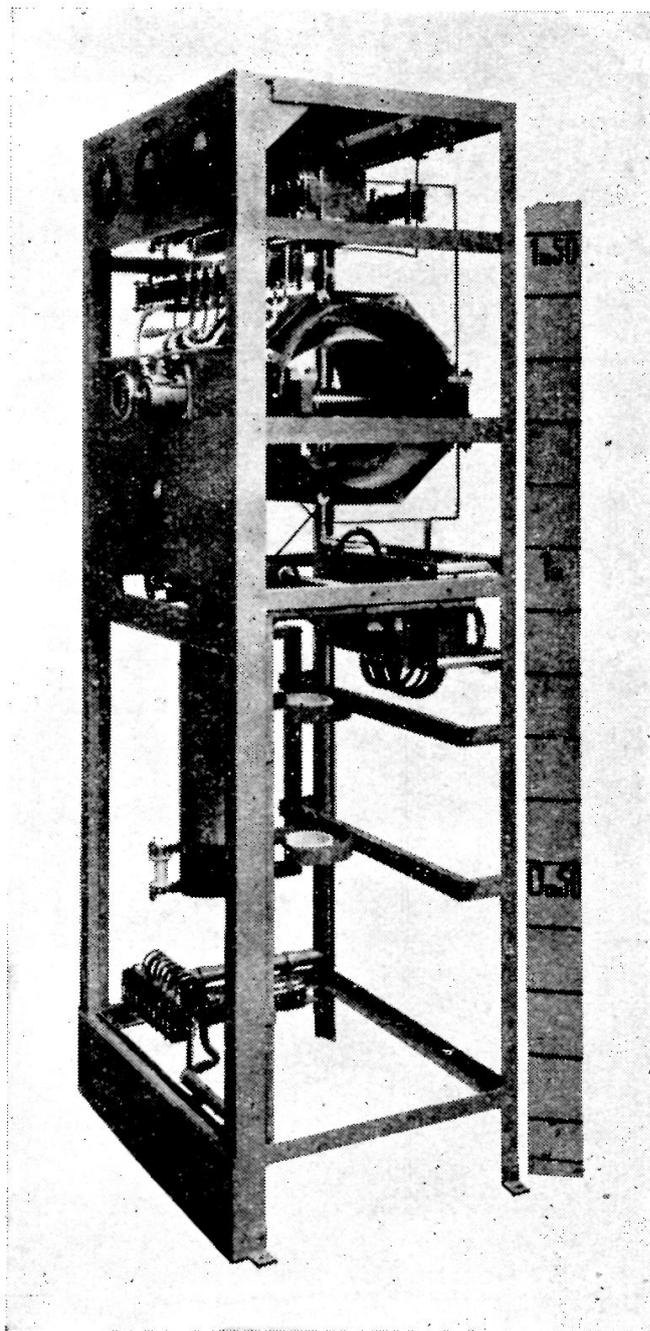


Fig. 34. — Poste B41K8 (vue de trois-quarts).

mentale de 250 mètres environ, l'intensité antenne varie entre 4 amp. et 4 amp. 5.

Les organes de protection sont : 1° sur le transformateur filament deux condensateurs en série disposés sur le secondaire du transformateur avec point milieu à la terre.

2° Deux condensateurs en série avec point milieu à la terre sur l'induit du moteur shunt.

3° Deux lampes en série avec point milieu à la terre sur l'induit de l'alternateur.

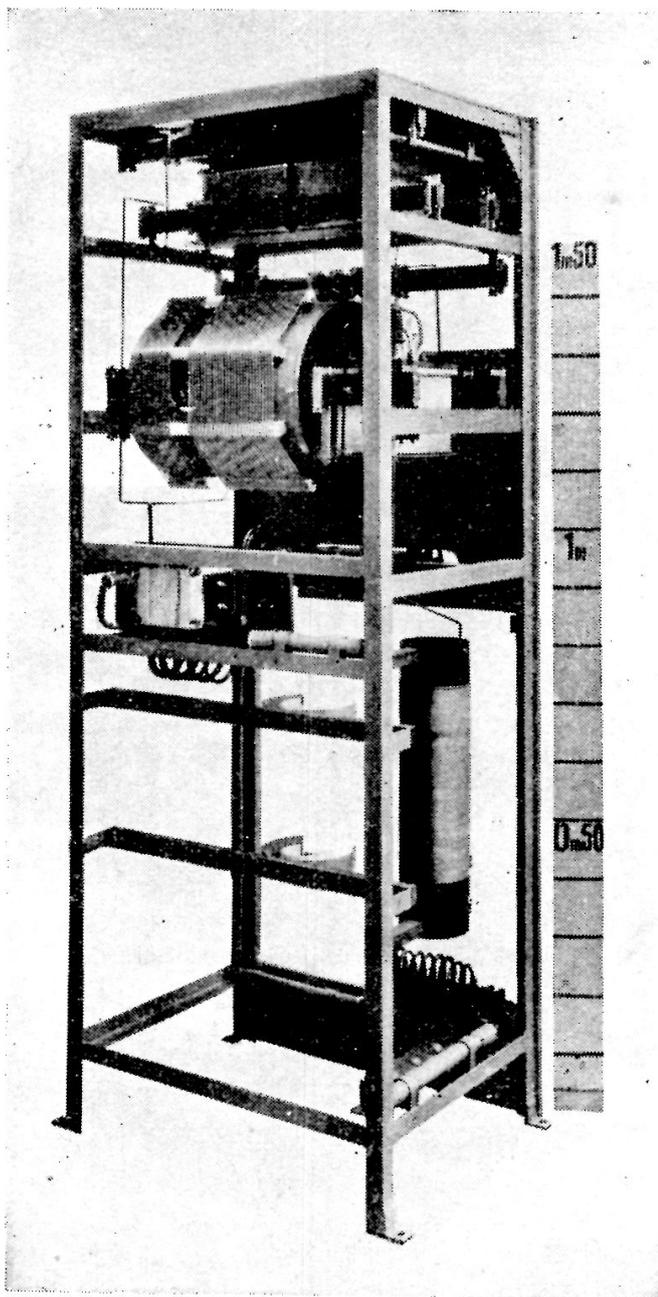


Fig. 35. — Poste B41K (vue arrière).

Ces condensateurs et lampes évitent aux organes aux bornes desquels ils sont placés les retours de haute fréquence pouvant occasionner des surtensions dangereuses et des claquages.

Mise en route. — Vérifions si tout est correct (rhéostats, fusibles, etc.), si oui fermons l'arrivée du secteur sur le tableau continu :

Démarrons le groupe avec l'interrupteur situé à gauche de notre tableau. Démarrage en trois positions, tournons une fois, attendons quelques secondes que le moteur ait pris de la vitesse, puis position 2, quelques secondes d'attente puis position 3, la vitesse est normale.

Nous pouvons faire varier la vitesse de notre groupe au moyen du rhéostat de vitesse (champ) placé à gauche de notre tableau.

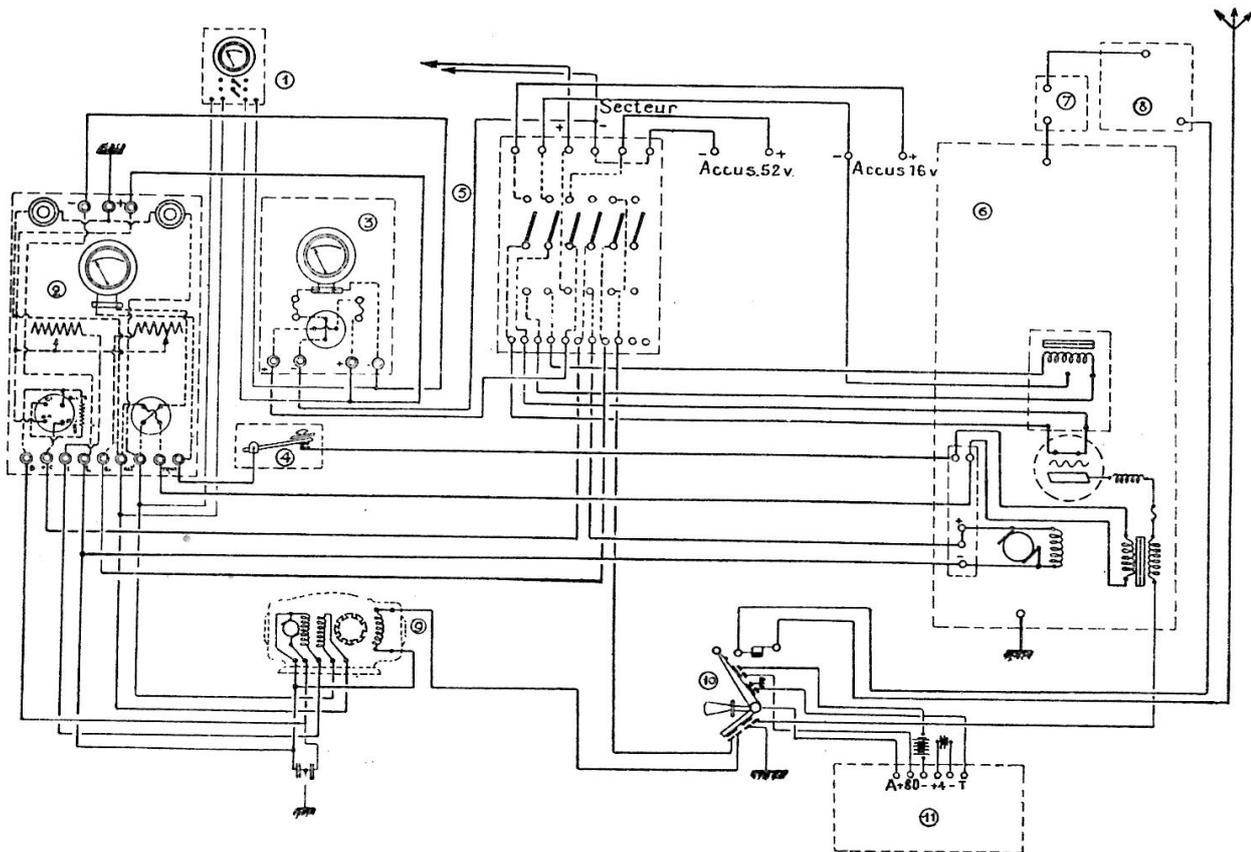


Fig. 36. — 1. Voltmètre alternatif continu ; 2. Tableau de commande ; 3. Tableau d'arrivée de courant ; 4. Manipulateur ; 5. Tableau hexapolaire ; 6. Meuble d'émission ; 7. Variomètre ; 8. Self d'antenne ; 9. Groupe C 1/50 ; 10. Couteau T. a. R. ; 11. Boîte de réception.
Installation générale du 1341 K

Fermons l'interrupteur général courant alternatif. Régions au moyen du rhéostat placé sur le meuble émission la tension aux bornes du filament.

Plaçons le commutateur 10 émission-réception sur émission et appuyons sur le manipulateur.

Observons la lampe, la plaque de celle-ci doit rougir légèrement, si la lampe a des lueurs bleues, couper tout et changer la lampe.

Pannes. — Nous avons vu celles du circuit électrique, voyons rapidement celles du poste proprement dit.

Pas de tension sur la plaque de la lampe émettrice. Vérifier le fusible HT placé sur la self d'arrêt dans le meuble émission ; transformateur en court-circuit ou coupé.

Vérifier que les fiches du circuit oscillant et d'antenne correspondent sinon le courant n'est pas normal à l'ampèremètre d'antenne.

La lampe ne s'allume pas, fusibles coupés, transformateur en court-circuit, condensateurs shunts claqués, rhéostat coupé.

Poste émetteur S. A. D. I. R. de 1 KW type E 288

Ce poste construit par la Société S. A. D. I. R. possède 8 longueurs d'ondes repérées et peut fonctionner : 1° en ondes entretenues pures A1, en ondes entretenues modulées A2 et en téléphonie commerciale.

La gamme d'ondes se décompose en 3 ondes entre 120 et 220 mètres et 5 ondes entre 550 et 1.200 mètres.

La manœuvre de l'émetteur-marche-choix de l'onde arrêt se fait en télécommande par boutons poussoirs.

Constitution de l'émetteur. — Il comporte un étage maître oscillateur, un étage intermédiaire servant à la manipulation, un étage amplificateur et un dispositif de couplage avec l'aérien.

Maître oscillateur équipé avec un tube pentode PE 06/40 fonctionnant en oscillateur doubleur. La partie oscillante utilise un montage dit ECO. Le doublage de fréquence a lieu grâce au circuit anodique.

Le maître oscillateur possède autant de circuits accordés différents qu'il y a d'ondes pré-réglées, le passage d'une onde à l'autre se faisant par l'intermédiaire de commutateurs manœuvrés par la commande électromécanique.

Étage intermédiaire équipé d'un tube pentode PE 1/80 dont la grille de commande est excitée par la tension recueillie aux bornes du circuit oscillant anodique du tube oscillateur, donc sur une fréquence double de celle générée par ce même tube. L'accord du circuit se fait à capacité constante par variation de la self bobinée sur un noyau en poudre de fer aggloméré. Le changement d'ondes s'opère en permutant la self.

Amplificateur final équipé de deux tubes TB 2/500 montés en parallèle et excités par l'étage précédent. Le circuit anodique de l'étage intermédiaire sert de circuit grille à l'amplificateur final suivant un montage spécial faisant l'objet d'un brevet S. A. D. I. R. qui a pour avantage principal d'assurer une neutrodynation absolument correcte de l'amplificateur final dans toute la gamme de fonctionnement.

Le circuit accordé comprend une self variable et deux condensateurs pris en série. Le circuit oscillant d'anode est relié aux plaques des tubes par un condensateur de liaison à fort isolement tandis que les deux anodes sont alimentées en parallèle à travers une self de blocage.

Dispositif de couplage à l'antenne. — Consiste en une self variable qui permet de mettre l'antenne en résonance sur la fréquence d'émission.

Manipulation télégraphique.

— S'effectue directement dans le circuit de cathode de l'étage intermédiaire. Pendant les blancs de manipulation ce circuit est ouvert, ce qui a pour effet de supprimer tout rayonnement de l'antenne.

Modulation basse fréquence.

— En régime télégraphique la modulation s'effectue sur la grille d'arrêt du tube amplificateur intermédiaire PE 1/80 grâce à un ensemble modulateur composé d'un tube 6 C 5 monté en oscillateur Colpitts et d'un tube 6 L 6 amplificateur. La tension de modulation est appliquée à la grille d'arrêt convenablement polarisée par l'intermédiaire d'un transformateur inséré dans le circuit plaque du tube 6 L 6.

Téléphonie. — Le poste émetteur peut transmettre en téléphonie grâce à un modulateur contrôlant la tension d'anode de l'amplificateur final et comprenant un tube 6 J 7 excité par un microphone à cristal attaquant un tube 6 C 5 dont le transformateur du circuit anodique attaque à son tour en symétrique les grilles de 2 tubes 3033 A (pushpull classe A) un étage final push-pull classe B équipé de 2 tubes MC 1/60 permet de moduler l'émetteur à 100 %.

Alimentation de l'émetteur. — Un transformateur général de chauffage alimente tous les tubes HF, le poste ne peut fonctionner que sur le courant alternatif.

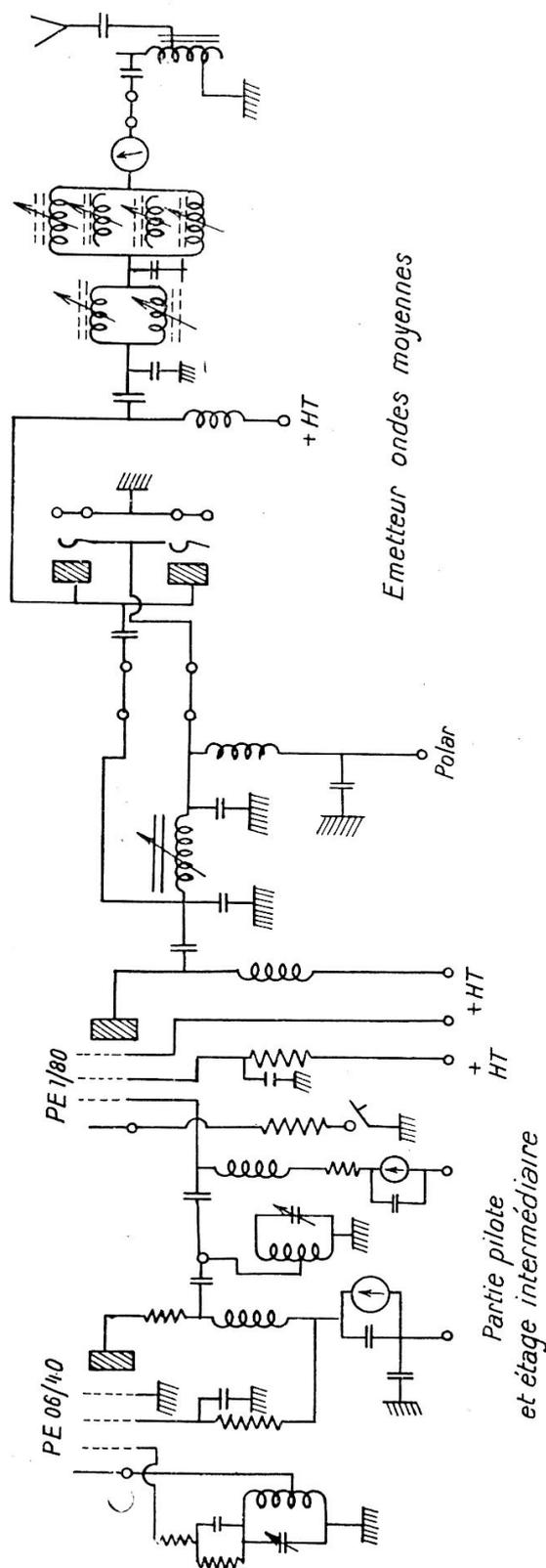


Fig. 37 A. — Schéma du poste SADIR type C228.

Quatre redresseurs alimentent le poste, le n° 2 alimentant le maître oscillateur valve 5 Y 3 GB. Quatre tubes à néon régularisent cette tension.

Le redresseur n° 2 alimentant l'étage intermédiaire équipé de 2 tubes DCG 4/1.000 à vapeur de mercure.

Le redresseur n° 3 redresseur de polarisation, un tube 5 Y 3 GB.

Le redresseur n° 4 de haute tension alimentant l'amplificateur final 4 tubes DCG 4/1.000. Le transformateur HT divisé en 4 enroulements permet de produire les puissances 10 %, 25 %, 50 %, 100 % de la puissance normale.

Un dernier redresseur est destiné à alimenter le modulateur basse fréquence, il comprend : un premier redresseur avec une 5 Y 3 G B pour l'étage préamplificateur et premier étage et un second redresseur pour les étages push-pull équipé avec 2 tubes DCG 4/1.000.

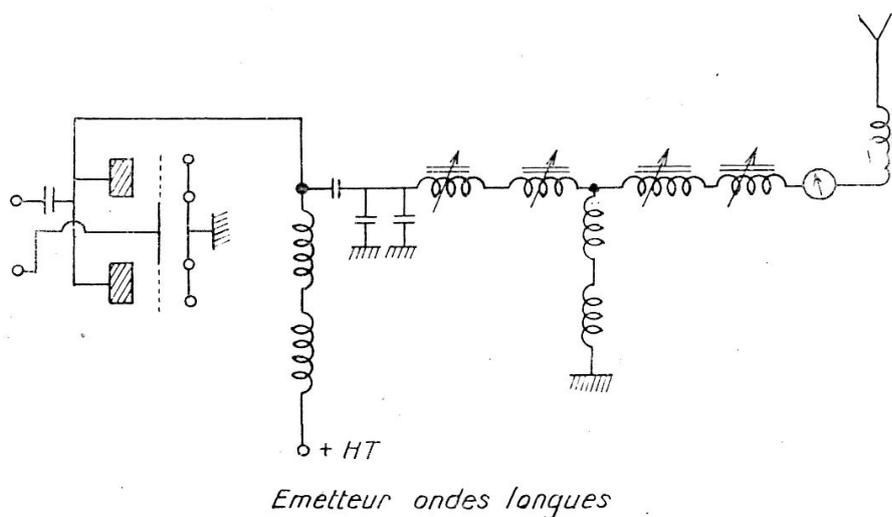


Fig. 37 B. — Émetteur SADIR type E228. Partie ondes longues.

Ondemètre de réglage. — Un tube 6 E 8 équipe cet ondemètre destiné à permettre de manier avec précision la fréquence du maître oscillateur et par suite à régler avec précision l'émetteur sur une onde donnée.

Mise en route. — En appuyant sur le bouton « Veille » on provoque l'alimentation d'un premier relais qui alimente le transformateur de chauffage. Le redresseur de polarisation et le redresseur HT maître oscillateur.

Un 2^e contact retardé rend possible l'excitation d'un 2^e relais au moyen d'un bouton marche. Ce 2^e relais alimente les redresseurs des étages intermédiaire et final. Les interrupteurs de postes, les relais de contrôle de la polarisation et de surintensité de l'étage final agissent également en contrôle permissif de l'excitation du relais marche.

La mise à l'arrêt s'obtient par la désexcitation du relais « Veille ».

Enfin, étant sur « Marche » il est possible de revenir à la position « Veille » et couper les deux étages amplificateurs.

Les variations de la puissance émise ainsi que la nature de l'onde émise s'obtiennent également par deux jeux de relais.

Installations pratiques à bord des navires

Très souvent les installations radioélectriques à bord des navires laissent à désirer, non pas par le matériel employé, mais par la mauvaise disposition de ce matériel dans le local servant de poste de T. S. F.

La cabine radio très exiguë, laisse à peine la place à l'opérateur pour bouger, la table d'écoute disposée dans le sens du roulis oblige celui-ci à se cramponner lorsque le navire roule.

Les appareils sont peu ou pas accessibles, la Société qui monte les appareils semble admettre que ceux-ci n'auront pas besoin d'être vérifiés en cours de voyage, les batteries d'accumulateurs sont placées dans une chambre quelconque.

Nous demandons donc une étude préalable avant l'installation d'un poste à bord d'un navire et un local spécial pour loger les batteries d'accumulateurs et les moteurs où ceux-ci seront accessibles par tout temps.

Il serait d'ailleurs normal de demander l'avis des officiers radiotélégraphistes utilisateurs des appareils en service.

Stations radioaériennes

Généralités. — La radiotélégraphie à bord des aéronefs a pris au cours de ces dernières années une importance capitale.

A l'origine, elle fut purement informatrice, rôle assez effacé car l'infrastructure météorologique était rudimentaire, les terrains d'atterrissage rares, le radioguidage à ses débuts.

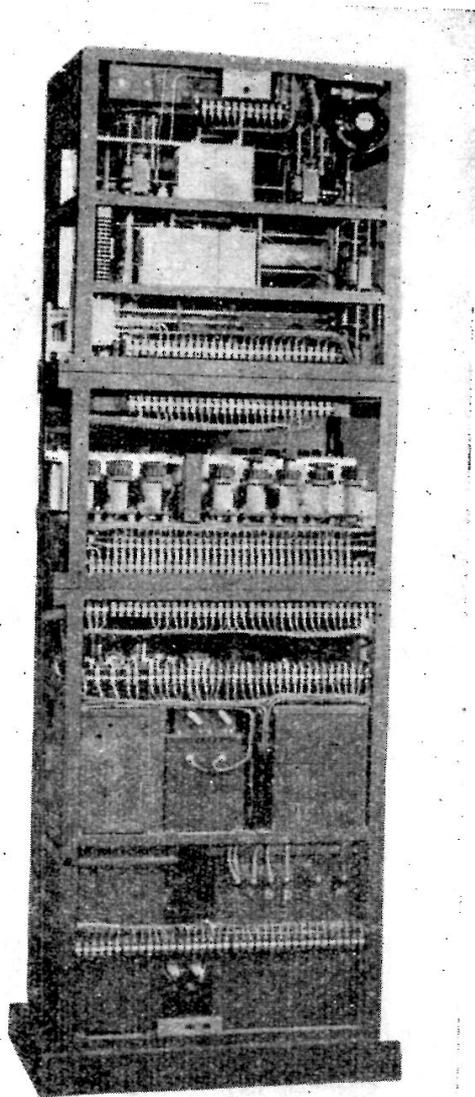


Photo SADIR

Fig. 38 A. — Émetteur SADIR
type E228 (vue arrière).

L'aviation se développant parallèlement à la radiogoniométrie et à la météorologie, la navigation aérienne quitta l'empirisme pour devenir une science.

Grâce au radiogoniomètre, sans effet de nuit, la navigation au long cours est devenue une réalité.

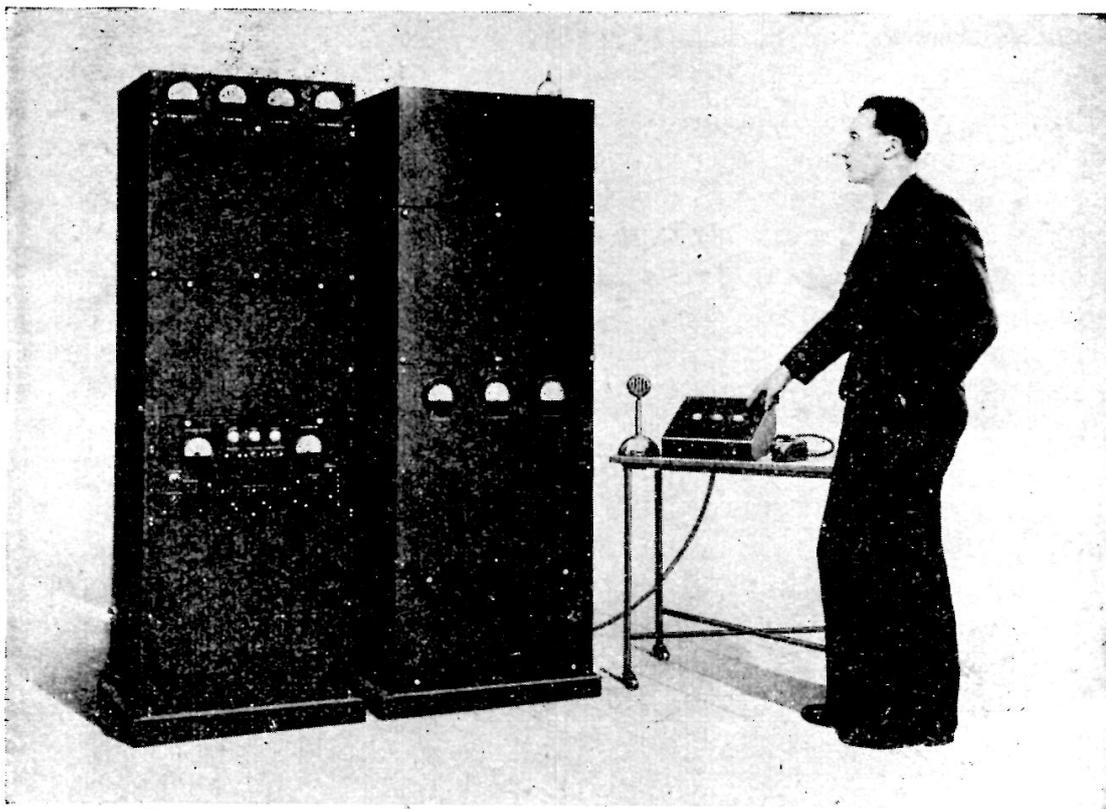


Photo SADIR.

Fig. 38 B. — Émetteur SADIR type E228, poste monté état de fonctionnement. On remarquera à droite la commande à distance type S. T. S. que l'opérateur manœuvre.

La navigation se fait de la façon suivante :

L'avion en ligne de vol, le cap sur un point déterminé, rectifie périodiquement sa position par points radiogoniométriques, il est tenu au courant des perturbations atmosphériques et peut éviter les plus violentes.

Il lui est possible évidemment de faire des observations astronomiques, mais il faut que les conditions soient favorables, en 10 minutes, si celles-ci sont bonnes il peut avoir un point.

La navigation orthodromique est possible, l'arc de grand cercle peut être suivi intégralement, l'avion se déplaçant dans les trois dimensions.

Au dernier tronçon suivi de l'arc de grand cercle l'avion peut être guidé radiogoniométriquement si le temps est trop mauvais (brume au sol). Pour poser l'appareil sur le terrain la méthode ZZ est utilisée sur les aérodromes français, dans l'avenir des méthodes radioélectriques

plus mécaniques seront employées, elles permettront sans nul doute une plus grande cadence d'atterrissage (Radars ou radiobalises).

La navigation transocéanique. — La guerre terminée nous pouvons regarder hardiment vers l'avenir.

L'avion est un engin de transport servant pour les grandes et moyennes distances.

Nous pouvons dès maintenant nous rendre compte comment se fera la navigation aérienne pour les transports transocéaniques.

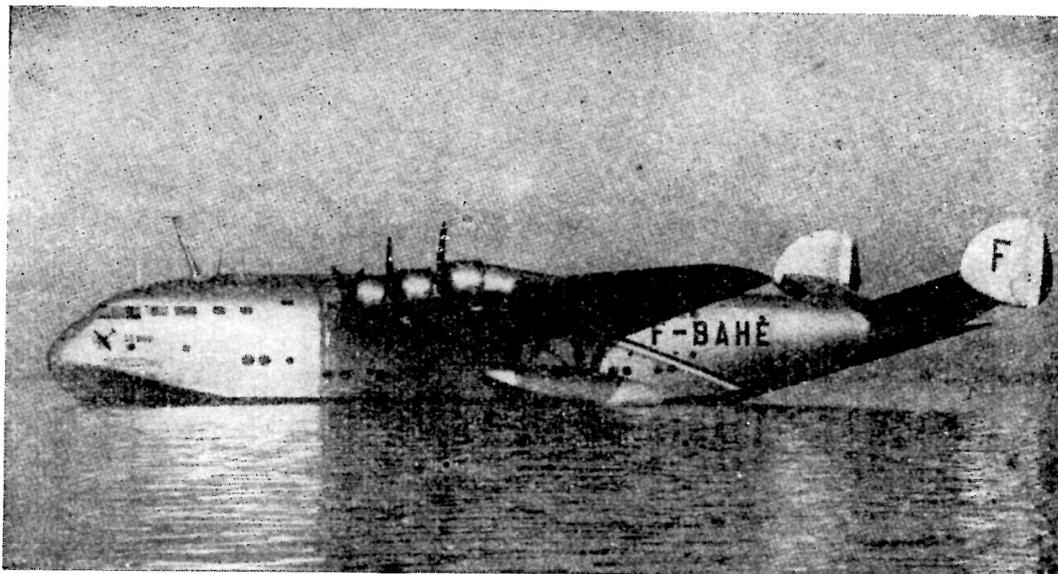


Photo Mers et Colonies, 1943.

Fig. 39. — L'un des prototypes « transatlantique » construit en France, (1)
l'hydravion SE200 66 tonnes.

Le dernier construit FBAIY vient de terminer des essais satisfaisants. On envisage la construction d'hydravions de 150 tonnes.

De puissants radiophares seront installés aux carrefours des routes continentales, par exemple, en Irlande, Ecosse, Norvège, à Brest, au Cap Finistère (Espagne), Saint-Vincent (Espagne) et de l'autre côté aux Etats-Unis, Mexique, Canada, etc.

Ces radiophares dits de route serviront de pôle aux avions se dirigeant vers l'Europe et vers l'Amérique (navigation en homing). Les avions ou hydravions à grande capacité de transport se suivant toutes les heures ou demi-heures n'auront qu'à relever au zéro du radio-compass le radiophare servant de pôle pour suivre automatiquement l'arc de grand cercle où route orthodromique la plus courte.

Des stations radiogoniométriques judicieusement placées, Bermudes, Açores, Irlande, Angleterre, France, Portugal, etc., relèveront périodiquement chaque appareil à court intervalle de temps et lui passeront

(1) Extrait de *Mers et Colonies*, de la Ligne Maritime et Coloniale.

le point radiogoniométrique. L'avion pourra utiliser des procédés radio-électriques spéciaux tel le Decca ou GEE.

L'aéronef renseignera ces stations sur tous les incidents de vol, tandis que réciproquement la station radiogoniométrique indiquera à celui-ci les perturbations atmosphériques les plus violentes, la position des autres aéronefs et tous renseignements concernant la navigation aérienne.

Dans le cas de panne, l'aéronef transmettant avant l'amérissage une série de traits après le SOS sera relevé, situé sur la carte et sa position transmise aux navires en mer pourra immédiatement être secouru.

Depuis le 20 mai 1939, la ligne transatlantique New-York-Lisbonne a transporté en trois ans 18.647 passagers en 675 traversées sans incident, sauf à un amérissage à Lisbonne en 1943 où la radio ne saurait être mise en cause.

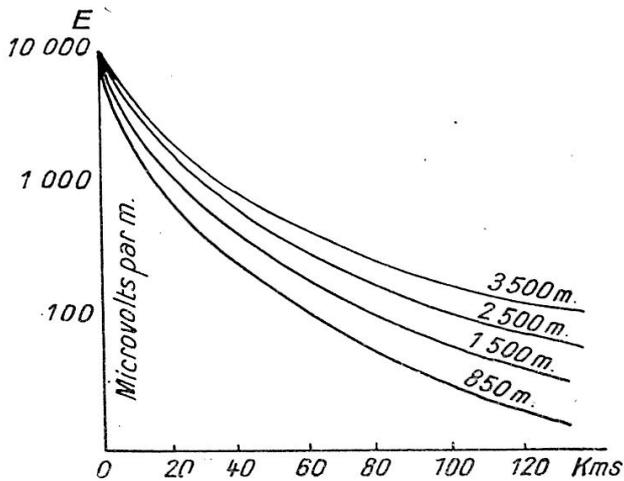


Fig. 40. — Courbes donnant le champ électrique en microvolts en fonction de la distance et de l'altitude.

Le champ électromagnétique en altitude. — Avant de décrire les postes de bord d'aéronef, il est logique de voir comment s'effectuent les liaisons entre l'aéronef en vol et le sol.

Les résultats de nombreuses expériences sont indiqués dans les deux graphiques ci-contre.

Nous voyons que pour une distance donnée, le champ électrique en microvolts est

d'autant plus grand que l'avion est à une plus grande hauteur.

Nous pouvons en conclure que pour les grands parcours transocéaniques, les liaisons radioélectriques seront d'autant plus faciles que l'avion sera à une grande altitude, ce qui d'autre part, améliorera sa vitesse, l'aéronef se déplaçant dans un milieu moins dense.

Description d'un poste de bord type Farman 2233 d'Air-France.

— Les postes installés à bord des aéronefs sont de nombreux modèles (SFR-SIF-SARAM, etc.), nous décrirons une installation complète.

Relevons dans la nomenclature un nom d'aéronef effectuant un trajet moyen. F. AMOU, par exemple. Hydravion Leo 242 ligne Mar-

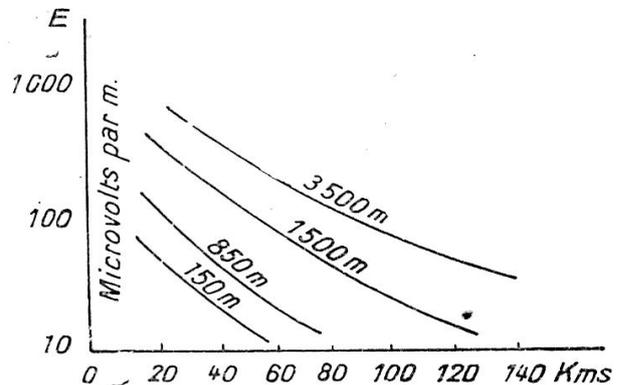


Fig. 41. — Autre courbe donnant le champ électrique en microvolts en fonction de la distance et de l'altitude.

seille-Alger, quadrimoteur d'Air-France. Nous trouvons à bord, un émetteur pouvant transmettre sur 4 ondes différentes 322 Kcs (932 m.), 327 Kcs (917 m.), 333 Kcs (901 m) ⁽¹⁾ 500 Kcs (600 m.). Une particularité sur 600 mètres émission sur entretenues modulées seulement (appels de détresse ou transmission concernant la navigation maritime). L'avion est muni d'un radiogoniomètre Δ.

| | | | | | | | | | | |
|-------------------------|-----------|-------|------|---|----|----|------------|-------------|--------------------|-----------------------|
| F-AMOU ⁽²⁾ Δ | 322 (932) | A1 A2 | 0,05 | F | CP | 20 | Air-France | (Marseille) | eo LH. 242***** | Propr.: Air-France |
| | 327 (917) | A1 A2 | | | | | | | | |
| | 333 (901) | A1 A2 | | | | | | | | |
| | 500 (600) | A2 | | | | | | | | |

Description du poste SARAM type 3-12. — Le poste SARAM type 3-12 est un ensemble émetteur récepteur (télégraphie, téléphonie) destiné à fonctionner à bord des aéronefs, soit sur antenne pendante, soit sur antenne fixe.

L'installation se compose d'une boîte de commande principale, un émetteur, un récepteur (en deux éléments), un dispositif d'alimentation de l'émetteur, un dispositif d'alimentation du récepteur, des accessoires, câblages, laryngaphonies, casques, manipulateurs.

Boîte de commande. — Elle permet de réaliser : 1° Émission, réception ; 2° Trafic normal, trafic rapide ; 3° Réception, arrêt réception, trafic, réception gonio ; 4° Émission en ondes A1, A2 et A3.

Émetteur. — C'est un émetteur pilote caractérisé par la présence d'un étage amplificateur intermédiaire doubleur de fréquence. L'amplificateur final peut fournir 160 Watts antenne gamme. En OC de 20 à 80 mètres—; OM 575 à 970 mètres. Le poste est prévu pour une antenne pendante de 100 mètres et une antenne fixe.

En ondes A2, la modulation est de 1000 périodes. Il est possible d'avoir 6 longueurs d'ondes repérées à l'avance.

Description détaillée de l'émetteur. — Les lampes utilisées sont : un tube 89 pilote, un tube 89 amplificateur, intermédiaire doubleur de fréquence, 2 tubes PE 1/75 amplificateur de puissance, un tube 89 amplificateur de modulation télégraphique et téléphonique, un tube 6 C 5 contrôle auditif, visuel d'accord et de manipulation, un tube EBL 1 de sécurité limitant la dissipation anodique des lampes de puissance.

Meuble d'émission. — Sur le panneau avant : 1° Une borne antenne à relier au récepteur ; 2° La borne antenne à joindre au rouet ; 3° Le

(1) Onde normale aéronautique.

(2) La fréquence de réception des ondes ultra-courtes d'atterrissage est de 33,3 et 38,0 Mc/s.

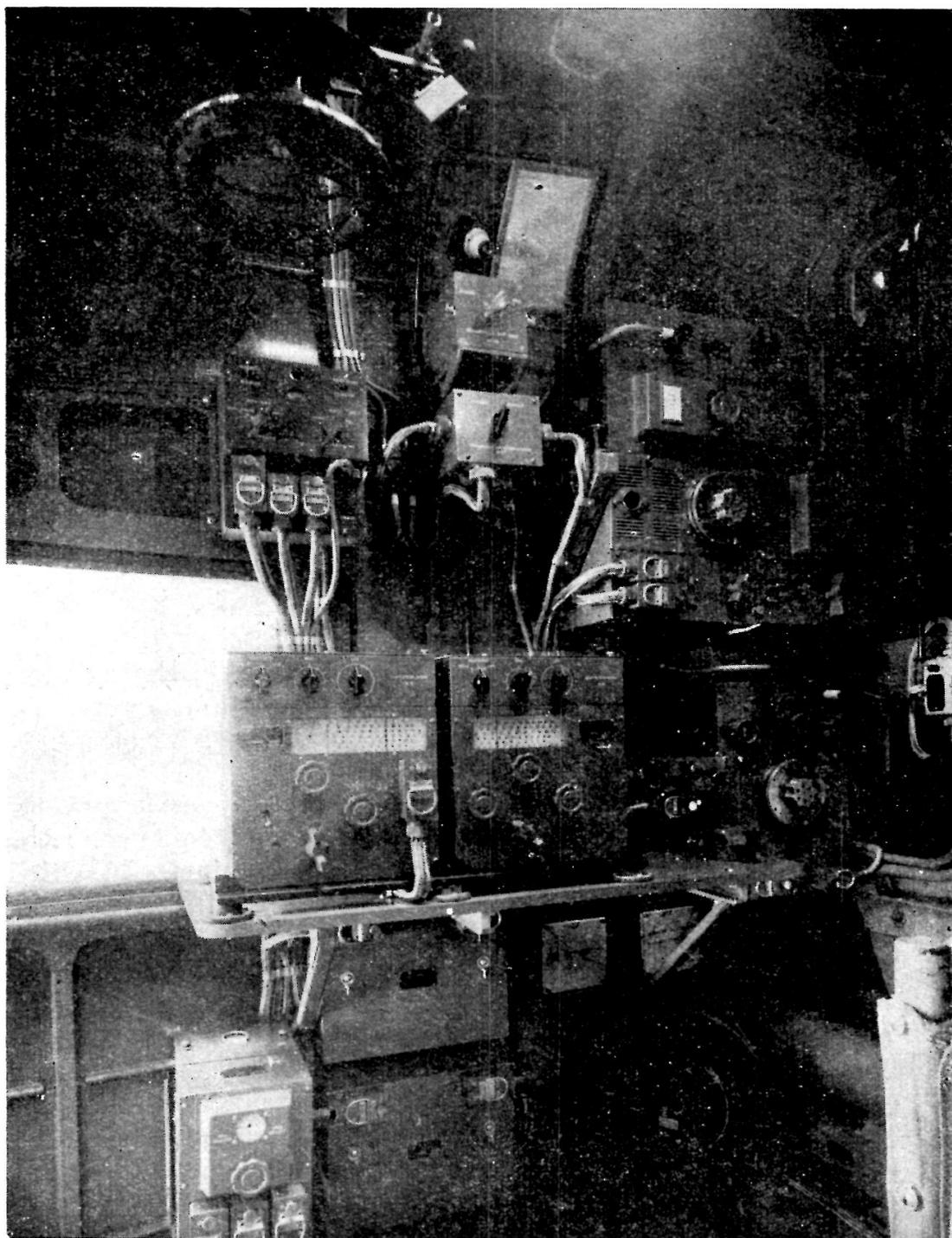


Photo Air France.

Fig. 42. — Avion Farman 2233 A. F. Poste SARAM 3/11.
En *haut*, le cadre du radiogoniomètre, en *bas*, le rouet d'antenne.

bouton démultiplicateur commandant l'accord ampli ; 4° l'ampèremètre d'antenne ; 5° le milliampèremètre d'anode des lampes de puissance ; 6° Le compartiment gauche des lampes contenant les tubes EBL1-6 G 5, 89 modulation, 89 pilote ; 7° Le bouton d'accord pilote doubleur avec système à encliquetage 6 longueurs d'ondes repérées ; 8° Le compartiment de droite des lampes contenant les tubes 89 doubleur et les deux PE 1/75 amplificateurs de puissance. L'inverseur modulation extérieure et intérieure ; 10° La manette de commande du réglage de puissance ; 11° L'inverseur arrêt marche ; 12° Le voyant contrôlant la position marche ; 13° La manette de commande du commutateur des sous-gammes et des combineurs d'accord antenne ; 14° Le tableau de réglage des longueurs d'ondes repérées ; 15° Les différents fichiers d'alimentation et de liaison et la borne de prise de masse.

Fonctionnement. — Dans l'étage pilote les oscillations sont entretenues par réaction de cathode, cet étage fonctionne sur des longueurs d'ondes doubles des longueurs d'ondes utilisées. La tension de la grille accélératrice est augmentée sur les gammes 1 et 6, grâce à un commutateur relié à un potentiomètre. L'étage intermédiaire est relié à l'étage pilote par une liaison capacitive, il fonctionne sur des fréquences doubles de celle du circuit pilote.

L'amplificateur de puissance est relié à l'étage intermédiaire par liaison capacitive.

Manipulation. — En trafic normal le relais de manipulation agit sur l'alimentation des grilles accélératrices de l'amplificateur de puissance et sur l'antenne.

Lorsque le manipulateur est levé, les grilles accélératrices sont réunies au négatif commun des alimentations. L'antenne pendante est connectée à la borne antenne du récepteur.

Lorsque le manipulateur est baissé, les grilles accélératrices sont portées à un potentiel positif, l'antenne pendante est connectée aux circuits de l'émetteur, la borne antenne récepteur est mise à la masse.

En trafic rapide, les combinaisons ci-dessus restent les mêmes, de plus le 400 volts alimentant les étages, pilote, doubleur ; et le tube à rayon électronique est coupé manipulateur levé.

La modulation se fait par la grille d'arrêt des tubes de l'amplificateur de puissance au moyen d'un étage modulateur.

La réduction de puissance s'obtient par diminution du potentiel des grilles accélératrices de l'amplificateur de puissance. Les rapports des puissances sont 1/2, 1/4, 1/10, 1/20. Le contrôle auditif et visuel de l'accord et de la modulation est obtenu avec une 6 E 5 ou 6 G 5.

On utilise une portion de la cathode commune à la triode comme source d'électrons, ceux-ci sont attirés par la coupole fluorescente portée à un potentiel de 400 volts.

La surface non illuminée varie en fonction de la tension plaque de la triode, cette tension est obtenue par détection dans le circuit ca-

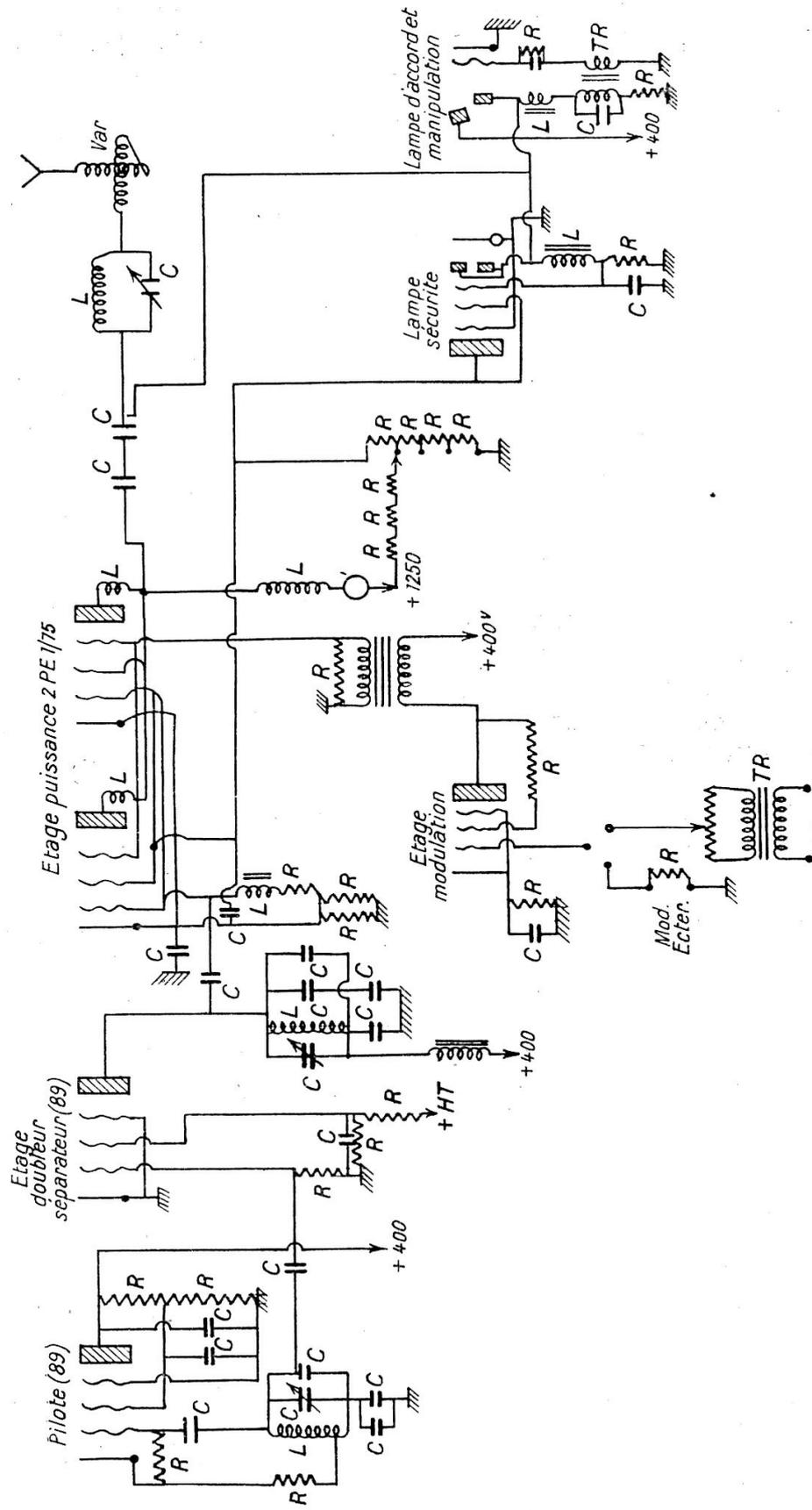


Fig. 43. — Poste émetteur SARAM de bord.

thode plaque de la triode d'une faible quantité d'énergie HF prélevée sur les circuits de puissance. La surface non illuminée est fonction de l'accord des circuits, l'accord est caractérisé par le minimum de surface du secteur obscur.

La manipulation est caractérisée en trafic normal par variation d'ouverture du secteur obscur, la coupelle restant toujours lumineuse. En trafic rapide par extinction de la coupelle fluorescente pendant les blancs de la manipulation.

Le dispositif de sécurité a pour but de réduire automatiquement la dissipation anodique des tubes de l'amplificateur de puissance si les circuits de puissance ne sont pas accordés. Ce réglage est obtenu par un réglage automatique de la tension des grilles accélératrices des tubes PE 1/75 en fonction de l'énergie HF fournie par les circuits de puissance. Les grilles accélératrices des tubes PE 1/75 sont alimentées par un dispositif potentiométrique constitué par une résistance fixe et la résistance variable cathode-plaque de l'élément pentode du tube EBL1, ce potentiomètre est alimenté sous 1.250 volts, le pôle positif étant du côté résistance fixe, les grilles accélératrices des PE 1/75 sont connectées au point commun résistance fixe anode de l'élément pentode EBL1. Le tube EBL1 contient en outre un élément diode qui détecte une faible quantité d'énergie HF prélevée sur les circuits de puissance. La tension continue obtenue ainsi aux bornes d'une résistance placée dans ce circuit détecteur est appliquée à la grille de commande de l'élément pentode EBL1 de façon telle que la résistance interne de cet élément varie en fonction directe de l'énergie HF prélevée, c'est-à-dire de l'accord des circuits d'utilisation. Ce potentiomètre automatique permet donc de limiter dans tous les cas l'énergie dissipée dans les tubes PE 1/75 et d'éviter leur surcharge. Les filaments sont chauffés directement sur le réseau du bord.

Récepteur. — Le récepteur est un superhétérodyne comportant deux étages haute fréquence (HF), deux étages moyenne fréquence (MF), deux étages basse fréquence (BF).

La sélectivité est variable, la réception des ondes entretenues à lieu par battements à fréquence musicale sur la moyenne fréquence. Le récepteur est réalisé en un bloc HF de 4 lampes, un bloc MF et BF de 4 lampes. Le bloc HF porte toutes les commandes d'accord de contrôle et de commutation ; la commande de sélectivité variable se trouve seule sur le bloc MF-BF. Nous trouvons étage HF : 2 lampes 6 K 7, changement de fréquence 6 K 7, lampe modulatrice 6 A 8. Deux étages MF : deux 6 K 7, détection et oscillateur de battement 6 F 7. 1^{er} et 2^e étage BF : 6 F 7.

La gamme est de 20 à 2.000 mètres, réalisée en 6 sous-gammes, qui sont : G1, 19 à 45 mètres ; G2, 43 à 100 mètres ; G3, 89 à 214 mètres ; G4, 198 à 460 mètres (moyenne fréquence, 625 Kcs).; G5, 427 à 1.000 mètres ; G6, 945 à 2.170 mètres (MF, 754 Kcs).

Bande passante pour la sélectivité variable : 4 à 20 Kcs λ de 20 à 200 mètres ; 2 à 10 Kcs, λ 200 à 2.000 mètres.

La sensibilité moins de un microvolt à l'entrée pour obtenir aux bornes du casque une tension de un volt.

Sur le panneau avant on trouve : 1° le cadran d'accord du récepteur et son bouton de commande ; 2° le bouton de commande de sensibilité ; 3° le bouton de commande de l'oscillateur de battement ; 4° le bouton de commande du commutateur de sous-gammes ; 5° le fichier de liaison au bloc MF-BF.

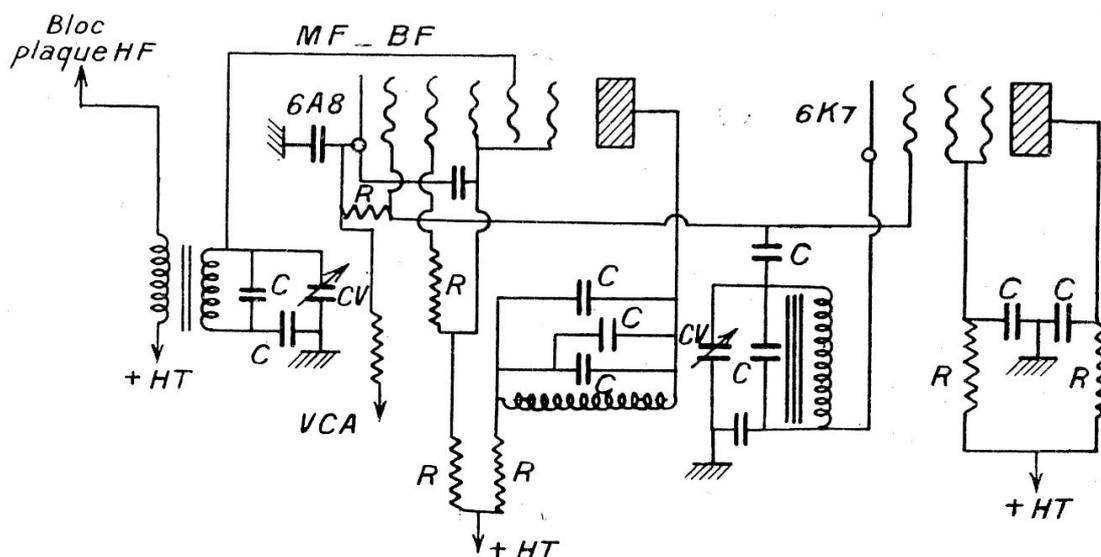


Fig. 44. — Poste récepteur de bord SARAM, partie changeuse de fréquence.

Modulatrice et oscillatrice Récepteur 3. 12. — En considérant le récepteur proprement dit, nous trouvons l'antenne couplée directement à un filtre de bande destiné à éviter tout passage direct d'énergie sur une bande de fréquence voisine de la fréquence moyenne. Ce filtre est couplé par capacité au premier circuit HF accordé par le premier élément du condensateur variable.

La tension HF prélevée sur le circuit est appliquée à la grille de commande de la première HF (6 K 7).

La première et la seconde lampe pentode HF sont montées identiquement avec un transformateur à primaire aperiodique et à secondaire accordé.

L'entretien des oscillations est provoqué par réaction de cathode. La plaque du tube 6 A 8 est alimentée par l'intermédiaire d'un circuit oscillant accordé sur la fréquence de battement.

Ce circuit est couplé par induction à la ligne à basse impédance reliant les deux blocs, elle fournit l'énergie MF au bloc MF-BF.

Cette ligne est couplée par induction au circuit d'entrée du filtre MF à sélectivité variable.

Il y a deux jeux de transformateurs MF ; le premier accordé sur 754 Kcs pour les gammes 1,2,3,4, le second accordé sur 625 Kcs gammes 5-6.

La détection a lieu par courbure de plaque.

L'élément triode de la 6 F 7 détectrice est utilisé comme oscillateur de battement pour la réception des entretenues. Le réglage de sensibilité agit simultanément sur l'amplification HF et sur l'amplification MF en faisant varier les tensions de polarisation des grilles de commande des pentodes 6 K 7.

La sélectivité variable est obtenue en faisant varier les coefficients de couplage d'un filtre MF de 4 circuits.

Alimentation. — L'émetteur est alimenté par un convertisseur type REL ; on trouve sur le socle les deux relais de démarrage automatique

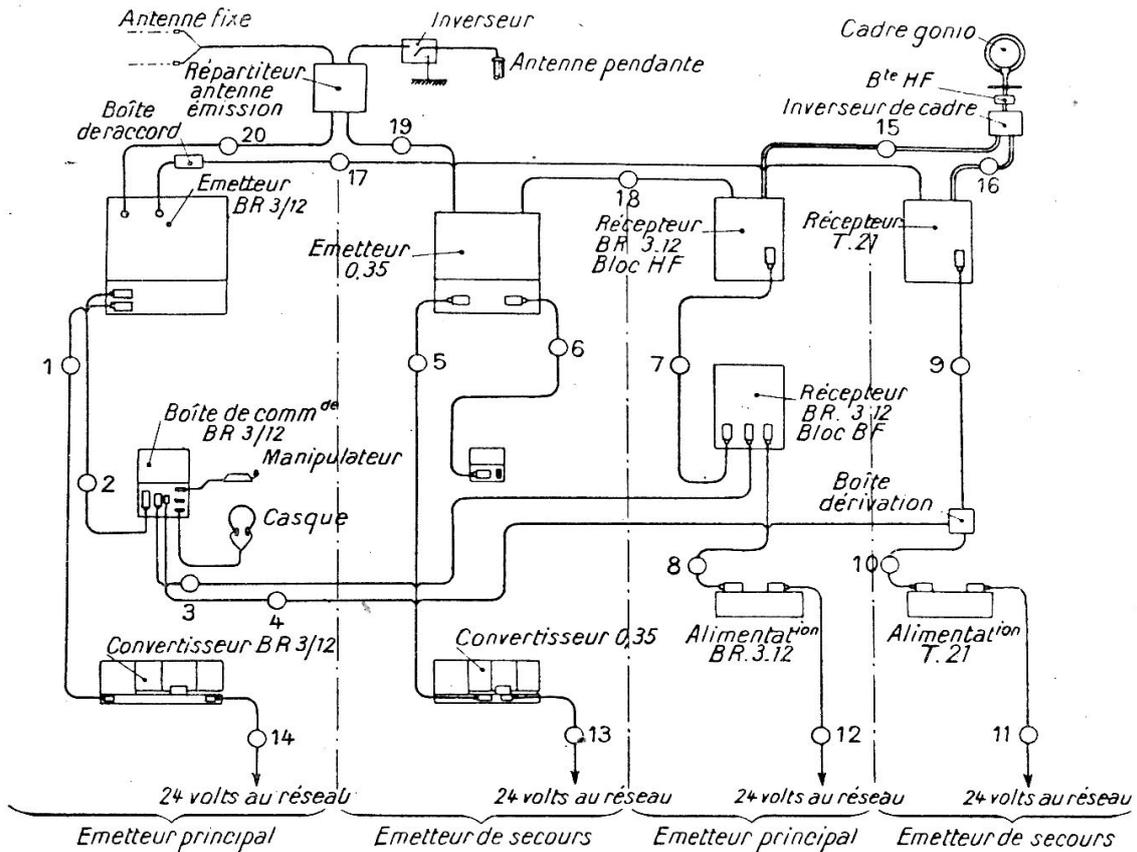


Fig. 45. — Schéma de principe de l'émetteur-récepteur Brouzavia. SARAM.

en deux temps du convertisseur. Le fusible basse tension sur le 24 volts du réseau, le fusible haute tension sur le 1.250 volts, le fusible moyenne tension sur le 400 volts.

Sur le même arbre du convertisseur, on trouve un induit moteur alimenté par le réseau du bord, un induit haute tension, ces deux induits sont à excitation commune, un induit moyenne tension 400 volts à excitation par aimants permanents, un ticker 1.000 périodes, un ventilateur.

Sous 26 volts, le groupe consomme à pleine charge 30 amp. Le récepteur est alimenté par un convertisseur 24/300 volts, comportant un dispositif de filtrage HF et BF. Un fusible BT (24 volts) un fusible

HT (300 V). Le convertisseur 24/300 est à excitation par aimants permanents.

Installation totale. — Reportons-nous à la photographie fig. 42, p. 52, de l'installation à bord d'un avion Farman d'Air-France.

Nous voyons en bas, à droite, le groupe convertisseur RE1 à demi-caché, à côté le rouet d'antenne pendante, des boîtes de dérivation, les convertisseurs 24/300 des deux boîtes réceptrices partie HF placées au-dessus, à côté de ces convertisseurs 24/300, nous voyons la partie MF-BF des récepteurs.

Les deux récepteurs avec les différents boutons de réglage, on aperçoit dans le haut de chaque récepteur, le bouton de commande du

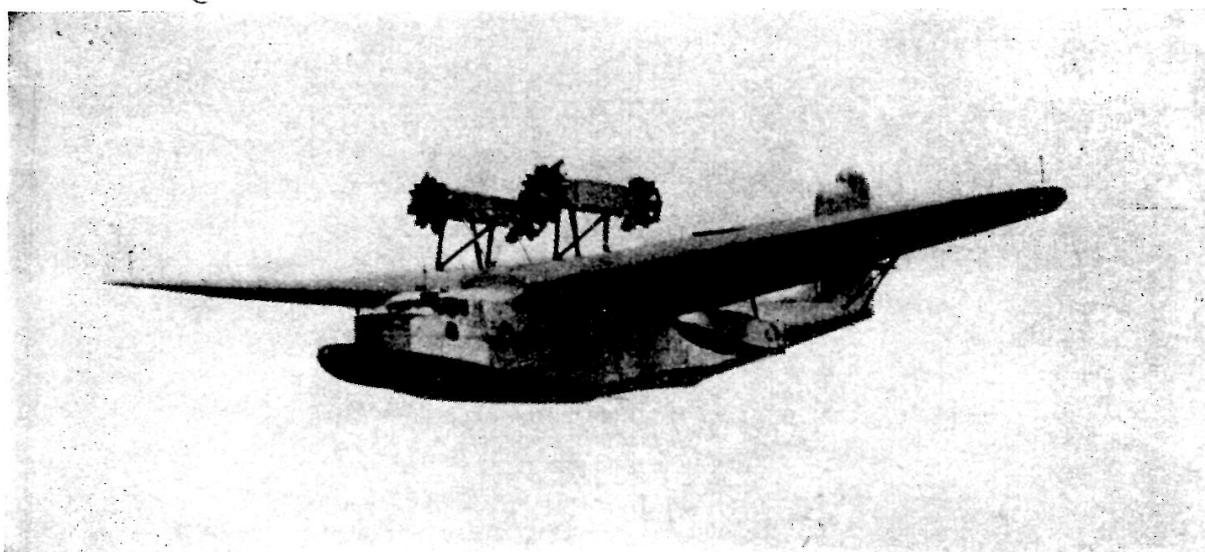


Photo Illustration.

Fig. 46. — L'hydravion FAMOU de la ligne Marseille-Alger en plein vol.

radiogoniomètre, on lit, en effet, « Veille » « Relèvement », « LVD ». Au dessus, nous voyons les boutons de commande des condensateurs, sur le récepteur, à gauche, l'inverseur modulé entretenu. Sur le récepteur, à droite, le bouton réaction, le bouton commande de volume et le bouton commandant les 6 gammes.

A droite, les manipulateurs poste émetteur secours et poste émetteur principal.

Sur le poste de secours placé sous le poste principal, le bouton à encliquetage commandant les six longueurs d'ondes.

A gauche du poste, deux boîtes de commande sur lesquelles on lit : inversée, normale, répartiteur : antenne réception cadre. Chaque boîte a un récepteur.

A gauche, la boîte de commande, émission réception, entretenues modulées, trafic rapide, trafic normal. Arrêt récepteur n° 1, récepteur n° 2.

Enfin, nous trouvons le volant commandant le cadre de radiogoniomètre calé sur l'axe de l'avion.

Récepteur Auto-Alarm pour les S. O. S.

A bord des navires à veille non permanente, le service de sécurité comporte un appareil complémentaire, dit auto-alarm, destiné à ac-

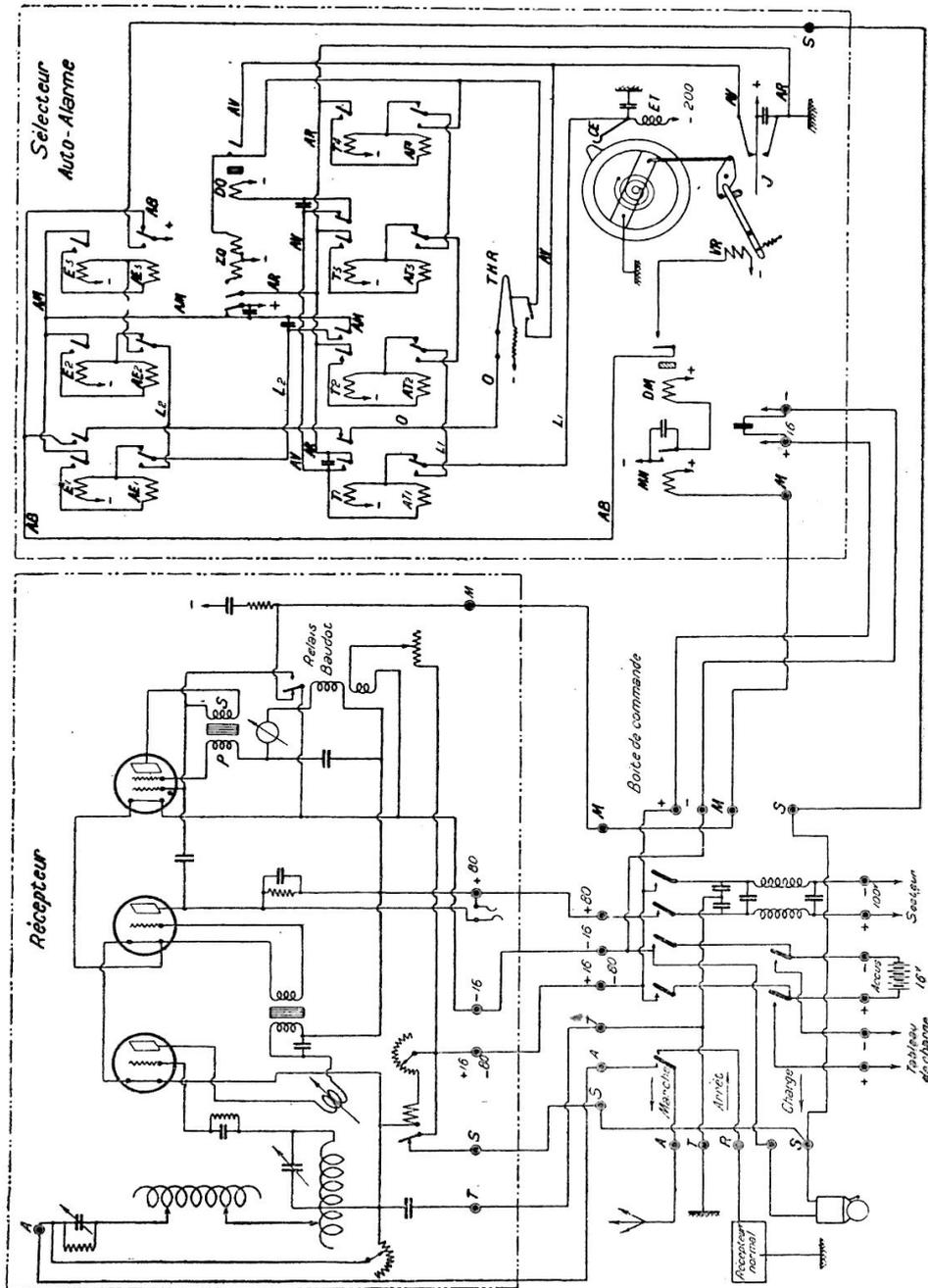


Fig. 46 A. --- Schéma général de l'avertisseur Auto-Alarm.

tionner une sonnerie lorsqu'un signal spécial est transmis sur l'onde de 600 mètres (500 Kcs).

Ce signal d'alarme comprend 12 traits d'une durée de 4 secondes,

espacés d'une seconde, le signal dure ainsi une minute, il doit être manipulé à la main avec une montre à secondes.

En France, un appareil répondant à ces conditions, a été réalisé par la S. F. R., il comprend : un récepteur spécial, un sélecteur auto-alarm et une boîte intermédiaire réunissant les deux appareils.

Récepteur. — Le récepteur comporte un circuit oscillant Oudin réglé une fois pour toute sur 600 mètres et suffisamment amorti pour recevoir les longueurs d'ondes entre 550 et 650 mètres.

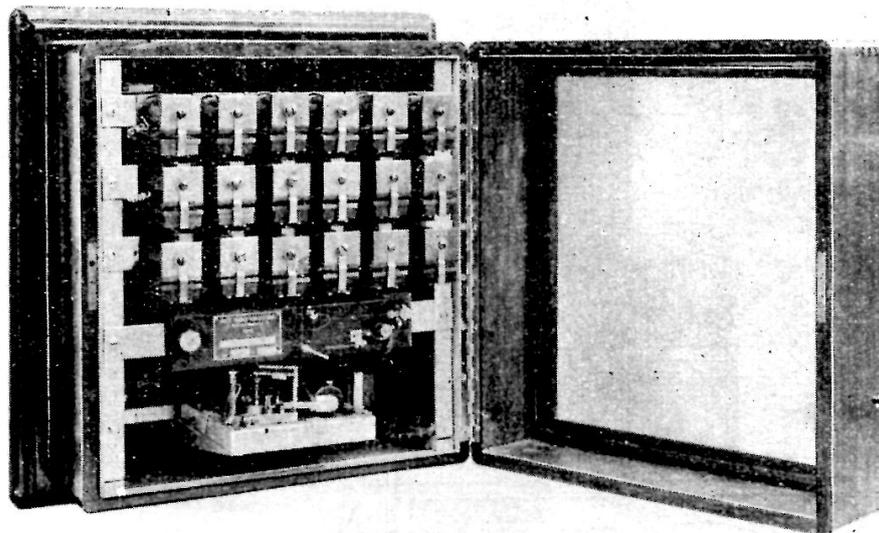


Photo SFR.

Fig. 47. — Sélecteur Auto-Alarm.

Au-dessus, les 18 relais ; *au-dessous*, le fil thermostat chauffant, commandant la durée des traits.

Ce circuit alimente une lampe détectrice suivie d'une lampe amplificatrice. Une lampe bigrille placée à la suite de cette lampe alimente un relais qui commande le sélecteur.

Les filaments des trois lampes sont en série, à travers un relais de manque de voltage, de façon que si un filament venait à se rompre, une sonnerie soit actionnée.

Sélecteur Auto-Alarm. — Le sélecteur est l'appareil chargé de sélectionner trois traits de quatre secondes séparés par des intervalles d'une seconde, sont transmis. Une certaine tolérance a été admise pour la réception de ces signaux.

On a admis comme trait de quatre secondes un trait durant au moins trois secondes et au plus cinq secondes et comme intervalle de une seconde tout espace inférieur à deux secondes.

Pour assurer les traits, un pendule est réglé pour battre la seconde, il est commandé par un relais de T. S. F. Ce pendule ferme un contact

à la fin de chaque seconde, il commande une série de relais montés en cascade, à la fin de la première seconde, un premier jeu de relais est excité, à la fin de la deuxième seconde, un second jeu de relais et ainsi de suite, si bien qu'un trait durant au moins trois secondes ferme un circuit de marquage, si le trait dure cinq secondes, un relai de zéro est excité et l'appareil est placé dans les conditions de fonctionnement initial, il en est de même si le trait n'atteint pas trois secondes.

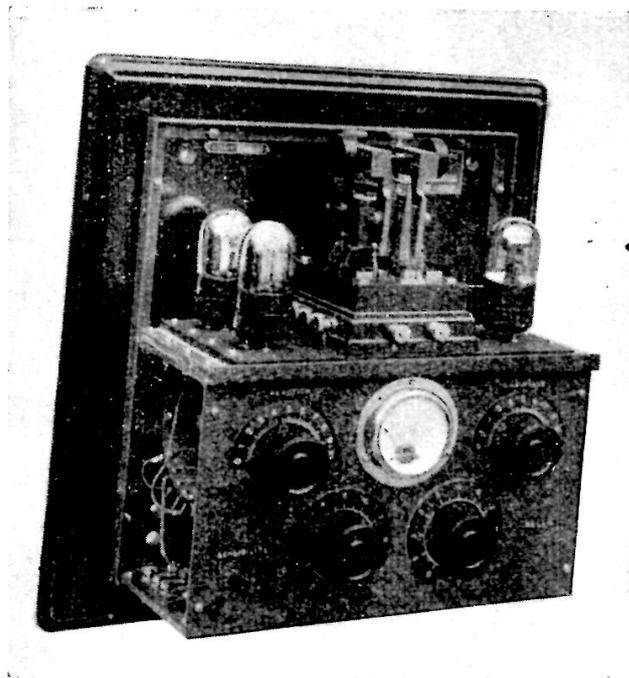


Photo SFR.

Fig. 48. — Récepteur Auto-Alarm.

Remarquer le relai qui commande le sélecteur Auto-Alarm, *en haut*, placé entre les lampes.

Le circuit de marquage commande une succession de relais montés en cascade, lors de la fermeture de ce circuit au cours de la réception d'un trait correct, un premier jeu de relais de marquage est excité, lors de la réception du second et du troisième trait d'autres relais de marquage seront excités et finalement le circuit des sonneries d'alarme sera fermé.

Celles-ci sonneront dans la cabine de l'officier radiotélégraphiste, ainsi que sur la passerelle de navigation. Entre chacun des traits quand le pendule est au repos un fil thermique conducteur est mis sous tension, ce fil s'échauffe et s'allonge progressivement, il commande un contact qui provoque la mise au repos de l'appareil si le silence dépasse deux secondes.

Boîte intermédiaire. — La boîte intermédiaire permet les combinaisons suivantes :

Mise en route de l'appareil auto-alarm.

Arrêt de l'appareil, lors de l'écoute avec le récepteur normal du bord.
Charge des accumulateurs utilisés pour le chauffage des filaments.
Elle comprend, en outre, un filtre pour l'alimentation des circuits-plaques des lampes.

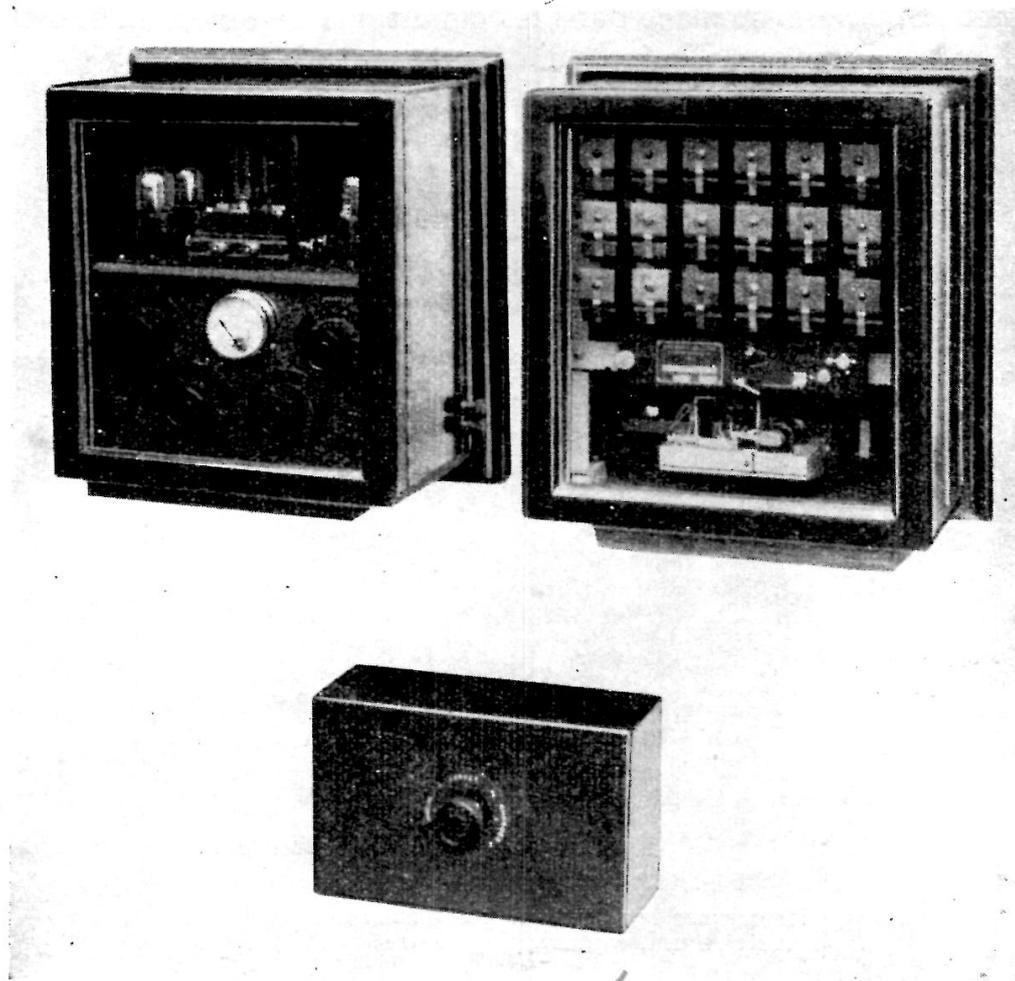


Fig. 49. — Installation générale.

Photo SFR.

Un bon fonctionnement de l'appareil est obtenu pour un réglage précis du relais Baudot.

Ces appareils sont muraux, une clé permet l'ouverture de la porte vitrée pour les vérifications et réglages.

CHAPITRE III

LA T. S. F. DIRECTRICE LE RADIOGONIOMÈTRE

Généralités

Le radiogoniomètre est un instrument de navigation indispensable aux navigations maritime et aérienne. L'installation est obligatoire sur les navires de 5.000 tonneaux de jauge brute.

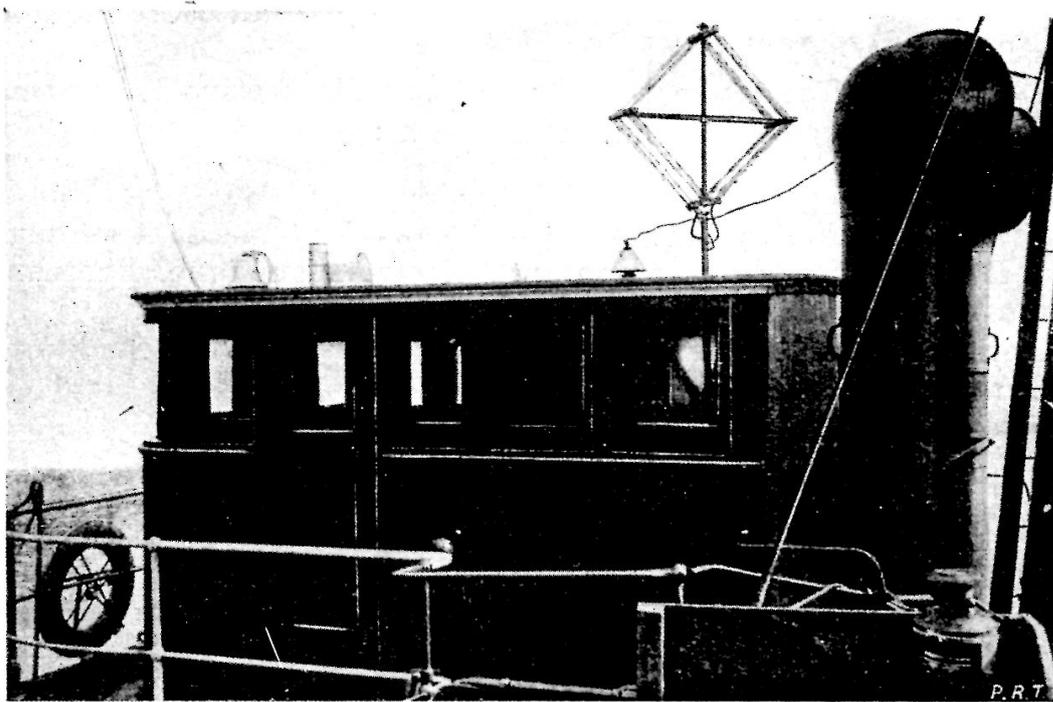


Photo S.F.R.

Fig. 50. — Radiogoniomètre de bord S. F. R. installé à bord d'un chalutier. On remarquera le cadre non blindé, un des premiers modèles de cadre utilisé à bord.

Un radiogoniomètre se compose en principe d'un cadre orientable, calé sur l'axe du mobile ou du nord vrai pour les stations terrestres servant d'alidade électrique pour relever les stations radioélectriques.

L'installation est complétée par un appareil de réception avec lever de doute et d'un amplificateur.

Principe. — Un cadre n'est autre chose qu'une grande bobine de faible largeur par rapport au diamètre.

Si le cadre possède n spires et si la surface d'une spire est s , la surface totale sera : $S = ns$.

Considérons la projection sur le sol AB d'un cadre vertical.

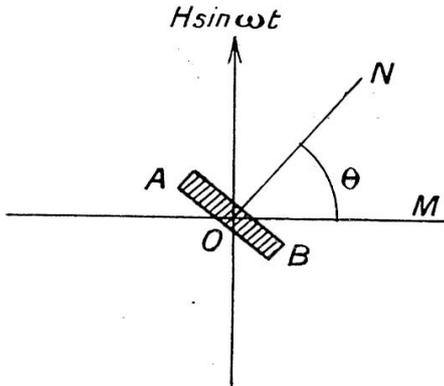


Fig. 50 A. — Principe de la réception sur cadre.

Soit ON la normale au plan du cadre, θ l'angle de cette normale avec la direction OM de l'émetteur lointain.

Le flux magnétique Φ qui traverse le cadre a pour expression

$$\Phi = SH \sin \omega t \sin \theta$$

et la f. e. m. induite dans le cadre.

$$e_c = \frac{d\Phi}{dt} = \omega SH \cos \omega t \sin \theta.$$

Pour $\sin \theta = 0$, $e_c = 0$ (lorsque le plan du cadre est perpendiculaire à la direction du poste émetteur).

Pour $\sin \theta = \pm 1$ e_c maximum (quand le plan du cadre est orienté vers l'émetteur).

Si nous considérons une antenne de hauteur effective h , en utilisant le champ électrique, la f. e. m. induite sera :

$$e_a = hE \sin \omega t.$$

Les f. e. m. induites dans le cadre et dans l'antenne sont en quadrature. Le cadre reçoit la composante électromagnétique, l'antenne la composante électrostatique du rayonnement.

Reprenons la condition $\sin \theta = \pm 1$ c'est-à-dire la condition de maxima réalisée la f. e. m. induite est :

$$e_{c \max} = \omega SH = \frac{2\pi c}{\lambda} SH.$$

si nous posons l'égalité des f. e. m. induites dans le cadre et dans l'antenne :

$$hE = \frac{2\pi c}{\lambda} SH.$$

ou encore :

$$h = \frac{2\pi S}{\lambda}$$

qui sera la hauteur effective du cadre.

Cette hauteur effective est faible, prenons un exemple :

Soit un cadre circulaire de 1 m. 50 de diamètre, 15 spires, $\lambda = 900$ mètres.

$$\text{Surface du cadre } \pi R^2 = 3,14 \times 0,75^2 = 1,758 \text{ m}^2$$

$$\text{Hauteur effective} = \frac{2\pi \times 15 \times 1,758}{900} = 0,18 \text{ m ou } 18 \text{ centimètres.}$$

C'est une hauteur bien faible compensée il est vrai par le coefficient de surtension et par l'effet directif du cadre. De plus la résistance HF du cadre est plus faible que celle d'une antenne, recevant la même onde.

Caractéristiques d'un cadre. — Un cadre peut être caractérisé par sa hauteur effective, et par son coefficient de self-induction.

L'inductance du cadre sera (formule du commandant MESNY) :

$$L = Kn^2D^2 \quad \text{avec} \quad K = \frac{1}{0,4 + 1,4 \frac{l}{d}}$$

D = diamètre moyen en mètres, l = largeur de l'enroulement en mètre. Si le cadre est carré, on a : $D = 1,25 A$.
A côté du carré.

La hauteur effective sera d'autant plus grande que S sera grand, c'est pourquoi on a intérêt à prendre un cadre circulaire, la surface est maxima pour un rayon donné.

D'autre part l'efficacité du cadre est définie par le rapport $L\omega I$ à la valeur H du champ dû à l'onde incidente, donc l'inductance et le pas seront le plus grand possible. Il est facile de calculer l'inductance du cadre en partant d'une capacité résiduelle du condensateur d'accord et des capacités parasites des connexions.

Lever de doute. — Un cadre laisse subsister un doute de 180° , on ne sait pas si la station relevée se trouve d'un côté ou de l'autre du cadre.

Pour lever ce doute on utilise une petite antenne couplée avec le cadre.

Il est nécessaire que la force électromotrice induite par cette antenne soit du même ordre de grandeur de celle reçue par le cadre. Les forces électromotrices sont en quadrature,

l'une sera déphasée de $\frac{\pi}{2}$ par rapport à l'autre.

La force électromotrice totale reçue par le récepteur est de la forme $E_r = E_c \pm E_a$.

La force électromotrice reçue par le cadre sera représentée par deux cercles ; celle reçue par l'antenne par un cercle. La résultante de ces trois cercles est une cardioïde.

Dans la direction de l'émetteur, le champ est renforcé et la réception devient $2E$.

Dans la direction opposée les champs s'annulent et la réception aussi.

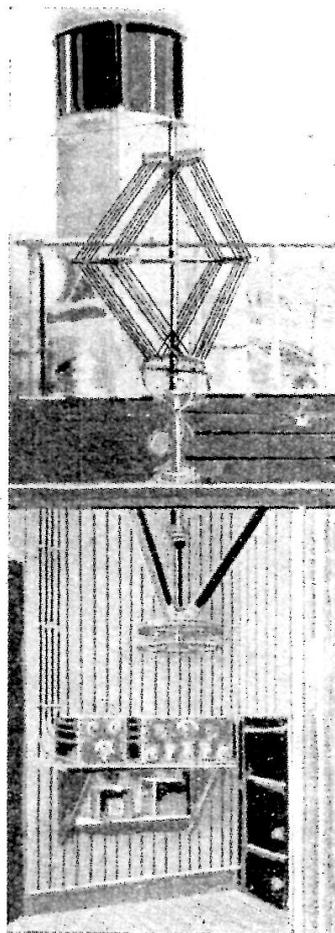


Fig. 50 B. — Installation à bord d'un radiogoniomètre SFR type 6M1.

Compensation du cadre. — Si nous considérons un cadre relié aux appareils de réception, nous voyons :

1° Que le cadre par les capacités entre spires et bâti ou sol, fait antenne.

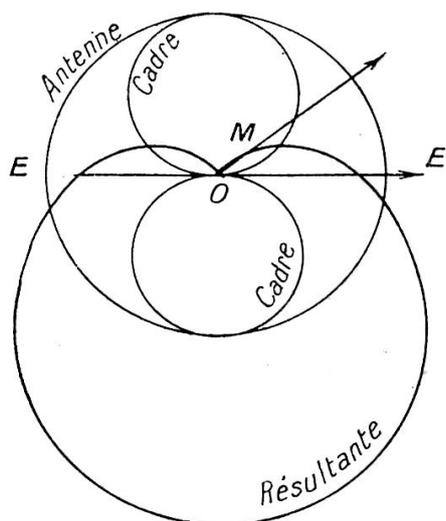


Fig. 51. — Courbe cardioïde résultante de la combinaison cadre-antenne.

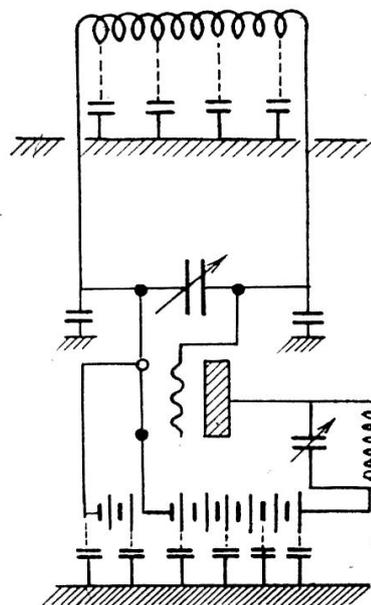


Fig. 52. — Capacités parasites dans un cadre.

2° Que les fils reliant le cadre aux appareils de réception ont le même effet.

3° Que les capacités entre les batteries alimentant le récepteur ont également un effet semblable.

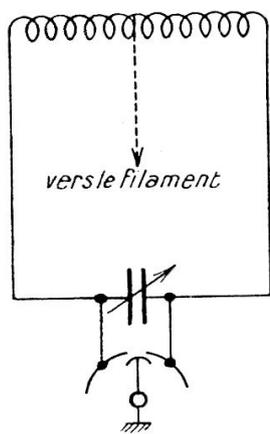


Fig. 53. — Compensation d'un cadre par compensateur.

Le compensateur est un condensateur à trois lames de très faible capacité, deux lames fixes et une lame mobile reliée à la terre ou à la masse.

Il y a dissymétrie, il s'ajoute à la f. e. m. du cadre, une f. e. m. induite dans les conducteurs formant antenne, il n'y a pas d'extinctions possibles.

Pour rétablir la symétrie, il est nécessaire d'établir une capacité égale et de signe contraire.

Le procédé du commandant MESNY consiste à placer un compensateur à trois armatures, l'armature mobile est reliée à la terre. Le cadre peut être compensé par une prise médiane reliée au filament.

Un autre procédé consiste à placer entre la grille et la terre une petite capacité ajustable g' . La compensation faite pour une fréquence donnée est pratiquement valable jusqu'à ± 50 Kcs.

Pour se rendre compte si la compensation est bonne, on règle le cadre sur la fréquence de l'émetteur, dont la position est exactement connue. On manœuvre g' ajustable et le cadre, lorsque g' est réglé, on doit avoir une extinction à 180° .

Prise de relèvement. Mode opératoire. — La force électromotrice induite dans un cadre varie très peu aux environs du maximum, il est très difficile de se rendre compte du maximum exact, car pour une rotation de 30° du cadre de part et d'autre de ce maximum, la tension aux bornes ne varie que de 15 %.

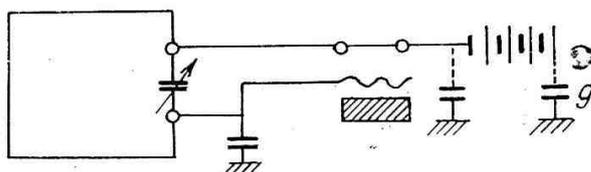


Fig. 54. — Compensation par capacité de neutrodynage.

On opère pratiquement en cherchant l'extinction des signaux, ce qui est beaucoup plus précis.

Il arrive que pour un poste éloigné ou faible on a une certaine plage où le son disparaît, on relève dans ce cas les deux graduations où le son disparaît et on fait la moyenne

$$n = \frac{n_1 + n_2}{2}.$$

Exemple de calcul d'un radiogoniomètre à cadre (1)

Soit à calculer un radiogoniomètre pour la réception des ondes comprises entre 500 et 1.200 mètres.

Nous prendrons un cadre de 1 m. 50 de diamètre.

Pour accroître la sélectivité le cadre sera avec secondaire.

Valeur de la capacité d'accord du cadre. — Nous négligerons la capacité propre du cadre, c'est-à-dire nous la compterons uniquement comme capacité parasite, le montage du cadre sera soigné pour réduire ces capacités. Nous avons intérêt à rendre le facteur d'efficacité $\frac{\omega L}{R}$ le plus grand possible, donc L doit être grand et C petit.

Nous prendrons une capacité de $\frac{0,25}{4.000}$ de mfd., capacité résiduelle $10 \mu\mu\text{fd.}$, capacités parasites $15 \mu\mu\text{fd.}$, capacité trimmer $25 \mu\mu\text{fd.}$ ou picofarads.

Coefficient de recouvrement. — Capacité minima :

$$c = 10 + 15 + 25 = 50 \text{ micromicrofarads}$$

Capacité maxima : $15 + 25 + 250 = 290$ micromicrofarads.

$$K = \sqrt{\frac{c_{\max}}{c_{\min}}} \quad \text{d'où} \quad K = \sqrt{\frac{290}{50}} = \sqrt{5,8} = 2,4.$$

(1) Ceci n'est donné qu'à titre d'exemple, les valeurs n'ont rien d'absolu, les calculs dégrossissent le travail qui est fait en laboratoire.

La gamme couverte sera donc : $500 \times 2,4 = 1.200$ mètres, 500 à 1.200 mètres.

Calcul du cadre. — Valeur de l'inductance :

$$\lambda = 60 \sqrt{LC} \quad \text{où} \quad L = \frac{500^2}{60^2 \times 0,05} = 1.390 \text{ microhenrys.}$$

Nous adopterons une inductance de 1.000 microhenrys pour le cadre et de 390 microhenrys pour la bobine de couplage.

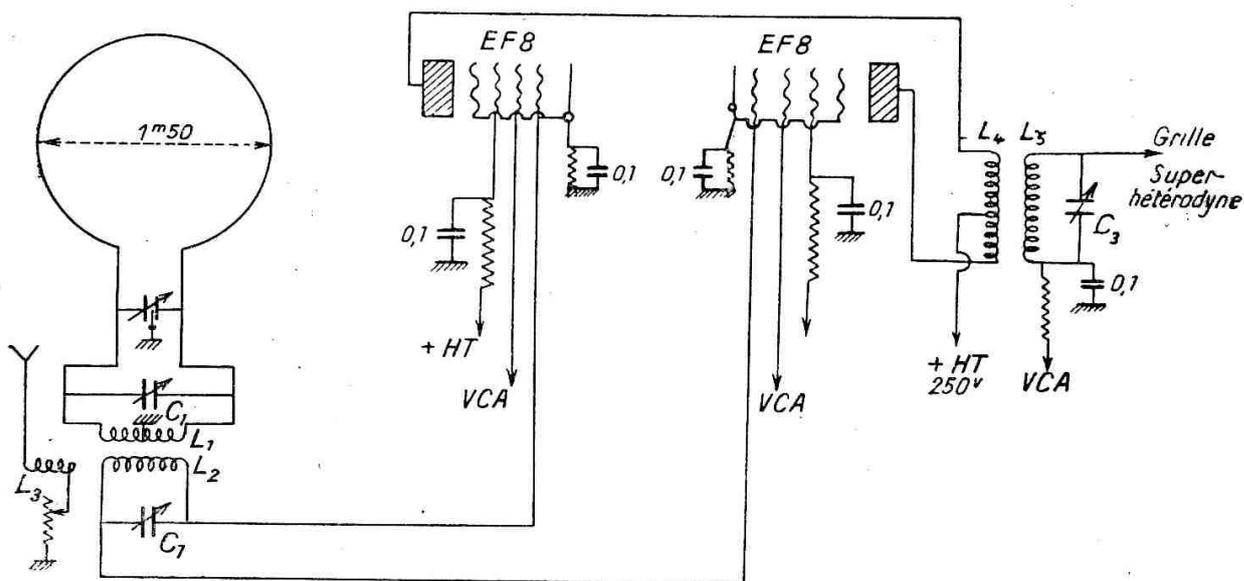


Fig. 55. — Projet d'un récepteur radiogoniométrique : partie haute fréquence.

Ces deux inductances seront en série sans induction mutuelle.

La compensation se fera par un compensateur dont la lame mobile sera reliée à la terre.

Nous prendrons une largeur de 5 centimètres pour le cadre.

Calcul du nombre de spires. — La valeur est en microhenrys

$$L = Kn^2D^2 \quad K = \frac{1}{0,4 + 1,4 \frac{l}{d}} = \frac{1}{0,4 + 1,4 \frac{0,05}{1,5}} = 2,26$$

d'où

$$n = \sqrt{\frac{1.000}{2,26 \times 1,5^2}} = 14 \text{ spires.}$$

Hauteur effective du cadre. — Nous avons :

$$S = \pi R^2 = 1,75 \text{ m}^2 \quad H = \frac{2\pi Sn}{\lambda} = \frac{6,28 \times 1,75 \times 14}{500} = 30 \text{ centimètres}$$

pour la longueur d'onde de 500 mètres.

Calcul du bobinage en série avec le cadre. — Nous avons $L = 390 \mu\text{H}$, nous prendrons un bobinage en nid d'abeilles, couplé au couplage critique.

Le mandrin aura un diamètre de 2,5 centimètres.

Adoptons comme diamètre moyen des bobines 3 centimètres. Cependant il nous faut tenir compte de l'effet de blindage qui diminuera le

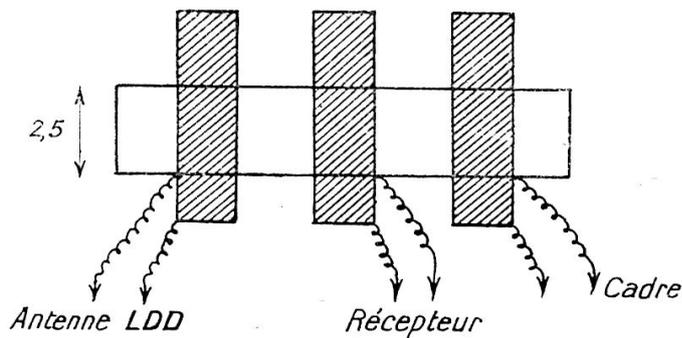


Fig. 56. — Bobinages utilisés dans le projet du récepteur radiogoniométrique.

coefficient de self, soit 10 % en plus, nous ajusterons, si besoin est, notre inductance en retirant des spires

$$L = 390 + (390 \times 0,1) = 430 \mu\text{H}$$

D'où le nombre de spires

$$n = 10 \sqrt{\frac{L}{d}} = 10 \sqrt{\frac{430}{3}} = 119 \text{ spires.}$$

Calcul du bobinage secondaire. — Nous prendrons une capacité identique à celle du cadre, soit comme capacité maxima $\frac{0,29}{1.000}$ mfd.

La capacité minima sera donc de $\frac{0,05}{1.000}$ comme précédemment.

$$L = \frac{500^2}{60^2 \times 0,05} = 1.390 + 10\% = 1.530 \mu\text{H}$$

Adoptons un diamètre moyen 3 cm. 5.

$$n = 10 \sqrt{\frac{2.530}{3,5}} = 209 \text{ spires.}$$

Calcul de la résistance HF du cadre. — Nous utiliserons la formule du commandant MESNY qui nous donnera une valeur approximative, le cadre étant considéré comme une grande bobine de self-inductance

$$R_{HF} = 0,6 \delta \frac{L}{\lambda} \quad \delta = \text{décrément} = 0,014 \quad \text{pour une fabrication soignée}$$

$$L = \text{microhenrys} \quad \lambda = \text{en km. soit 500 mètres}$$

$$R = 0,6 \times 0,014 \times \frac{1.000}{0,5} = 16 \text{ ohms } 8 \text{ pour } 600 \text{ kes.}$$

Résistance de la bobine de couplage.

$$R = 0,6 \times 0,014 \times \frac{390}{0,5} = 6,55 \Omega.$$

Ces deux bobinages étant en série, la résistance totale sera de

$$16,8 + 6,55 = 23,35 \Omega.$$

Ces valeurs ne sont qu'approximatives, pour avoir une valeur exacte il faudrait mesurer ces résistances HF à la fréquence considérée.

Calcul du coefficient de surtension de l'ensemble cadre bobine. —

Nous avons $Q = \frac{\mathcal{L}\omega}{R}$

$$Q = \frac{1.390 \times 10^6 \times 600 \times 10^3 \times 2\pi}{23,35} = 225 \text{ environ.}$$

Cette valeur n'est qu'approchée pour les raisons citées ci-dessus. En plus l'impédance totale de deux impédances en série est plus petite que la somme de ces impédances ; l'addition serait arithmétique et non géométrique si les décalages étaient identiques. Ce n'est généralement pas le cas.

Calcul du coefficient d'induction mutuelle. — La résistance HF de la bobine secondaire

$$R = 0,6 \times 0,014 \times \frac{1.390}{0,5} = 23,35 \Omega.$$

Le coefficient d'induction mutuelle sera :

$$M = \frac{\sqrt{R_1 R_2}}{\omega} = \frac{\sqrt{23,35^2}}{600 \times 2\pi \times 10^3} = 6,2 \text{ microhenrys.}$$

Lever de doute. — Le « Lever de doute » sera assuré par une petite antenne couplée avec les bobines primaires et secondaires, nous devons avoir :

$$M_1 \omega I_1 = M_2 \omega I_2$$

c'est-à-dire :

$$M_1 \omega I_1 - M_2 \omega I_2 = 0 \quad M_2 = 6,2 \mu\text{H.}$$

Calculons le coefficient de couplage des inductances précédentes

$$K = \frac{M}{\sqrt{L_1 L_2}} = \frac{6,2}{\sqrt{1.390 \times 390}} = 0,007 \text{ ou } 7\text{‰}$$

d'où

$$0,007 = \frac{6,2}{\sqrt{390 \times L_2}}$$

d'où on tire

$$L_2 = \frac{\overline{6,2^2}}{0,007^2 \times 390} = 1.922 \text{ microhenrys} + 10 \%$$

soit 2.144 microhenrys environ.

Nous prendrons une bobine de 3 cm. 5 de diamètre moyen. Le nombre de spires sera :

$$n = 10 \sqrt{\frac{2.114}{3,5}} = 245 \text{ spires.}$$

Le sens du couplage sera tel qu'il sera opposé au couplage du cadre ; un rhéostat de 50.000 Ω permettra d'ajuster et de régler l'intensité de façon à avoir exactement $E_1 - E_2 = 0$.

Les deux extrémités de la bobine secondaire seront reliées aux grilles de deux EF8 (amplificatrices à faible souffle) de caractéristiques

$$K = 750 \quad \varphi = 0,45 \text{ M}\Omega \quad S = 1,8 \text{ mA/V.}$$

Calcul du transformateur de liaison entre le montage symétrique et le superhétérodyne constituant le récepteur. — Nous avons quatre condensateurs en ligne (C_1, C_2, C_3). C_4 non représenté sur notre schéma est relié à la grille de l'élément oscillateur de l'octode ou pentagrisse changeuse de fréquence.

Cela nous fait un condensateur à 4 cellules de $\frac{0,25}{1.000}$, la mono-commanche sera ainsi réalisée.

Nous prendrons le couplage critique au bas de notre gamme 600 Kcs.

Cependant s'il y a une onde de travail particulière par exemple radiogoniométrie maritime (800 mètres, 375 Kcs) ou radiogoniométrie aéronautique (900 mètres, 333 Kcs), il est facile de calculer et de régler pour cette fréquence particulière.

Valeur des inductances primaire et secondaire. — Calculons d'abord le circuit secondaire.

Admettons une capacité répartie de $\frac{0,05}{1.000}$ de mfd. La valeur de L_5 sera :

$$L_5 = \frac{\overline{500^2}}{60^2 \times 0,1} = 695 \mu\text{H} + 10 \% = 765 \mu\text{H.}$$

Nous prendrons un mandrin standard de 2 cm. 5, le diamètre moyen de la bobine sera 3 cm. 5.

Nombre de tours de fils

$$N = 10 \sqrt{\frac{765}{3,5}} = 147 \text{ spires au secondaire.}$$

Les lampes EF8 ont pour 2,5 volts de polarisation une résistance

interne de 450.000 Ω , d'autre part l'impédance du circuit secondaire est environ 600.000 Ω en utilisant

$$\frac{L^2 \omega^2}{R} \quad \text{et} \quad R = 0,6 \times 0,014 \times \frac{L}{\lambda}$$

on en déduit

$$\frac{N_1}{N_2} = \sqrt{\frac{Z_1}{Z_2}} = \sqrt{\frac{450.000}{600.000}} = \sqrt{0,75} = 0,87.$$

Le nombre de spires sera $154 \times 0,87 = 134$ spires avec une prise médiane à la $\frac{134}{2} = 67^{\text{ème}}$ spire au primaire.

Calcul de la résistance HF de chaque circuit. —

$$R_1 = 0,6 \times 0,014 \times \frac{695}{0,5} = 11,70 \Omega \text{ environ.}$$

L'impédance du circuit oscillant sera pour la longueur d'onde de 500 mètres

$$Z \times \frac{L^2 \omega^2}{R} = \frac{(695 \times 10^{-6})^2 (600 \times 2\pi \times 10^3)^2}{11,70} = 600.000 \Omega \text{ environ.}$$

Coefficient de surtension.

$$Q = \frac{695 \times 10^{-6} \times 600 \times 2\pi \times 10^3}{11,74} = 224 \text{ environ.}$$

Coefficient d'induction mutuelle. — Au couplage optimum, on a :

$$M = \frac{\sqrt{R_1 R_2}}{\omega} = \frac{\sqrt{450.000 \times 11,75}}{600 \times 2\pi \times 10^3} = 0,6 \text{ mh.}$$

Coefficient de couplage.

$$695 \times 0,87 = 545 \mu\text{H} \quad K = \frac{600}{\sqrt{695 \times 545}} = 0,97$$

pour L_4 .

Le couplage devra donc être très serré, on l'ajustera lors du réglage de l'appareil en laboratoire.

NOTA. — Nous ne devons pas oublier que la valeur de la tension appliquée sur chaque grille sera de $\frac{U_g}{2}$, ce qui réduira la sensibilité, nous prendrons un superhétérodyne de caractéristiques suivantes.

Caractéristiques du superhétérodyne. — Le superhétérodyne comprendra : soit un tube changeur de fréquence, type 6 A 8-EK2 ou EK 3, soit un changement de fréquence par lampes séparées.

Deux étages moyenne fréquence avec VCA ; celui-ci pouvant être mis hors circuit. Une hétérodyne moyenne fréquence, un étage détecteur, un étage amplificateur première basse fréquence, un deuxième étage basse fréquence de puissance pouvant actionner un petit haut-parleur, ceci afin de rendre l'écoute moins pénible pendant les heures creuses, un système de clés permettra de passer de l'écoute en haut-parleur à l'écoute au casque. Enfin les transfos MF seront prévus à sélectivité variable 1 Kc, 2 Kcs, 4 Kcs, 8 Kcs, facilement réalisable avec les transformateurs MF actuels à grands coefficients de surtension.

La sensibilité de l'appareil sera de l'ordre du microvolt à l'entrée pour une puissance de sortie de 50 milliwatts.

Erreurs provenant de l'installation des radiogoniomètres

Erreur due à l'inclinaison de l'axe du cadre (1). — L'erreur produite est de 1° dans la lecture pour une inclinaison de 15° de l'axe du cadre.

Cette erreur ne risque plus de se produire actuellement, le cadre étant fixé et centré en usine.

Erreur d'excentricité. — C'est l'erreur de lecture qui résulte de ce que le centre du cadran gradué ne se trouve pas exactement sur l'axe géométrique de rotation du cadre.

Les cadres modernes sont centrés en usine, donc pas d'erreur à craindre.

Cependant les tambours des cadres devant être utilisés par les stations radiogoniométriques terrestres aéronautiques doivent être gradués pour les commodités du service en deux graduations complémentaires, l'une supérieure 0 à 360° et une inférieure complémentaire, par exemple graduation supérieure 90° inférieure 270° (QTE et QDM).

Erreur provenant du mode d'enroulement. — L'erreur de lecture n'atteint pas un degré pour un cadre d'un mètre de diamètre comportant 6 spires au pas de 2 centimètres, on a exactement $\text{tg } \delta = 46'$.

La valeur de $\text{tg } \delta$ nous est donnée par $\frac{\sigma}{ns}$ dans laquelle σ est donné par $\sigma = \frac{l \times d}{7}$, l = largeur du plan des spires, d = hauteur du cylindre représentant le cadre, n = nombre de spires, s = surface d'une spire.

Erreur due à une antenne proche. — Une antenne accordée sur un cadre peut apporter une déviation assez forte, cette déviation est fonction de la distance entre le cadre et l'antenne considérée, pour une antenne haute de 40 mètres, distante de 1.000 mètres, la déviation

(1) *Usage des cadres et Radiogoniométrie*, par le commandant MESNY.

atteint 1°. Il est donc recommandé de couper l'antenne à bord d'un mobile, lorsque l'on prend un relèvement.

Erreur due à un cadre voisin (1). — Deux cadres travaillant sur une même fréquence doivent être éloignés d'au moins 8 fois son diamètre. Cet écart pourra être réduit considérablement si la fréquence diffère de 2 ou 3 Kcs ou si les cadres sont blindés.

Un cadre aperiodique doit être éloigné au minimum de 4 fois son diamètre d'un autre cadre.

Erreur due à la propagation. — La nuit les couches de Kennely-Heaviside s'abaissant l'onde indirecte vient s'ajouter ou se retrancher à l'onde directe, l'intensité des signaux varie, les minimum ne sont plus nets, mais flous et peuvent varier d'une dizaine de degrés ou plus. Les radiogoniomètres à cadre ne sont plus utilisables, on emploie des radiogoniomètres sans effet de nuit.

Erreur due à l'opérateur. — Chaque personne possède une équation personnelle, c'est-à-dire en radio un seuil d'audibilité propre et une certaine pratique (cas des opérateurs radio). Il est évident que plus le sens auditif sera développé et plus la pratique sera grande, plus les relèvements seront exacts.

Pratiquement, avec des opérateurs bien entraînés les erreurs d'appréciation sont nulles et les relèvements très bons.

Radiogoniométrie des stations terrestres

Erreurs des stations fixes. — Si nous considérons un corps conducteur placé dans le champ normal d'une onde électromagnétique, ce conducteur rayonne à son tour un champ qui, observé localement est plus particulièrement électrique ou magnétique suivant la forme du corps. Les circuits fermés, les plaques, etc. donnent lieu à un champ magnétique prédominant.

Les corps filiformes donnent lieu à un champ électrique prédominant.

D'autre part :

1° L'erreur lue au radiogoniomètre est d'autant plus grande que le corps considéré se trouve plus près de l'appareil et à une distance se rapprochant de la longueur d'onde utilisée ;

2° Que la longueur d'onde propre du corps est voisine de la fréquence du radiogoniomètre.

D'où la nécessité de la recherche d'un emplacement favorable et de l'étude préalable du terrain où doit être installé le futur radiogoniomètre.

(1) Étude de M. Perrin, ingénieur en chef de l'Air, n° 228, *Onde électrique*, mars 1946.

Le radiogoniomètre doit être installé, autant que possible, loin des maisons en ciment armé, maisons à charpente métallique, lignes aériennes d'électricité ou téléphoniques, voies de chemin de fer ou de tramways, collines, rideaux d'arbres ou arbres isolés, rivière, etc.

Le terrain idéal serait une plaine d'humidité constante.

Les déviations sont saisonnières et varient avec la végétation ; il y a donc lieu d'établir une courbe pour chaque saison.

De plus, la déviation n'est pas constante en distance, l'erreur variant quelquefois sur un même azimuth de plusieurs degrés entre deux points donnés.

Il arrive que sur un azimuth donné, prenons par exemple 48° , nous ayons une erreur constante de 2° jusqu'à une distance de 30 kilomètres du radiogoniomètre.

L'erreur croît très rapidement à $5^\circ 30'$ jusqu'à 38 kilomètres pour retomber à $1^\circ 30'$ à 40 kilomètres où elle se stabilise.

Une étude géologique a démontré qu'entre les deux points considérés A et B se trouvait soit une nappe d'eau souterraine, soit un gisement métallique important, qui apportait une déviation importante à la propagation des ondes.

Il a été observé, en outre, des variations brusques de ces erreurs après de fortes chutes de pluie.

L'étude de l'emplacement d'un radiogoniomètre est donc assez ardue et exige plusieurs mois de travail, une installation provisoire démontable est une nécessité.

Si nous envisageons l'installation dans une région montagneuse, le problème devient presque inextricable, car il faut compter sur les réflexions des ondes sur ces montagnes et dans ce cas les secteurs douteux de relèvements pourraient rendre l'appareil pratiquement inutilisable.

Nous donnons les courbes de deux radiogoniomètres, le premier radiogoniomètre sans effet de nuit, type Adcook et le second radiogoniomètre à cadre.

Les deux grandes courbes sont sur 333 Kcs (900 m.), onde d'utilisation. Les deux petites, 322 Kcs, fréquence auxiliaire sur un seul secteur, 80° à 180° , secteur d'atterrissage.

Stations radiogoniométriques maritimes. — La présence des côtes complique le problème de l'installation d'un radiogoniomètre.

Des déviations importantes se produisent le long de celles-ci.

Il faut rechercher autant que possible un cap pour augmenter le

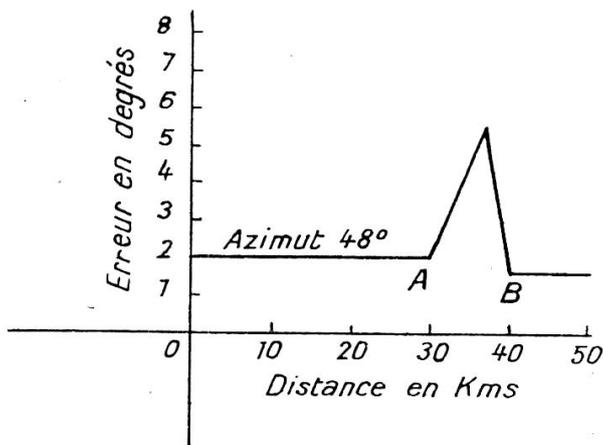


Fig. 57. — Variation brusque de l'azimut d'un aéronef à une certaine distance du récepteur radiogoniométrique.

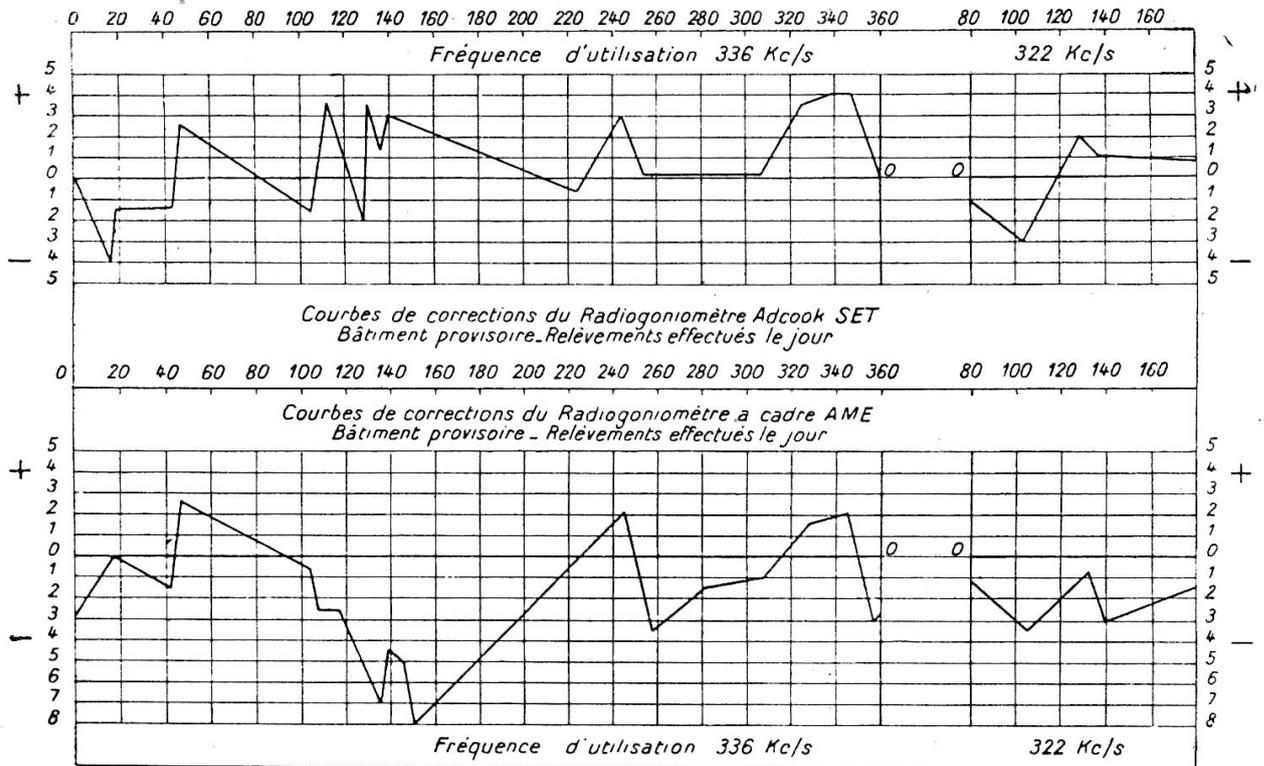


Fig. 58. — Courbes (au-dessus) radiogoniomètre Adcook ; au-dessous radiogoniomètre à cadre. Les deux radiogoniomètres sont placés à quelques mètres l'un de l'autre (récepteurs).

secteur favorable et diminuer le secteur douteux où les déviations sont maximum. Nous donnons ici deux exemples, avec les courbes d'erreur en coordonnées polaires :

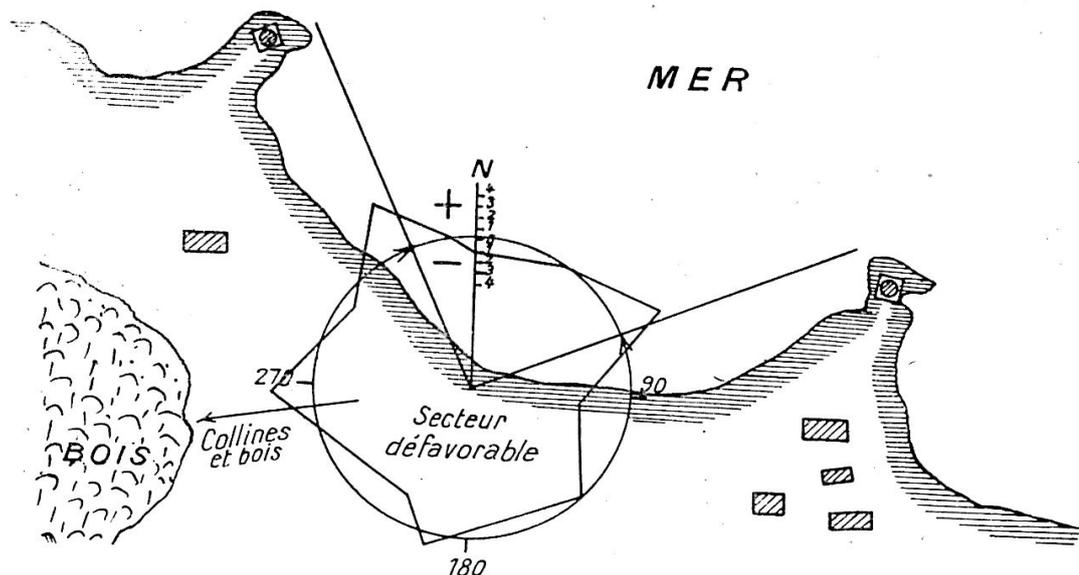


Fig. 59. — Station placée au fond d'un golfe. Le secteur défavorable est très grand.

1° Un radiogoniomètre placé dans une baie, le secteur douteux est de l'ordre de 270° , les bois, maisons, etc., apportent des déviations positives ou négatives ;

2° Radiogoniomètre placé sur un cap, le secteur douteux est de l'ordre de 140°, un gain de 130° est ainsi réalisé sur le radiogoniomètre placé dans une baie.

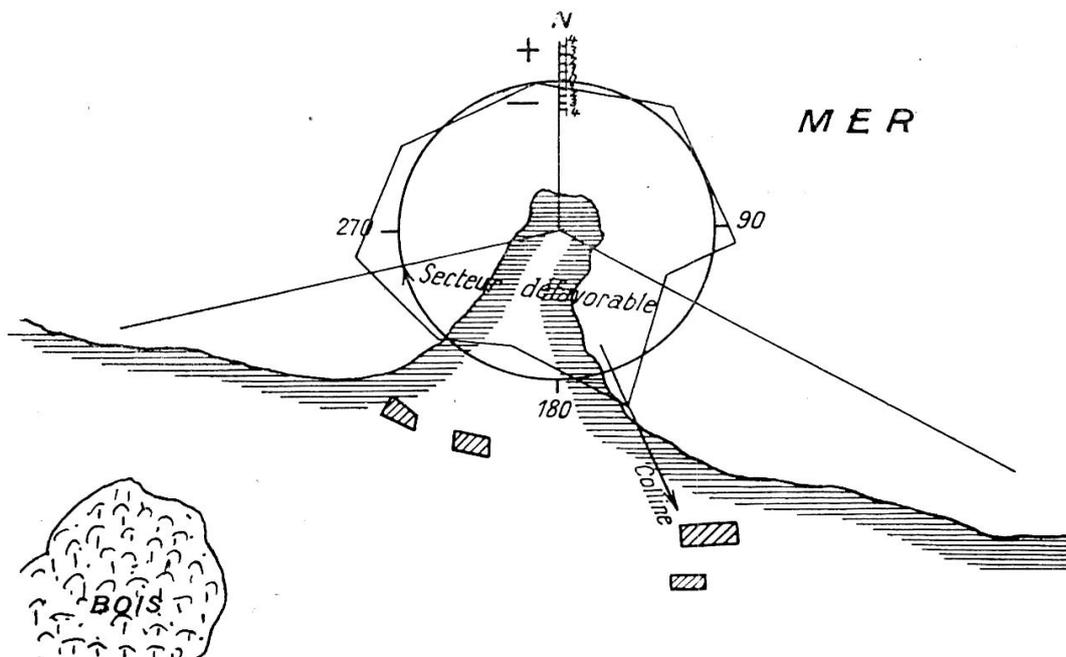


Fig. 60. — Station placée sur un cap. Le secteur défavorable est réduit.

NOTA. — Les déviations du champ électromagnétique près des stations radiogoniométriques terrestres peuvent facilement être expliquées

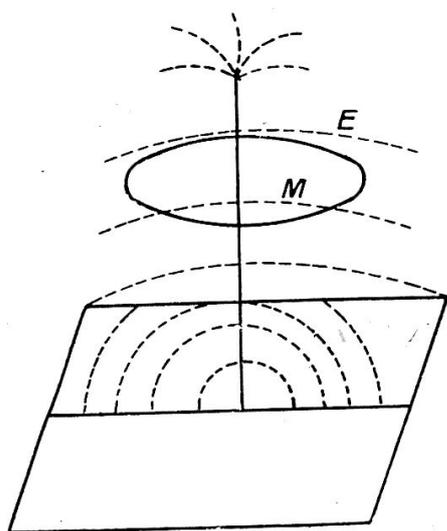


Fig. 61. — Rayonnement d'une antenne verticale.
E, champ électrique ; M, champ magnétique.

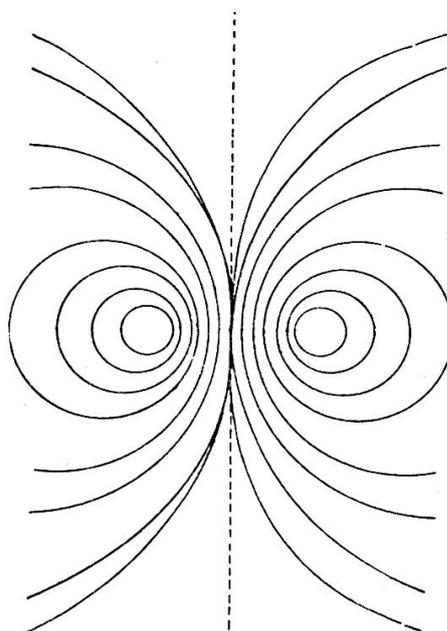


Fig. 62. — Lignes de force d'un cadre émetteur.

en considérant le rayonnement secondaire des corps placés normalement dans le rayonnement d'un champ électromagnétique.

Nous avons vu qu'un circuit fermé, des plaques, etc. donnent lieu à un champ magnétique prédominant, tandis qu'un corps filiforme (poteau en ciment armé, par exemple, ou en fer) donne lieu à un champ électrique prédominant. C'est comme s'il se trouvait près d'un radiogoniomètre un ou plusieurs petits émetteurs secondaires dont les champs particuliers se composent avec le champ principal pour donner un azimut Z_L lu sur le tambour du radiogoniomètre.

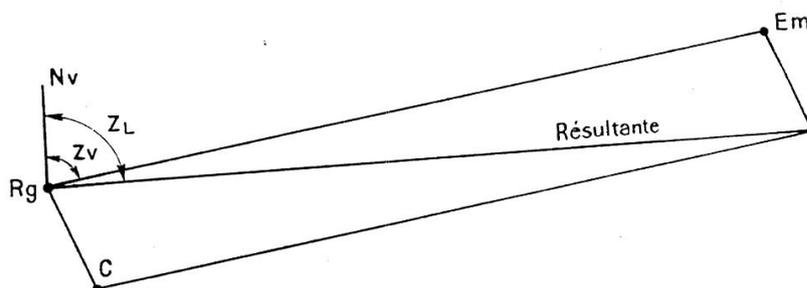


Fig. 63. — Croquis montrant l'erreur Z_L par rapport à l'azimut vrai Z_v par suite du rayonnement secondaire d'un obstacle placé près du radiogoniomètre.

Nous donnons ci-dessous un exemple simple avec un seul corps rayonnant dans le voisinage du radiogoniomètre. Le graphique rappelle le parallélogramme des forces connu en mécanique.

Effet de montagne. — Les montagnes suivant leurs importances, réfléchissent les ondes électromagnétiques comme un miroir réfléchit les ondes lumineuses, il peut se créer un système d'ondes stationnaires.

Nous y reviendrons dans l'étude des radiophares.

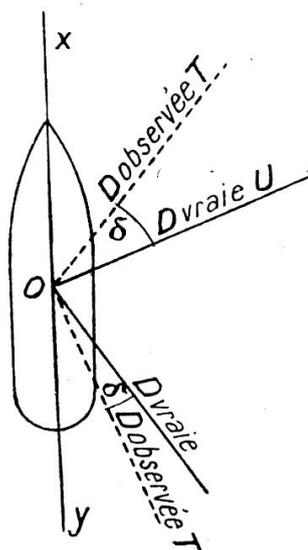


Fig. 64. — Erreur quadrangulaire à bord d'un mobile.

Radiogoniométrie des navires

Déviations dues aux navires et aux aéronefs.

— Les navires et aéronefs construits en métal apportent une déviation particulière aux émissions reçues. Cette déviation ramène la direction observée vraie dans l'axe longitudinal du mobile.

L'angle vrai ou gisement xoV est ramené en T. On lit sur le tambour le gisement xoT au lieu du gisement vrai xoV .

- 1° Cette déviation est de forme quadrangulaire ;
- 2° elle est indépendante de la longueur d'onde ;
- 3° le relèvement observé est toujours plus près de l'axe du navire.

Etablissement de la courbe d'erreur. — Pour tracer cette courbe le navire se place en vue d'un émetteur, on monte l'alidade sur le compas

étalon, on fait lentement décrire des cercles au navire et on prend exactement un certain nombre de gisements simultanés au radiogoniomètre et au compas-étalon.

Si au radiogoniomètre on trouve un gisement de 30° et que le relèvement vrai soit de 35° on porte la correction $+ 5^\circ$.

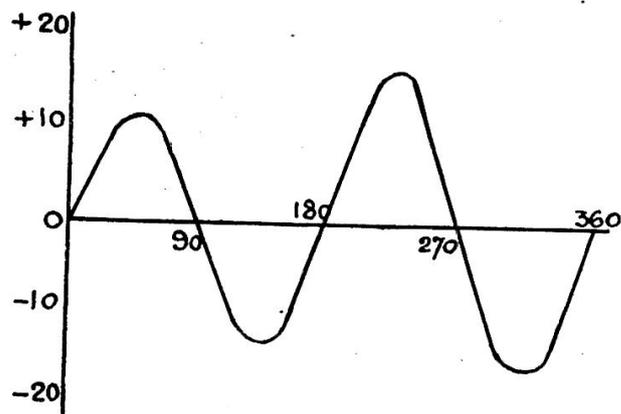


Fig. 65. — Courbe de la déviation quadrantale à bord d'un navire. La courbe d'un aéronef est en général similaire.

Pour les avions, on peut procéder de la même façon en vol, mais l'avion est sujet à des embardées brusques, il est préférable de procéder au sol, loin des masses métalliques (hangars ou maisons en ciment armé, etc.).

La courbe est facile à tracer, si l'on dispose d'un aide avec une petite hétérodyne portative allant se placer près de repères dans tous les azimuts de 20° en 20° par exemple.

Correction de la déviation quadrantale. —

Il est facile en utilisant la propriété de rayonnement secondaire des corps de compenser la déviation quadrantale due aux navires et aux aéronefs en plaçant judicieusement des plaques métalliques de grandeur convenable autour du cadre. On a pu ainsi corriger une erreur quadrantale de $\pm 16^\circ$.

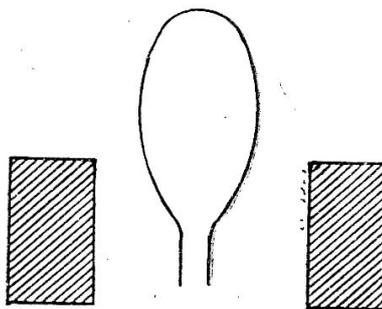


Fig. 66. — Principe de la correction de l'erreur quadrantale. Les plaques sont remplacées par de simples spires en court circuit.

Radiogoniométrie des aéronefs

Erreurs dues aux avions en altitude. — Si nous considérons un aéronef en vol A-BC la direction de l'antenne, la projection sera CD sur le sol, K route de l'avion (fig. 67).

Le radiogoniomètre relèvera l'avion dans la direction RGC au lieu de la position RGD, l'angle δ sera l'angle de site ou l'angle d'erreur. On voit facilement que cet angle croît avec l'altitude de l'avion et que celui-ci sera toujours relevé en arrière de sa position réelle.

L'angle δ sera nul si l'avion vole vers le radiogoniomètre ou dans la direction opposée.

On ne considère en effet que la composante horizontale du champ électromagnétique. Cette composante est perpendiculaire à la ligne CD. L'avion sera relevé vers DC.

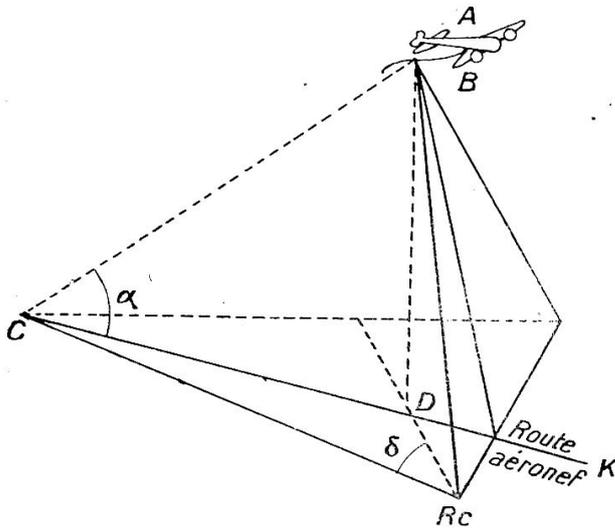


Fig. 67. — Erreur due à l'antenne pendante.

teurs de vol, le point de position de l'avion qui est le centre du cercle, une ligne orientée de 0° à 180° avec division en kilomètres, et une échelle des déclinaisons positives et négatives.

L'abaque n'est utilisable qu'avec les cartes au $\frac{1}{500.000^e}$.

On peut réaliser les opérations suivantes :

- 1° Correction de l'erreur due aux antennes pendantes ;
- 2° Détermination de la direction et de la distance d'une position par rapport à un point quelconque ;
- 3° Détermination du cap à suivre par vent nul.

Pour corriger la position de l'aéronef, il faut connaître : 1° sa hauteur ; 2° son cap géographique ou magnétique.

Mode opératoire. — On place le point « Position de l'avion » de l'abaque sur le point déterminé par gonio sur la carte de façon à ce que l'échelle kilométrique soit parallèle au méridien le plus rapproché et que les cercles soient en bas Sud, en haut Nord. On cherche à partir de ce point dans la direction de la marche de l'avion sur les rayons des cercles concentriques la hauteur de vol donnée et on lit à travers le transparent sur la carte la position de l'avion corrigée.

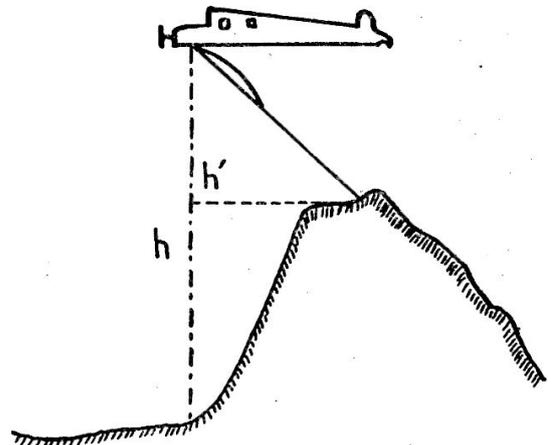


Fig. 68. — Cause de l'erreur en altitude. Projection de l'antenne sur le sol.

L'extinction est obtenue pour $\varepsilon = 90^\circ$, l'erreur sera par conséquent

$$Z = 90^\circ - \Sigma.$$

Si nous prenons un rapport du champ indirect au champ direct de 2 et une incidence du champ indirect de 30° on trouve :

$$\frac{K'}{K} = 2 \quad \gamma = 30^\circ \quad \text{tg } \Sigma = 4$$

d'où :

$$\Sigma = 76^\circ \quad \text{et} \quad Z = 14^\circ$$

L'erreur sera donc de 14° avec une bonne extinction des signaux les champs étant en phase.

Si ces champs ne sont pas en phase le minimum sera flou, celui-ci peut être si faible qu'il soit difficilement repérable en tournant le tambour du cadre. Le radiogoniomètre à cadre n'est donc pas utilisable la nuit, sauf pour les distances faibles 50 à 100 kilomètres (atterrissage).

Constitution du radiogoniomètre Adcook. — Un radiogoniomètre Adcook, se compose de 4 antennes verticales au sommet d'un carré de 50 à 80 mètres de diagonales.

Les antennes sont reliées en opposition, l'antenne nord avec l'antenne sud, l'antenne ouest avec l'antenne est.

Principe de fonctionnement. — Si nous considérons les deux antennes de la figure ci-contre quand une onde vient d'une direction de propagation horizontale PR1 avec un champ électrique verticale E1, si cette direction est perpendiculaire au plan des deux antennes, celles-ci sont impressionnées en même temps, donc en phase et la réception est nulle.

Si la direction de propagation horizontale est dans le plan des antennes avec un champ électrique vertical, l'antenne A1 est impressionnée avant l'antenne A2 ou inversement, il en résulte une différence de phase $\frac{2\pi d}{\lambda}$, d distance entre les antennes, λ longueur d'onde.

Si l'on fait tourner un tel système, on trouve qu'il se comporte exactement comme un cadre récepteur.

Cependant les antennes devant avoir une hauteur effective suffisante, il n'est pas possible de les faire pivoter autour de l'axe de symétrie.

On emploie un système de 4 antennes et la direction de propagation est recherchée au moyen d'une inductance tournant dans le champ initial reconstitué par deux inductances perpendiculaires dont les extrémités sont reliées aux antennes apposées deux à deux. Supposons qu'une onde indirecte arrive suivant une direction PR2 inclinée de γ sur l'horizontale avec un vecteur de champ électrique E2 lequel toujours perpendiculaire à la direction de propagation est incliné sur la verticale d'un angle φ .

Si la projection de PR2 se confond avec celle de PR1, c'est-à-dire

si les deux propagations directe et indirecte sont dans un même plan vertical, il n'y a plus aucune erreur, car la directivité générale de ce système à deux antennes par rapport aux angles Σ et φ est :

$$\cos \Sigma \cos \varphi \cos \gamma.$$

La directivité radiogoniométrique est caractérisée par $\cos \varepsilon$ sur PR1 ou sur la projection horizontale de PR2.

La directivité verticale vis-à-vis de la direction de propagation est caractérisée par $\cos \gamma$.

La directivité vis-à-vis du champ électrique est caractérisée par $\cos \varphi$. Cette expression passe par zéro quand un de ses cosinus passe par zéro.

Si nous posons H, la hauteur effective d'une antenne, $E \sin \omega t$ le champ électromagnétique.

$\frac{2\pi d}{\lambda}$, écart de phase entre les deux antennes.

La force électromotrice induite est :

$$em = HE \sin \left(\omega t - \frac{\pi d}{\lambda} \right) - HE \sin \left(\omega t + \frac{\pi d}{\lambda} \right).$$

La variation de flux en fonction de ε

$$ed = 2HE \cos \omega t \sin \frac{\pi d \cos \Sigma}{\lambda}.$$

Dans la pratique, d est petit vis-à-vis de λ et la formule peut s'écrire plus simplement

$$ed = 2HE \frac{\pi d}{\lambda} \cos \omega t \cos \Sigma.$$

Erreurs dues aux avions en altitude. — Dans le radiogoniomètre Adcook, l'erreur d'avion est complètement éliminée puisque la mesure est indépendante de la direction du champ électrique et que cette mesure ne fait intervenir que la projection sur le plan horizontal de la direction de propagation.

Installation pratique des radiogoniomètres Adcook. — Il est nécessaire de prendre les mêmes précautions pour l'installation des radiogoniomètres, c'est-à-dire choix judicieux du terrain qui doit être bien dégagé (pas de lignes aériennes, pas de hangars métalliques, ni de maisons en ciment armé, etc.) enfin autant que possible loin des montagnes, collines, arbres, etc. ayant un rayonnement secondaire important ou provoquant des réflexions.

L'idéal serait de posséder un gonio mobile et de rechercher par tâtonnements l'emplacement le plus favorable, celui-ci ne serait choisi qu'après l'établissement des différentes courbes d'erreur.

Malheureusement, en pratique, l'emplacement du radiogoniomètre dépend de l'aéroport sur lequel il est placé. Généralement, c'est l'axe du terrain ou de la piste d'atterrissage.

Radiogoniomètres en service

Description du radiogoniomètre de bord SFR BRGM 2/8. — Ce radiogoniomètre d'une grande sensibilité et sélectivité permettant de relever les émetteurs éloignés est d'une manœuvre simple et rapide.

Il comprend : un étage haute fréquence, avec une pentode EF6. Un changement de fréquence par deux lampes EH2 et EF6. Un étage moyenne fréquence avec une lampe EF5. Une détection diode et premier étage BF lampe ECH3. Un étage BF, lampe EL 3 N. Une hétérodyne de battement pour la réception des ondes entretenues, lampe EF6, et une lampe de lever de doute, lampe EF6.

Partie goniométrique. — Le cadre est monté symétriquement avec point milieu à la masse. Deux selfs d'appoint, une self par sous-gamme, sont montées symétriquement en série avec le cadre. La self totale est sensiblement égale à celle du transformateur HF et l'alignement peut être réalisé au moyen de faddings et de résistances. La lampe HF est directement attaquée par l'intermédiaire d'un condensateur fixe.

Amélioration du zéro. — Pour améliorer le minimum de l'extinction perturbé par des champs secondaires, causés par des masses métalliques proches, on peut injecter une f. e. m. de sens contraire au moyen d'une petite antenne et d'un compensateur.

Lever de doute (L. D. D.). — Pour lever le doute de 180° il suffit d'ajouter à l'effet cadre proprement dit un effet d'amplitude égale à celle de l'effet cadre et de phase opposée. A cet effet, l'antenne utilisée pour l'amélioration du zéro attaque la grille d'une lampe pentode EF6.

Dans la plaque, on trouve une self couplée au circuit du cadre ce qui permet d'envoyer dans celui-ci un courant ayant la phase voulue pour lever le doute.

On règle l'amplification de la lampe EF6 au moyen du potentiomètre L. D. D. On peut inverser le sens du courant au moyen du combinateur J à deux positions « vrai » ou « faux ».

Radiogoniométrie de bord d'aéronef. — Reportons-nous à l'installation radioélectrique complète sur un Farman, p. 52. En haut, nous apercevons le cadre du radiogoniomètre.

Les appareils ont été décrits précédemment, nous décrirons seulement l'adaptation gonio,

A la position relèvement, le cadre est connecté directement sur les deux transformateurs HF, la rose du cadre est allumée.

A la position L. D. D. l'antenne est déconnectée du compensateur.

On obtient un minimum d'audition quelques degrés autour du relèvement 15° à 20°.

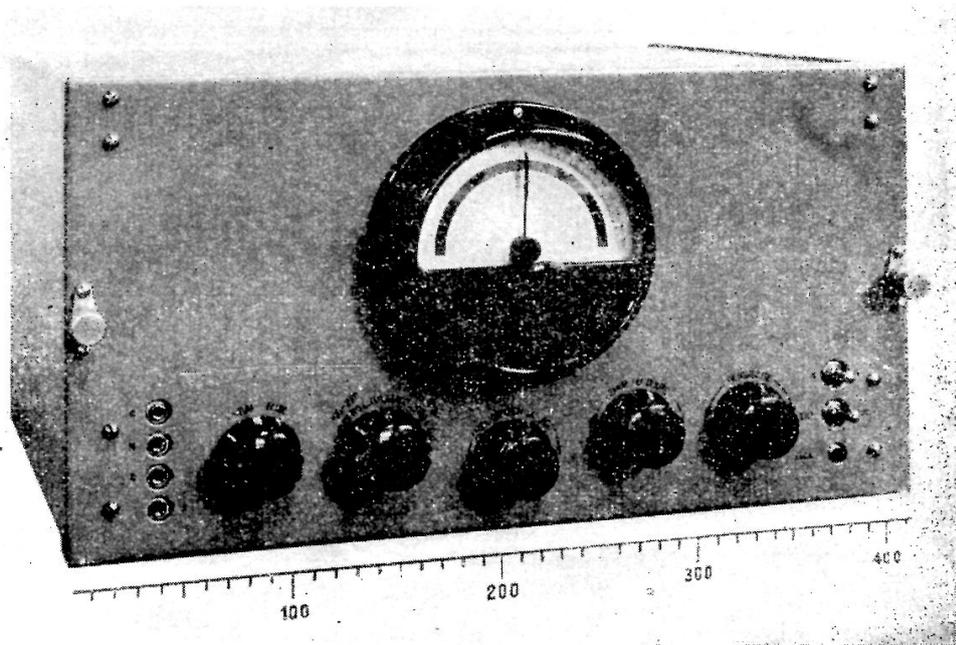


Fig. 71. — Récepteur radiogoniométrique. S. F. R. Type BRGM 2/8. Photo SFR.

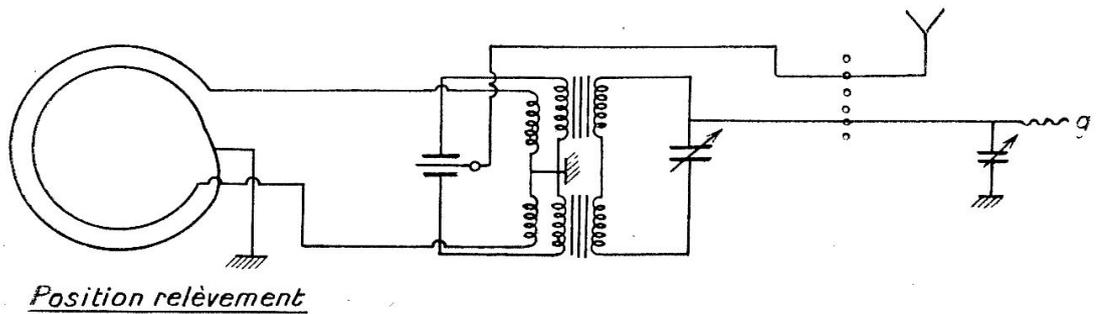


Fig. 72. — Radiogoniomètre SARAM. Position relèvement.

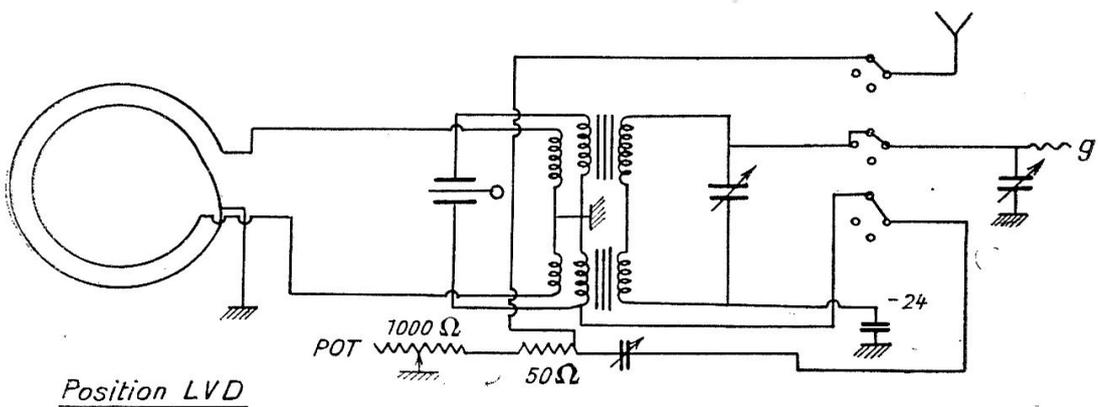


Fig. 73. — Radiogoniomètre SARAM. Position lever de doute.

Si on obtient ce minimum dans le sens de la flèche (1) lumineuse, le relèvement est bon, s'il est obtenu dans le sens contraire il y a erreur de 180°.

Pour obtenir un meilleur réglage sur position L. D. D. on dispose du potentiomètre qui règle l'effet d'antenne.

Radiogoniomètre terrestre sans effet de nuit. — Description (2) du radiogoniomètre RC6 de la L. M. T. — L'aérien se compose de 4 petites antennes verticales, une cinquième antenne sert pour le lever de doute.

Les lignes souterraines reliant ces antennes au récepteur proprement dit peuvent atteindre une longueur d'un kilomètre ce qui permet de placer celles-ci sur un terrain bien dégagé.

Ces antennes sont constituées, soit par des poteaux en bois soutenant des prismes conducteurs de 12 à 14 mètres de hauteur, soit par des tubes d'acier haubannés et isolés de 14 à 16 mètres, les haubans sont coupés de place en place par des isolateurs.

Les transformateurs d'antennes ont un coefficient d'accouplement assez élevé pour une bande passante de 600 à 1.000 Kcs. Un écran judicieusement placé permet d'obtenir un fonctionnement indépendant de l'antenne et de la ligne.

Ces transformateurs sont placés dans un blindage de cuivre puis dans une boîte de fonte protégée contre les intempéries par une boîte de bois, le tout est à la base de chaque antenne.

Les lignes sont constituées par un câble spécial à deux conducteurs isolés au papier ou au super cotopa pour les distances importantes.

Les pertes dans les lignes sont faibles et ne dépassent pas 4 décibels par kilomètre.

Il existe néanmoins, malgré les précautions prises, une légère différence, les forces électromotrices induites ne sont pas exactement en opposition soit qu'il existe une légère déclivité du sol, soit que les transformateurs ne soient pas identiques.

Il est possible de compenser ces inégalités par une force électromotrice provenant de l'antenne centrale, laquelle est dans le même plan que les deux autres et est le siège d'une f. e. m. en phase avec un excédent d'amplitude soit de l'une, soit de l'autre antenne. La compensation se fait au moyen d'une petite inductance variable placée en série dans le circuit oscillant du chercheur. La compensation a donc lieu par variation de couplage.

Le lever de doute s'opère de la façon suivante : l'antenne centrale débite sur une résistance en partie variable, placée dans le circuit oscillant du chercheur. On obtient un changement de phase de 90° par rapport au fonctionnement précédent, la f. e. m. introduite se trouve en phase ou en opposition avec la f. e. m. utile reçue dans le collecteur

(1) La flèche lumineuse se trouve placée près du tambour du cadre face à l'opérateur.

(2) *Onde électrique (mars et avril 1938)* n° 195-196, article de M. BUSIGNIES.

directif. On obtient donc une cardioïde. En pratique, on obtient, en passant de la position relèvement à la position LDD, un déplacement du relèvement obtenu de 5° à 6° dans le sens croissant si le relèvement est bon, dans le sens inverse si le relèvement est à 180° .

Récepteur. — Le récepteur est du type superhétérodyne à 9 lampes couvrant la gamme 1.500 à 120 Kcs (200 à 2.500 m.) en trois sous-gammes et permettant la réception des ondes entretenues pures et modulées. Le poste comporte : 2 pentodes HF, dont une à pente variable, une lampe modulatrice, une lampe oscillatrice, trois pentodes MF sur 80 Kcs, une double diode triode utilisée en oscillatrice de battement et en détectrice, une pentode BF.

La bande passante pour 10 décibels est supérieure à 10 kilocycles, la bande étroite est plus petite que 3 Kcs, pour 6 dbs d'atténuation. L'appareil est donc suffisamment sélectif pour une fréquence de 1.500 à 1.800 périodes reçue au casque.

Le chercheur radiogoniométrique qui occupe la partie droite du coffret comprend : un stator connecté aux lignes provenant des antennes et un rotor double constituant le circuit d'entrée du récepteur. Le condensateur de ce circuit est en ligne avec les autres condensateurs et l'ensemble est une commande unique. Un compensateur alimenté par l'antenne centrale permet d'obtenir des extinctions radiogoniométriques.

Une clé téléphonique à 4 positions permet de passer d'une seule manœuvre de la position veille à la position relèvement, d'effectuer le lever de doute par simple balancement de la clé à droite ou à gauche de la position relèvement.

Enfin un potentiomètre de lever de doute permet de doser l'effet de l'antenne centrale pour effectuer cette opération d'une façon très rapide sans erreur possible dans toute la gamme de réception.

Réglage de l'installation. — L'installation terminée, les antennes montées soigneusement suivant les 4 points cardinaux sur un terrain aussi plan que possible, il ne faut pas que la dénivellation entre deux antennes opposées dépasse 30 centimètres.

Placer en série dans la détection, un microampèremètre, brancher des antennes, lire la déviation du microampèremètre en utilisant un générateur HF judicieusement disposé, placer ce générateur HF à 180° sur l'antenne opposée, refaire la même lecture, agir sur la hauteur de l'antenne considérée si besoin est.

On arrive ainsi à équilibrer exactement les antennes et à obtenir deux f. e. m. en opposition.

La Radiogoniométrie sur ondes courtes

La radiogoniométrie sur ondes courtes est semblable à la radiogoniométrie sur ondes moyennes en ce qui concerne le mode opératoire pour l'obtention des relèvements, mais les appareils utilisés relèvent spécifiquement de la technique de la haute fréquence.

Nous diviserons cette étude en deux parties :

- 1° Radiogoniomètres à cadre pour O. T. C. ou VHF.
- 2° Radiogoniomètres système Adcock à antennes.

Radiogoniomètre à O. T. C. S. A. D. I. R. type OTC-C. 87 T. — Le radiogoniomètre se compose d'un aérien tournant avec dispositif

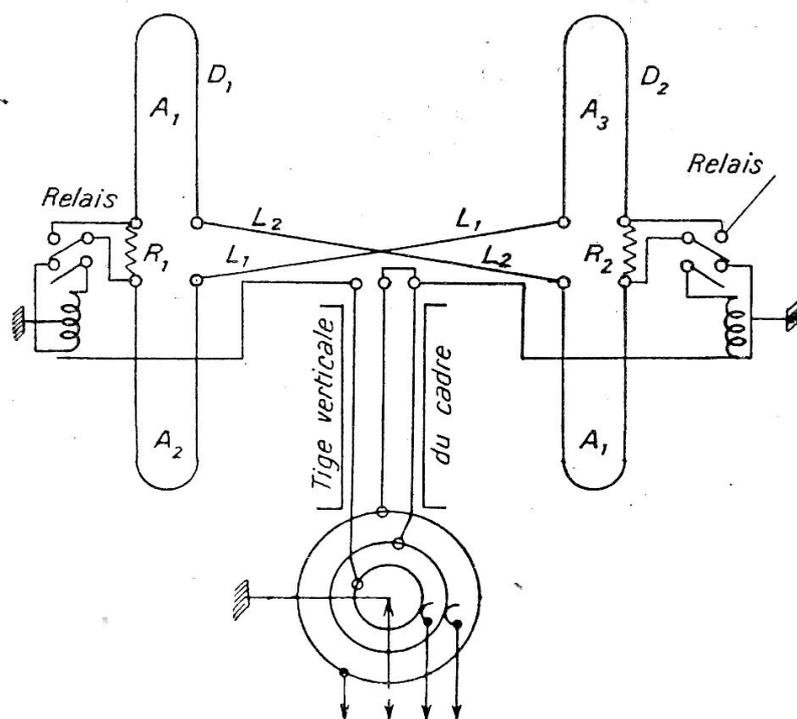


Fig. 74. — Radiogoniomètre ondes courtes SADIR.

d'entraînement et de lecture, d'une boîte d'alimentation des relais de l'aérien et du récepteur radioélectrique, il comporte, en outre, une boîte d'alimentation du récepteur et un pupitre de contrôle, longueurs d'ondes 4 m. 5 à 8 mètres.

Aérien. — Du type à antennes tournantes à deux dipôles verticaux apériodiques en opposition au récepteur par feeders symétriques à basse impédance blindés et collecteur tournant.

Dispositif de lecture à deux tambours donnant les relèvements vrais et les caps magnétiques, lever de doute par déplacement de l'extinction.

La précision des relèvements directement lus (sans tenir compte de correction) est dans les conditions les plus favorables.

1° à 2° à 100 kilomètres.

3° à 4° à 180 kilomètres.

Boîte d'alimentation des relais électromagnétiques. — Type alimentation secteur 110 à 230 volts.

Redressement par cellule oxymétal, filtrage par capacité. Tension redressée 4 volts sous 0,5 ampère.

Récepteur R 87. — Le récepteur est à changement de fréquence à commande unique avec étage HF et étage changeur de fréquence symétrique.

La gamme couverte va de 4 m. 5 à 8 mètres, la fréquence intermédiaire 3.200 Kcs, la bande passante 45 Kcs \pm 5 Kcs à 10 décibels.

Le récepteur comporte une commande manuelle de sensibilité, une commande manuelle de volume sonore, écoute au casque ou en haut-parleur, lecture des extinctions auditivement ou par appareil de mesure.

Lampes utilisées. — Étage HF 2 pentodes 954, étage changeur de fréquence 2 pentodes 954, hétérodyne HF une triode 955. Amplificateur MF, une heptode 6L7, une pentode 6 K 7, lampe de commande de l'appareil de mesure, une pentode 6 K 7, oscillateur MF, une pentode 6 K 7, détection et 1^{er} étage BF. une diode triode 6 Q 7. Étage de sortie BF, pentode EL 3.

Fonctionnement. — Les deux dipôles récepteurs verticaux D1 et D2 composant l'aérien tournant sont du type apériodique et constitués par l'association deux à deux de quatre antennes élémentaires A1, A2, A3, A4 en forme d' « U » ou de trombone, chaque antenne élémentaire est réunie d'une part à l'une des extrémités de la ligne de feeders à basse impédance L1 ou L2 et d'autre part à l'une des résistances R1 ou R2, fermant le circuit de chacun des deux dipôles apériodiques et contenues dans des boîtes d'extrémité. Ces résistances sont shuntées pour la position relèvement par les interrupteurs électromagnétiques I¹, I².

Par suite de ces dispositions électriques, chaque dipôle apériodique se comporte pour une gamme étendue de fréquence au point de vue rayonnement comme un dipôle unifilaire classique, à onde stationnaire et au point de vue alimentation comme une antenne à onde progressive.

Il en résulte que sous l'effet d'une onde incidente, les circuits des deux dipôles apériodiques sont chacun le siège d'une onde progressive transmise sans réflexion ni changement de phase à la ligne de feeders L1 ou L2 correspondante, chaque ligne étant en outre soustraite à toute action du champ incident par un blindage approprié. Les deux lignes L1 et L2 sont couplées en opposition sur la ligne de feeders allant au

récepteur. Il en résulte que la tension finalement appliquée à l'entrée du récepteur est bien exactement proportionnelle à la différence en grandeur et en phase entre les forces électromotrices induites dans chaque dipôle de l'aérien par l'onde incidente, condition essentielle pour l'obtention d'un diagramme en « huit » correct.

Lever de doute. — L'indécision de 180° qui subsiste dans les relèvements par suite de la symétrie du diagramme en huit est levée en créant artificiellement une dissymétrie entre les deux dipôles de l'aérien de façon à transformer le diagramme cadre en un diagramme « cadre antenne », voisin d'une cardioïde. Cette dissymétrie est obtenue au moment du lever de doute en commandant à distance au moyen d'un levier placé sur la face avant de la boîte du connecteur l'interrupteur électromagnétique qui modifie la valeur de la résistance R^1 du dipôle, tandis que R^2 ne change pas, il en résulte un déséquilibre des phases relatives des courants induits dans les dipôles D_1 et D_2 et par suite la disparition de l'extinction. Pour retrouver celle-ci il sera nécessaire de compenser la différence de phase ainsi introduite par une rotation de l'aérien dans un sens ou dans l'autre amenant un décalage de phase dans l'espace entre D_1 et D_2 en sens inverse du précédent.

La rotation complémentaire à effectuer sera de sens inverse pour l'un ou l'autre des deux relèvements à 180° , il sera donc possible selon le sens de cette rotation de faire une discrimination entre chacun de ceux-ci et par conséquent le lever de doute.

Réglage de l'aérien. — Le radiogoniomètre est supposé monté ; il est nécessaire de connaître exactement la déclinaison du lieu où il se trouve. Il faut procéder comme suit :

Desserrer les trois vis de blocage fixant le disque gradué supérieur (graduation rouge sur le disque inférieur du dispositif de lecture de direction).

Faire tourner à la main le disque gradué supérieur de façon à amener le zéro de la graduation inférieure blanche (gros chiffres) correspondant à la déclinaison du lieu.

Par exemple $D = -8^\circ$ amener le zéro de la graduation rouge en regard de la graduation $180^\circ - 8^\circ = 172^\circ$ sur la graduation inférieure.

Serrer à nouveau les trois vis du blocage du disque gradué supérieur. Ce réglage est valable pour un an environ.

Sortir la boussole d'orientation de son trépied et la mettre en station à 50 mètres du radiogoniomètre dans un azimuth quelconque, choisir un point en bonne visibilité en vue de l'opération.

Viser l'axe de l'aérien (arc de rotation) à l'aide du viseur de la boussole et lire l'angle A quelconque en face de l'aiguille bleue de la boussole (nord magnétique).

Calculer la différence $B = 360^\circ - A$ et faire marquer l'angle B sur la graduation inférieure blanche (gros chiffres) en regard de l'index repère noir du cercle mobile supérieur.

Faire pivoter l'ensemble de l'aérien tournant en agissant sur le volant de manœuvre jusqu'à amener le plan de l'aérien à passer par la boussole. Pour cette opération l'opérateur placé à la boussole guide de la voix et du geste l'opérateur du goniomètre jusqu'à obtenir dans le viseur l'exacte superposition des deux dipôles.

Lorsque ce résultat est obtenu, l'opérateur du goniomètre bloque le frein d'aérien de façon à immobiliser l'aérien tournant dans cette position.

Desserrer le dispositif d'accouplement de façon à libérer le dispositif de lecture et faire tourner l'ensemble de celui-ci à l'aide du volant de manœuvre jusqu'à amener le repère rouge du cercle mobile supérieur en coïncidence avec l'index de lecture fixe.

Bloquer le dispositif d'accouplement et desserrer le frein, l'aérien du radiogoniomètre est situé sur le nord géographique, les lectures possibles sont :

1° Disque supérieur, graduations rouges, gros chiffres. Relèvement géographique qte, petits chiffres. Relèvement géographique $\pm 180^\circ$.

2° Disque inférieur, graduations blanches, gros chiffres, cap magnétique pour rejoindre la station qdm, petits chiffres, cap magnétique pour s'éloigner de la station qdr.

Radiogoniomètre ondes courtes 6 à 11 mètres (1). — Le cadre blindé est monté sur un coffret tournant qui renferme la partie haute fréquence.

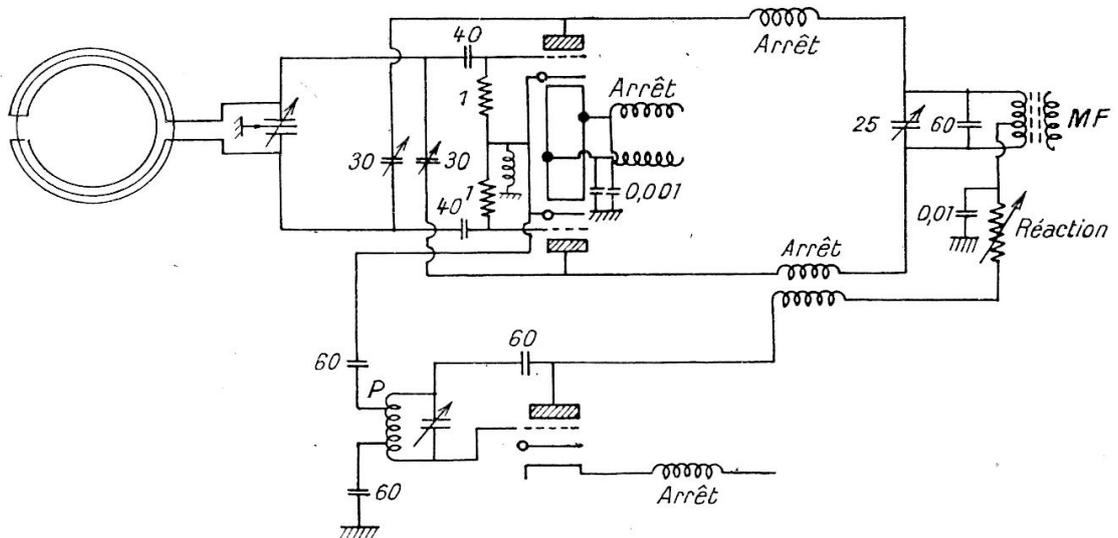


Fig. 75. — Radiogoniomètre pour ondes très courtes.

La symétrie du cadre est assurée par un montage symétrique en plaçant de petits colliers glissants près de la coupure du blindage.

Le montage ne comporte pas d'étage haute fréquence.

Le changeur de fréquence est à réaction au moyen d'une résistance de 100.000 Ω variable placée dans le retour d'anode, on parvient à faire varier l'amplification sans altérer la symétrie.

(1) *The Wireless World*, décembre 1938

Le couplage de l'oscillateur se fait par les cathodes. L'amplitude de la fréquence injectée peut être modifiée en déplaçant la prise P sur l'oscillatrice. La moyenne fréquence est de 2MHZ, soit $\lambda = 150$ mètres.

Les parties HF et MF sont classiques.

Le cadre est formé d'une tige de cuivre de 4 mm. 5 de diamètre, placée à l'intérieur, d'un tube de cuivre de 25 millimètres de diamètre et 8/10 d'épaisseur, la coupure a une largeur de 2 centimètres. A l'intérieur des cales maintiennent la tige. Les sorties du cadre sont blindées.

Pour couvrir la gamme on utilise deux cadres, l'un de 29 centimètres de côté, gamme 8-11 mètres, l'autre de 18 centimètres de côté, gamme 6-11 mètres.

Avec un signal de 2 microvolts par mètre, on obtient une précision de $\pm 5^\circ$, l'erreur provient surtout de l'expérimentateur, si celui-ci se déplace, si celui-ci reste immobile, la précision peut atteindre $\pm 1^\circ$.

Cet appareil est sensible aux ondes polarisées verticalement, il est très peu sensible aux ondes polarisées horizontalement.

La sensibilité est telle qu'un signal de 10 microvolts à l'entrée modulé à 400 périodes à 30 % donne à la sortie 1 milliwatt.

Radiogoniomètre ondes courtes Adcook

Théorie mathématique du fonctionnement. — Si nous considérons les deux antennes A-B placées aux extrémités d'une même diagonale, lorsqu'une onde verticalement polarisée en provenance de la direction O-A arrive sur l'appareil, les f. e. m. induites dans les antennes A et B sont en prenant comme origine de phase, la phase qui serait induite dans une antenne identique en O.

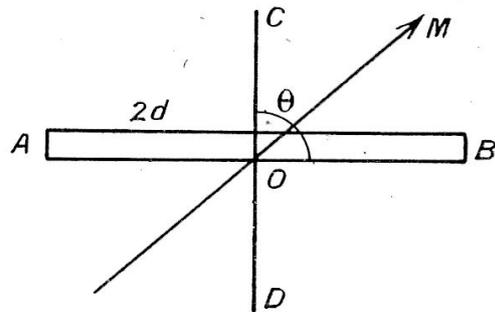


Fig. 76.

Antenne A.

$$H \sin \left[\omega t - \frac{2\pi d}{\lambda} \sin \theta \right].$$

Antenne B.

$$H \sin \left[\omega t + \frac{2\pi d}{\lambda} \sin \theta \right].$$

La différence de nombre des ondes arrivant en O et des ondes arrivant en A ou B est $\pm d \sin \theta$.

Les feeders qui transportent le courant induit au récepteur placé au centre du carré ayant la même longueur, la différence de phase $\frac{4\pi}{\lambda} d \sin \theta$ n'est pas modifiée en ce point de sorte qu'en effectuant la différence des f. e. m. recueillies (antennes en opposition) on obtient une f. e. m. proportionnelle à

$$H \left[\sin \left(\omega t + \frac{2\pi d}{\lambda} \sin \theta \right) - \sin \left(\omega t - \frac{2\pi d}{\lambda} \sin \theta \right) \right] = 2H \sin \left(\frac{2\pi d}{\lambda} \sin \theta \right) \cos \omega t.$$

On verrait de même que la f. e. m. provenant des antennes C et D est proportionnelle à

$$2H \sin \left(\frac{2\pi d}{\lambda} \cos \theta \right) \cos \omega t.$$

Si $\frac{d}{\lambda}$ était très petit de telle sorte que l'on put assimiler

$$\sin \left(\frac{2\pi d}{\lambda} \sin \theta \right) \quad \text{à} \quad \frac{2\pi d}{\lambda} \sin \theta$$

$$\sin \left(\frac{2\pi d}{\lambda} \cos \theta \right) \quad \text{à} \quad \frac{2\pi d}{\lambda} \cos \theta$$

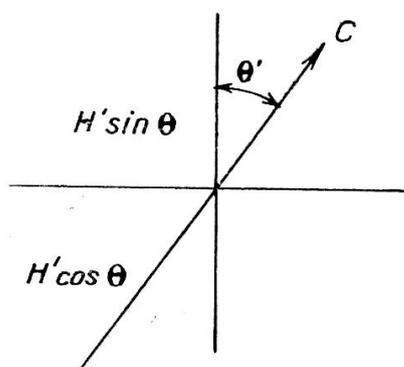


Fig. 77.

on aurait :

$H' \sin \theta$ pour les antennes A-B.

$H' \cos \theta$ pour les antennes C-D.

En alimentant avec ces f. e. m. deux bobines placées rectangulairement l'une par rapport à l'autre et en faisant tourner une 3^e bobine C dans leur champ, on recueille dans cette bobine une f. e. m. proportionnelle à $H' \sin \theta \cos \theta'$.

$$H' \cos \theta \sin \theta' = H' \sin (\theta - \theta')$$

qui s'annule pour $\theta = \theta'$ ou $\theta = \pi - \theta'$, c'est-à-dire, quand la bobine C du chercheur a, à 180°, pris la direction de l'émetteur.

En fait, $\frac{d}{\lambda}$ n'est pas très petit, de sorte que l'on a en réalité :

$$\sin \left(\frac{2\pi d}{\lambda} \sin \theta \right) = 2I_1 \sin \theta + 2I_3 \sin 3\theta + \dots +$$

$$\sin \left(\frac{2\pi d}{\lambda} \cos \theta \right) = 2I_1 \cos \theta - 2I_3 \cos 3\theta + \dots +$$

I_1 I_3 étant fonction de Bessel du 1^{er} genre d'ordre 1, 3 et d'argument $\frac{2\pi d}{\lambda}$.

La f. e. m. recueillie dans la bobine C est alors proportionnelle non pas à $\sin (\theta - \theta')$ mais à

$$(I_1 \sin \theta + I_3 \sin 3\theta + \dots) \cos \theta' - (I_1 \cos \theta - I_3 \cos 3\theta + \dots) \sin \theta'$$

qui en négligeant les termes d'ordre supérieur à 3 (très petits pour les valeurs usuelles de $\frac{2\pi d}{\lambda}$) a

$$I_1 \sin (\theta - \theta') + I_3 \sin (3\theta + \theta').$$

Cette expression au lieu de s'annuler pour $\sin (\theta - \theta') = 0$ s'annule pour

$$\sin \theta - \theta' = -\frac{I_3}{I_1} \sin (3\theta + \theta')$$

si on appelle ε l'erreur $\theta' - \theta$.

$$\sin \varepsilon = \frac{I_3}{I_1} \sin (3\theta + \theta')$$

où $\frac{I_3}{I_1}$ étant petit pour les valeurs employées de $\frac{d}{\lambda}$

$$\varepsilon = \frac{I_3}{I_1} \sin (4\theta + \varepsilon)$$

où

$$\frac{I_3}{I_1} (\sin 4\theta + \varepsilon \cos 4\theta)$$

$$\varepsilon = \frac{\frac{I_3}{I_1} \sin 4\theta}{1 - \frac{I_3}{I_1} \cos 4\theta}$$

L'erreur est donc nulle pour $4\theta = 0, \pi, 2\pi$, $\theta = 0, 45^\circ, 90^\circ, 135^\circ$ et maximum pour ces

$$4\theta = \frac{I_3}{I_1}$$

c'est-à-dire très approximativement pour

$$4\theta = \frac{\pi}{2}, \frac{3\pi}{2} \quad \theta = 22^\circ 5' - 67^\circ 5' - 112^\circ 5' \text{ et } 157^\circ 5'.$$

La valeur maximum de cette erreur est :

$$\frac{\frac{I_3}{I_1}}{\sqrt{1 - \frac{I_3}{I_1}}} = \frac{I_3}{I_1}$$

dépend de l'argument $\frac{2\pi d}{\lambda}$ et diminue avec lui.

Radiogoniomètre S. A. D. I. R. type 254. — Il est constitué par quatre antennes verticales disposées aux quatre sommets d'un carré et reliées au centre du carré, où se trouve le récepteur par des feeders enterrés. La gamme d'utilisation s'étend de 4,5 à 20 mc/s, soit de 15 à 70 mètres.

La liaison antennes-feeders s'effectue au moyen d'un transformateur d'impédance.

Les antennes d'un type spécial permettent sans toucher au transformateur de liaison de réaliser sur une large gamme un adaptateur suffisamment correct. Ces antennes, dites « trombone » sont constituées par deux antennes disposées dans un même plan et dont l'intersection est équidistante du conducteur vertical, deux de ces conducteurs constituant le conducteur ascendant, l'autre le conducteur descendant.

On évite ainsi l'effet secondaire de cadre que l'antenne trombone simple produirait du fait même de sa forme.

On peut se représenter de façon simplifiée le fonctionnement de ces antennes en les considérant comme une ligne d'impédance constante fermée sur son impédance caractéristique. Dans ces conditions il n'y a pas de réflexion et par suite, pas de formation d'ondes stationnaires.

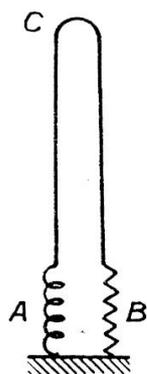


Fig. 78.

L'on voit aisément que l'effet des ondes se propage de A en B, les courants dans les deux parties A-C et C-B qui opèrent en opposition, étant déphasés d'un angle correspondant à la différence de marche, ce qui équivaut à l'effet d'une onde stationnaire dans une antenne de longueur A-C.

En réalité ce raisonnement n'est qu'approché car l'impédance du fil recourbé ne peut être considérée comme constante. Il reste vrai cependant que l'amplitude des oscillations est assez faible par rapport à celle des oscillations incidentes de sorte que les variations d'impédances de l'antenne en fonction de la fréquence sont très atténuées par rapport aux antennes ordinaires.

Lever de doute. — Le diagramme bi-circulaire est transformé en un diagramme cardioïde au moyen des antennes couplées en phase au lieu d'être couplées en opposition par adjonction de bobines de couplage mises en parallèle avec les bobines normales.

Si nous reprenons les équations donnant la f. e. m. induite dans les antennes

Antenne A.

$$H \sin \left[\omega t - \frac{2\pi d}{\lambda} \sin \theta \right]$$

Antenne B.

$$H \sin \left[\omega t + \frac{2\pi d}{\lambda} \sin \theta \right]$$

le champ résultant obtenu par la combinaison en phase sera :

$$H \left[\sin \left(\omega t - \frac{2\pi d}{\lambda} \sin \theta \right) + \sin \left(\omega t + \frac{2\pi d}{\lambda} \sin \theta \right) \right] = 2H \cos \left[\frac{2\pi d}{\lambda} \sin \theta \right] \sin \omega t.$$

Pour les 2 paires d'antennes, le champ obtenu est :

$$2H \sin \omega t \left[\cos \left(\frac{2\pi d}{\lambda} \sin \theta \right) + \cos \left(\frac{2\pi d}{\lambda} \cos \theta \right) \right].$$

Ce champ est en quadrature dans le temps avec le champ cadre et n'est utilisable avec celui-ci qu'après modification de la phase.

Description du radiogoniomètre 254 S. A. D. I. R. — Il se compose :

- 1° D'un chercheur radiogoniométrique ;
- 2° De 4 aériens métalliques reposant sur des transformateurs d'antenne ;

- 3° De 4 transformateurs d'antenne et 4 prises de terre ;
- 4° D'un générateur de champ pour le tracé de la courbe d'erreur ;
- 5° De 4 feeders équilibrés ;
- 6° D'un récepteur complet.

Chercheur radiogoniométrique. — Se présente sous la forme d'un pupitre en alliage léger, la lecture des relèvements s'effectue sur un grand cadran circulaire mobile et solidaire de l'axe du variomètre, les courbes d'erreurs correspondant aux différentes fréquences d'utilisation sont reportées sur le cadran, ce qui améliore la rapidité des relèvements.

Une commande avec rappel automatique sur la position gonio permet sans retoucher au cadran de relèvement, d'effectuer la mesure du lever de doute par permutation des aériens à l'aide d'un commutateur spécial.

Aériens. — Chaque aérien comporte trois tubes de 2 m. 5 de longueur en alliage léger reposant sur leur transformateur respectif.

Transformateurs d'antennes. — Du type sous vide logé dans un boîtier cylindrique étanche en alliage léger.

Générateur de champ. — C'est un petit émetteur étalonné de gamme 15 à 100 mètres en trois sous-gammes alimenté par piles et accumulateurs.

Pour relever la courbe d'erreur, le générateur de champ est placé en un point repéré avec un compas à une certaine distance du radiogoniomètre, la différence lue au radiogoniomètre avec le relèvement vrai lu sur la carte donne l'erreur du radiogoniomètre. On peut placer le générateur de champ de 10 en 10° pour avoir une courbe homogène.

Récepteur. — Du type superhétérodyne, gamme couverte de 9 mètres à 155 mètres, en quatre sous-gammes : 9 à 18 m. 80, 18 à 38 m. 60, 36 à 79 mètres, 70 à 135 mètres. Le poste est à monocommande. Il peut fonctionner en entretenues pures, en entretenues modulées et en téléphonie.

Le récepteur comprend :

Deux étages HF à pente variable (6 K 7).

Un étage modulateur (6 L 7).

Un étage oscillateur (6 J 7).

Deux étages MF (6 M 7).

Un étage détecteur (6 Q 7).

Un étage régulateur antifading (6 H 6).

Un étage préamplificateur (6 F 5).

Un étage final (6 F 6).

Un étage oscillateur hétérotone (6 J 7).

Un étage MF hétérodyne (6 J 7).

Un étage amplificateur indicateur de champ (6 J 7).

Sensibilité. — Elle est toujours plus grande ou égale à un microvolt pour un niveau de sortie de 1 volt aux bornes d'une impédance de 80.000 ohms, le bruit de fond étant réglé à 0,5 volt en l'absence de signal.

Sélectivité. — La sélectivité HF définie par la protection contre l'onde image est supérieure à :

- 20 décibels pour la gamme I.
- 30 décibels pour la gamme II.
- 40 décibels pour la gamme III.
- 60 décibels pour la gamme IV.

Le régulateur anti-fading qui peut être mis hors circuit possède une efficacité telle qu'un signal variant à l'entrée de 1 à 1.000 ne produit à la sortie qu'une variation de 4 décibels.

Installation du radiogoniomètre. — Les antennes seront placées dans un endroit dégagé de masses métalliques aux quatre coins d'un carré de 4 m. 25 de côté de telle sorte que les diagonales soient exactement orientées Nord-Sud, Est-Ouest. Les feeders auront exactement la même longueur, le chercheur et le récepteur seront placés exactement au centre du carré. La cabine devra être en bois ou en matériaux isolants. L'alimentation des appareils sera effectuée par des accumulateurs, les lignes électriques ou téléphoniques partiront du centre de la cabine et seront enterrées à une profondeur supérieure à 2 mètres. La sortie à l'air libre de ces lignes se fera à plus de 300 mètres des antennes.

Réglages. — 1° S'assurer que la masse du chercheur est réunie à la masse du récepteur.

2° Brancher les feeders comme suit : Les boîtes d'antenne étant ouvertes, souder les fils noirs et fils blancs de chaque feeder du même côté.

3° Brancher le chercheur par paire correspondante, les feeders de la même façon que pour les boîtes d'antennes.

4° Faire un relèvement au générateur de champ à 45° de l'un des points cardinaux.

Si le relèvement est juste le goniomètre est en état de fonctionner et prêt à faire sa courbe d'erreur. Dans le cas contraire, le relèvement serait à 90° du relèvement vrai, inverser une paire d'antennes.

Recherche d'une station. — Le récepteur étant réglé au mieux, rechercher l'extinction à l'aide du bouton central.

Lever de doute. — Tourner le bouton à droite dans le sens des aiguilles d'une montre, jusqu'à la butée. Si le relèvement est vrai, le signal dans le casque doit d'abord être faible puis fort. Si le relèvement est faux, le signal est d'abord fort puis faible.

Résultats obtenus. — On obtient une précision de l'ordre de $\pm 1^\circ$ pour les ondes comprises entre 15 et 70 mètres.

La veille dans les stations radiogoniométriques

En prenant la veille, l'opérateur doit s'assurer :

- 1° Du bon fonctionnement du récepteur gonio ;
- 2° Que l'émetteur principal est en état de marche ;
- 3° Que l'émetteur de secours est dans un état identique ;
- 4° S'assurer du fonctionnement correct du lever de doute, pour cela, le récepteur radiogoniométrique étant en fonctionnement, il faut profiter d'un moment où le trafic est calme pour relever une station dont la position est géographiquement connue par rapport à la station radiogoniométrique ;
- 5° Faire la veille dans la position faible sélectivité, bande passante 8 kilocycles ;
- 6° Régler la pendule de la station sur un signal horaire lors de la transmission d'une station effectuant ce service ;
- 7° Répondre aux stations appelantes, en respectant l'ordre de priorité (Instruction SF 500-80) ;
- 8° Tous les mois, faire un tour d'horizon complet en relevant toutes les stations du même réseau sur la même fréquence en commençant par le nord et en continuant en descendant vers l'est.

Cela permet de vérifier et de contrôler la courbe d'erreur et de voir les facteurs qui entrent en jeu pour la modifier (végétation, pluies persistantes, sécheresse, etc., etc.), en utilisant une courbe en coordonnées polaires.

Dans le cas de station radiogoniométrique aéronautique, l'aéronef doit signaler son entrée dans la circonscription, son lieu de départ et sa destination, cela facilite la prise des relevements et permet de réduire les causes d'erreurs de lever de doute.

Dans le cas où l'aéronef vole en mauvaise visibilité, il faut le relever souvent, lui demander des *q. t. g.* On contrôle ainsi sa route et on n'a pas la surprise de le retrouver dans un endroit dangereux (montagnes) ou fortement dérouté.

Radiogoniomètres automatiques

Radiocompas des établissements L. M. T. — Le radiocompas a pour but d'indiquer automatiquement la direction d'une station de T. S. F.

Installé sur un avion, il indique la direction de la station entendue par l'angle que fait la direction de celle-ci avec l'axe de l'avion.

Le radiocompas est un radiogoniomètre automatique.

Un cadre récepteur tournant autour d'un axe vertical donne lieu à un maximum de réception chaque fois que le plan du cadre passe dans la direction de l'émetteur. S'il tourne régulièrement à une certaine vitesse, il y aura un certain nombre de maxima et de minima dépendant de la vitesse de rotation du cadre.

La vitesse de rotation étant de 5 tours seconde, la fréquence sera de 10 périodes, il y a deux maxima et deux minima par tour.

La phase de ces minima ou de ces maxima dépend d'une origine

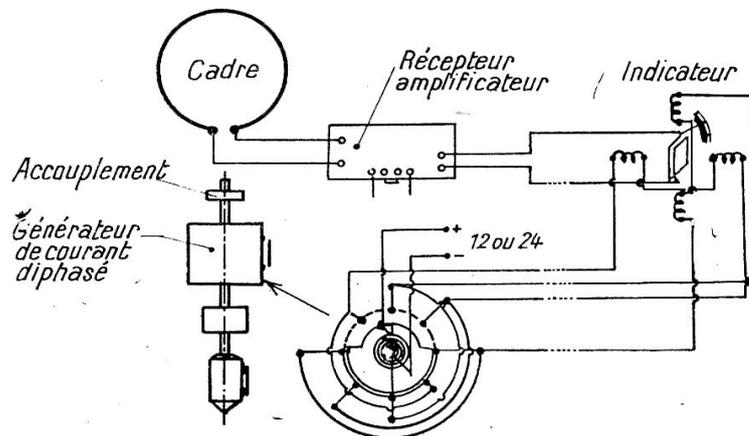
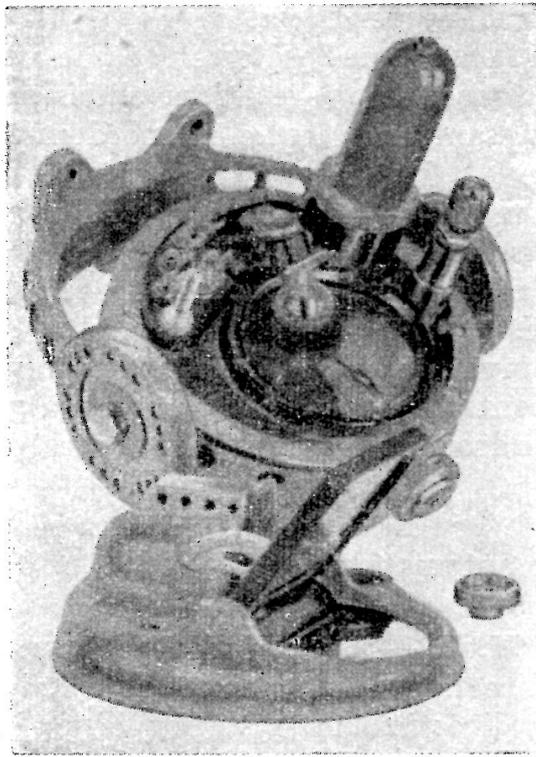


Fig. 79. — Radio compas LMT. Principe.

donnée, la direction de l'émetteur par rapport à l'axe du mobile, si la direction de l'axe change, la phase des maxima et des minima change.

Le courant HF reçu est amplifié, détecté, amplifié en basse fréquence, il reproduit les maxima et les minima reçus par le cadre.



Pho o SFR.

Fig. 80. — Indicateur pilote capot enlevé.

Pour utiliser ce courant ondulé on le compose avec un courant diphasé dont la phase est fixe vis-à-vis des révolutions du cadre récepteur. La fréquence de ce courant diphasé est de 10 périodes seconde.

Ces courants sont envoyés dans un phasemètre spécial qui constitue l'indicateur.

Les courants diphasés créent un champ tournant dans un stator magnétique semblable au stator de moteur asynchrone. Ce champ tourne à une vitesse double de celle du cadre.

Le courant du récepteur passe dans un petit cadre mobile qui porte le cadran indicateur. Les réactions magnétiques d'un flux sur l'autre donnent au cadre mobile une position déterminée.

Le cadre mobile se place perpendiculairement au flux au moment où le courant qui le traverse est maximum indiquant la phase cherchée et par suite la direction de la station.

Utilisation du radio-compass. — L'emplacement du radio-compass doit si possible, à bord des aéronefs, être choisi où la déviation quadrantale est minima.

Souvent le cadre est placé dans la queue de l'appareil. La précision de l'appareil est de $\pm 2\%$ à une distance de 500 kilomètres d'un poste émetteur ayant une puissance de 300 watts antenne.

Le brouillage peut perturber l'appareil dans un secteur de \pm un kilocycle de chaque côté de l'accord sur le signal utile.

L'appareil est sujet aux erreurs de propagation, c'est-à-dire à l'erreur nocturne, il y a donc intérêt à choisir comme radiophare des stations pourvues d'une antenne verticale antifading réduisant cette erreur.

Navigation au radio-compass. — Le procédé le plus simple consiste à accorder le radiocompas sur une station située sur le terrain d'atterrissage et à manœuvrer de telle sorte que les indicateurs indiquent le zéro. S'il y a du vent l'avion dérive et parcourt une courbe dite du chien.

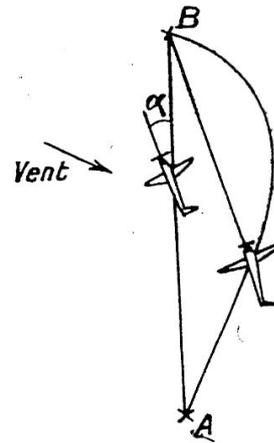


Fig. 81. — Effet du vent sur le vol d'un aéronef. Dérive.

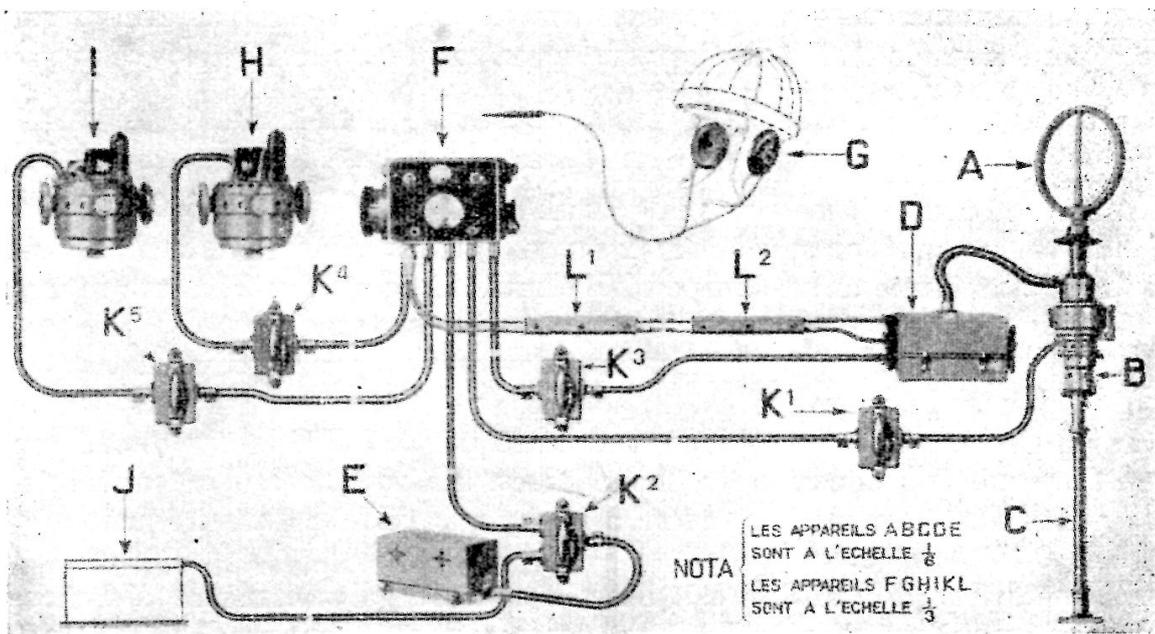


Photo LMT.

Fig. 82. — Vue d'ensemble du radio-compass automatique R. C. 5.

Pour corriger cette dérive, si le pilote constate après quelques minutes de marche vers la station émettrice que l'angle au compas magnétique va en diminuant c'est qu'il dérive vers la droite, c'est que le vent vient de la gauche alors il doit commencer à se redresser et toujours en mar-

chant au radio-compass vérifier que la diminution de l'angle indiquée par le compas ne s'amplifie pas.

En se redressant de plus en plus, il arrive à se maintenir sur une ligne droite, allant vers la station, parce que cette ligne est le lieu géographique et constant où le relèvement de la station par le radio-compass est 0°.

Il est possible de relever au radio-compass les stations fixes et de se servir du radio-compass comme un radiogoniomètre ordinaire.

Le radio-compass L. M. T. est destiné uniquement à la *navigation aérienne*.

Le radio-compass RGV7 de Radio-Air. — Généralités. — Le radiogoniomètre Radio-Air RGV7 reçoit les ondes comprises entre 150 et 1.500 kilocycles et comporte les trois modes de fonctionnement ci-après :

1° Réception « veille », au moyen d'une antenne fixe qui permet de recevoir les ondes entretenues pures et modulées dans la gamme ci-dessus.

2° Réception « gonio » par un cadre blindé.

3° Réception directionnelle « radioguidage » fonctionnement en radio-homing permettant le vol dirigé en « homing », ce troisième mode de fonctionnement est la grande nouveauté du système de réception RGV7.

Fonctionnement. — Le fonctionnement du radio-compass RGV7 est purement électrique, le fonctionnement en radiogoniomètre est classique avec manipulation à distance du cadre.

Les indicateurs visuels sont constitués par des galvanomètres à zéro médian de 85 millimètres de diamètre commandés par un pont à résistances relié à une lampe spéciale double 6Z7G.

Un transformateur spécial à six enroulements à fer dont le primaire, est relié : 1° à une autre lampe 6Z7G haute fréquence ; 2° à une lampe détectrice 6 H 6 qui commande un pont à résistances.

Le secondaire comporte deux enroulements à prise médiane.

Le schéma de montage est le schéma ci-contre, nous voyons que le sens du galvanomètre est bien commandé par la 6Z7G lampe double en équilibre par les deux ponts secondaires à résistances et à capacités, ces ponts sont eux-mêmes commandés par la 6Z7G haute fréquence et la 6 H 6 détectrice.

La condition d'équilibre est donc le zéro du galvanomètre, si l'aéronef dévie dans un sens le champ électrique reçu diminue et le galvanomètre indique une déviation dans le sens correspondant, déviation d'autant plus grande que les ponts sont déséquilibrés, c'est-à-dire que l'avion s'écarte de la ligne droite le reliant au poste émetteur.

Le fonctionnement en radio-compass homing est donc rendu possible par ce dispositif qui est un indicateur de direction avec angle proportionnel à l'écart de l'aéronef sur la droite orthodromique radio.

Constitution d'un ensemble radiogoniométrique Radio-Air type RGV7. — Un ensemble comporte : 1° Un récepteur commandé à distance ; 2° Une boîte de commande à distance n° 1 ; 3° Une boîte de commande à distance n° 2 ; 4° Une boîte de jonction commutant au

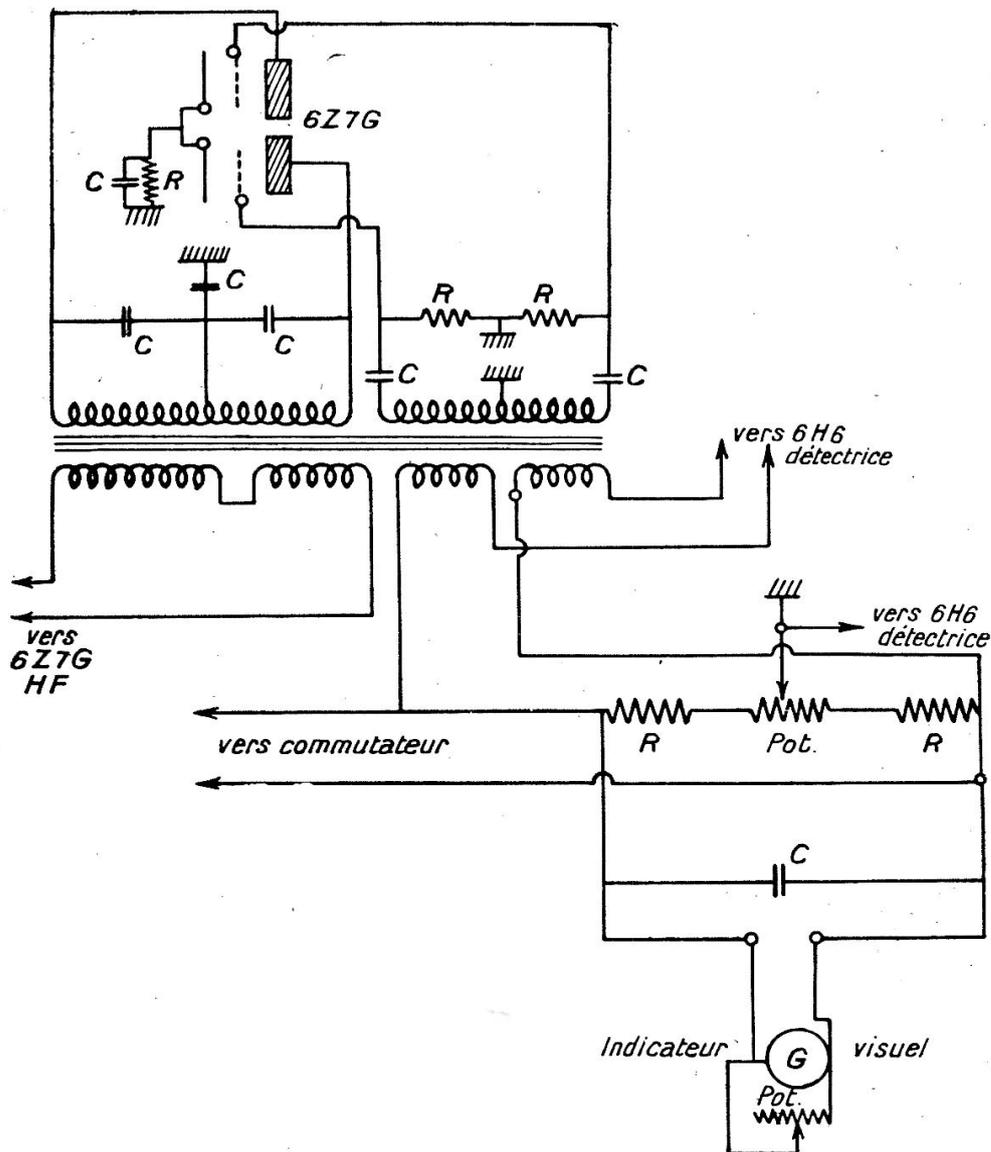


Fig. 82 A.

récepteur l'une des boîtes de commande ; 5° Deux jeux de casques ; 6° Trois indicateurs visuels ; 7° Un cadre caréné avec déshydrateur ; 8° Une antenne sabre ; 9° Un feeder ; 10° Un jeu complet de fichiers ; 11° Une boîte d'alimentation et son convertisseur.

Le récepteur. — Le récepteur est entièrement télécommandé à distance.

La sensibilité pour un signal modulé à 30 % à 400 périodes à une fréquence de 300 Kcs est de 3 microvolts pour 50 milliwatts à la sortie.

- 10° Le commutateur de télécommande des sous-gammes.
- 11° Le bouton de puissance HF.
- 12° Le bouton de puissance BF.
- 13° Une lampe indiquant la mise sous tension du poste.
- 14° Les différents fichiers de raccordement.

Télécommande. — Le cadre est commandé électriquement des boîtes de commande n° 1 et n° 2 à l'aide d'un système du type « télédyné » ou « autosyne » permettant la répétition d'angle à partir d'un inverseur « gauche-droite ». Le commutateur de sous-gamme est télécommandé électriquement à partir des boîtes de commande. Les condensateurs variables sont commandés mécaniquement à partir de ces mêmes boîtes de commande.

Aériens. — Cadre. — Le cadre a un diamètre de 200 millimètres. Pour diminuer la traînée, c'est-à-dire la résistance à l'avancement de l'aéronef, le cadre est caréné par deux demi-coquilles en bakélite moulée.

Un déshydrateur est prévu dans le cas où la carène ne serait pas parfaitement étanche.

Antenne fixe. — Elle est constituée par une antenne sabre de 1 mètre de hauteur.

Indicateurs visuels. — Les indicateurs visuels sont des galvanomètres à zéro médian de 85 millimètres de diamètre montés dans un blindage étudié pour éviter l'action perturbatrice des aimants du bord.

Casques. — Les écouteurs sont du type 600 ohms à 1.000 périodes/s.

Alimentation. — Les tubes utilisés étant du type 6,3 volts, ils sont alimentés directement sur le réseau général du bord de 24 volts.

L'alimentation haute tension est prise à partir d'un convertisseur rotatif à deux ou trois collecteurs selon le cas. Les courants basse et haute tension sont soigneusement filtrés.

La consommation totale de l'ensemble est de 300 watts environ.

Compensation de l'erreur quadrantale. — La correction de l'erreur quadrantale est réglable de degré en degré jusqu'à 20° par came sur l'aiguille de la rose.

Chaque ensemble est livré avec la came correspondant au type de l'avion sur lequel il doit être monté.

On doit vérifier sur l'avion au sol à l'aide d'un émetteur situé à quelques centaines de mètres du radiogoniomètre que la compensation est efficace à $\pm 2^\circ$ près.

Lever de doute. — Le lever de doute se fait sur la position « Radioguidage », on ramène l'aiguille de l'indicateur visuel à zéro. A ce moment si l'on continue à faire tourner le cadre dans le sens des aiguilles d'une montre correspondant au sens croissant de la rose, l'aiguille des indicateurs doit aller vers la droite, si cette dernière va vers la gauche il faut tourner de 180° pour obtenir le véritable gisement de l'émetteur.

Conditions d'utilisation. — Les conditions d'utilisation du matériel sont les suivantes :

Température comprise entre $+ 30^\circ$ et $- 60^\circ$.

Pression atmosphérique entre 270 et 1.060 millibars degré hygrométrique entre 0 et 90.

CHAPITRE IV

UTILISATION DES RADIOGONIOMÈTRES COMME INSTRUMENTS NAUTIQUES

Stations radiogoniométriques. — Les stations radiogoniométriques sont chargées de déterminer la direction des stations mobiles (navires ou aéronefs).

Les stations radiogoniométriques se divisent en France, en deux catégories : 1° Les stations radiogoniométriques côtières FC¹ appartenant à la marine nationale ou aux P. T. T. ; 2° Les stations aéronautiques FA (1) appartenant au ministère des Transports.

1° Les stations radiogoniométriques côtières sont reliées aux stations côtières par téléphone à qui elles transmettent les relèvements qui sont retransmis aux navires. Elles travaillent sur l'onde de 800 mètres (375 Kcs).

2° Stations aéronautiques. La France est divisée en circonscriptions, une station principale dirige la circonscription, elle est reliée aux stations radiogoniométriques secondaires de collaboration par téléphone.

La station principale possède dans le minimum de temps les renseignements nécessaires à la sécurité des aéronefs ainsi que la position de ceux-ci. Elles écoutent l'onde de sécurité aéronautique 901 m. (333 Kcs).

Stations radiophares. — Les radiophares sont des stations radiotélégraphiques équipées pour transmettre des signaux destinés à être relevés par les stations mobiles (navires ou aéronefs).

Nous examinerons dans un chapitre spécial chaque type de radiophare.

Il existe trois sortes de radiophares. Les radiophares circulaires, émettant un signal dans toutes les directions.

Les radiophares directionnels émettant des signaux dans une ou plusieurs directions privilégiées.

Les radiophares tournants, émettant un pinceau tournant à une vitesse uniforme.

Il y a deux catégories de radiophares, les radiophares marins et les radiophares aéronautiques.

(1) Nomenclatures des stations aéronautiques et côtières.

Les radiophares marins destinés spécialement à la navigation maritime se divisent en radiophares de grand atterrissage et radiophares de brume.

Les radiophares de grand atterrissage ont une portée de 200 milles marins.

Le document « Radiosignaux » à l'usage des navigateurs, donne la liste des radiophares, voici les caractéristiques d'un radiophare de grand atterrissage.

Belle Ile. Au grand phare. Position. — $47^{\circ}18'40''$ N, $3^{\circ}13'39''$ W, onde 305,5 Kcs (988 m.), A1, A2 (mod. 950) (Portée 200 M. A1) (50 M. A2).

Radiosignal. Emission, 2 minutes. Période 6 minutes.

a) 3 lettres B (— . . .), 10 secondes.

b) 3 traits longs (— — —), 30 secondes.

c) 3 lettres B (— . . .), 10 secondes, silence 10 secondes.

d) Répétition de a), b), c), 1 minute.

Fonctionnement. Temps de brume. — 4 émissions de grande puissance par heure aux minutes 4, 10, 34, 40 sur ondes A1, 6 émissions de petite puissance par heure aux minutes 16, 22, 28, 46, 52, 58 sur ondes A2.

Temps clair. — 4 émissions de grande puissance par heure aux minutes 4, 10, 34, 40.

Déviations des radiophares. — Les radiophares ont comme toutes les stations radiotélégraphiques, leurs émissions déviées par les obstacles.

Si nous relevons, en coordonnées polaires, l'émission d'un radiophare à émission circulaire, nous ne trouvons pas un champ constant dans tous les azimuts, dans certaines directions, le champ peut être déformé ou inexistant, tandis que le champ dans d'autres directions sera double ou triple du champ normal.

Précision des relèvements pris par les stations radiogoniométriques. — Les relèvements sont classés en relèvements de première classe, s'ils sont nets, c'est-à-dire, s'il n'y a pas de plage d'extinction, l'extinction se faisant au degré près.

Ils sont de deuxième classe, si l'on a une plage d'extinction de 10° environ.

Ils sont douteux si la plage dépasse 10 degrés.

Ils peuvent être flous si l'extinction n'est pas nette et se promène sur plusieurs degrés.

Dans le cas d'une émission puissante, il y a impossibilité d'extinction totale, dans ce cas, il y a intérêt à diminuer la pente des lampes réceptrices en agissant sur la polarisation pour éviter la saturation.

Dans les stations radiogoniométriques, la précision atteint généralement l'ordre du degré.

Précision des relèvements pris à bord. — La précision des relèvements radiogoniométriques pris à bord des mobiles est généralement très grande.

Un avion se dirigeant uniquement au radiogoniomètre et mettant le cap sur un radiophare à deux ou trois cents kilomètres de lui, arrive à survoler celui-ci.

La précision est du même ordre pour un navire.

C'est pourquoi il est recommandé aux navigateurs de ne pas faire courir des risques inutiles aux bateaux-feu en se dirigeant droit sur eux dans la brume, le risque de collision étant certain.

Utilisation des radiogoniomètres. Goniogisement gt . — On appelle goniogisement, le gisement gt lu sur le radiogoniomètre.

Gisement vrai gv . — C'est le goniogisement corrigé de la déviation quadrantale avec la courbe d'erreur on a

$$gv = gt + \epsilon.$$

Orthogisement. — L'orthogisement est la droite qui joint le cadre radiogoniométrique à la station émettrice, ou d'une autre façon c'est l'angle que fait avec l'axe du navire l'arc de grand cercle ou orthodromie qui va du navire à l'émetteur relevé.

Orthorelèvement. — Si l'orthogisement est l'angle que fait le relèvement avec l'axe du navire, l'orthorelèvement est l'angle que fait le relèvement avec le nord vrai.

Problème. — Un problème se pose immédiatement, passer de l'orthogisement à l'orthorelèvement. Si l'orthogisement vrai, c'est-à-dire l'orthogisement corrigé de la déviation quadrantale, est gtv , le cap vrai $c\varphi$, nous avons :

$$Z = gtv + C\varphi.$$

EXEMPLES. —

| | | |
|--|---|---|
| gtv 270 | gtv 142 | gtv 15 |
| $C\varphi$ 150 | $C\varphi$ 320 | $C\varphi$ 350 |
| <hr style="width: 50%; margin: 0 auto;"/> Z 60 | <hr style="width: 50%; margin: 0 auto;"/> Z 102 | <hr style="width: 50%; margin: 0 auto;"/> Z 5 |

Nous avons bien, en effet, $270 + 150 = 420 - 360 = 60^\circ$.

Loxorelèvement. — Le loxorelèvement est la droite loxodromie qui joint le récepteur à l'émetteur sur la carte de Mercator.

Nous avons vu ce qu'était la loxodromie, il est donc nécessaire de transformer l'orthorelèvement obtenu en loxorelèvement pour le porter sur la carte marine.

Cette transformation n'est pas nécessaire quand la distance entre l'émetteur et le radiogoniomètre est de l'ordre d'une cinquantaine de milles ou en chiffres ronds une centaine de kilomètres.

Correction Givry. — Pour passer de la droite orthodromique à la droite loxodromique, on utilise la correction Givry.

L'orthodromie AB coupe les méridiens de A et de B sous des angles dont la différence α est appelée convergence de méridien.

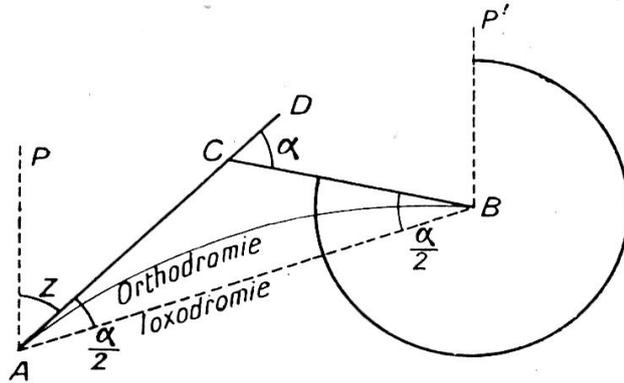


Fig. 83. — Correction des relèvements radiogoniométriques.

La demi-convergence $\frac{\pi}{2}$ représente la différence entre le loxorelèvement \widehat{PAB} et l'orthorelèvement PAD.

Dans le triangle ACB, nous avons :

$$\widehat{A} = \widehat{B} = \frac{\widehat{AB}}{2}$$

comme $\widehat{ACB} = \widehat{A} + \widehat{B} = \alpha$, nous arrivons à :

$$\widehat{A} = \widehat{B} = \frac{\alpha}{2}.$$

Reprenons le problème sous une autre forme. Considérons la Terre de pôle P élevé d'équateur QQ'.

Les angles Z et C sont les angles du triangle sphérique PZC mené sur le globe terrestre et formé par les méridiens respectifs du navire et du poste côtier.

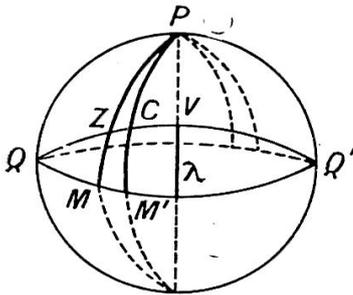


Fig. 84.

Appelons C_1 le supplément de C, Z et C, sont les angles des deux triangles-rectangles QMZ et QM'C obtenus en menant jusqu'au point équatorial le grand cercle CZ. Soit V le vertex de ce grand cercle supposé connu, soit λ , la latitude de ce vertex. Soient $G = QM$, $G' = QM'$.

La différence de longitude entre le navire et le poste côtier sera :

$$G' - G = \gamma.$$

Les deux triangles donnent :

$$\cos Z = \cos G \sin \lambda \quad \cos C_1 = \cos G' \sin \lambda$$

d'où :

$$\cos Z - \cos C_1 = \sin \lambda (\cos G - \cos G')$$

et

$$2 \sin \frac{Z + C_1}{2} \sin \frac{C_1 - Z}{2} = 2 \sin \lambda \sin \frac{G + G'}{2} \sin \frac{\lambda}{2}$$

Appelons Z_m la valeur moyenne de Z et de C_1 et G_m la moyenne différence de longitude entre le point équatorial d'une part et le navire et le poste côtier, il vient :

$$\sin Z_m \sin \frac{C_1 - Z}{2} = \sin \lambda \sin GM \sin \frac{\gamma}{2}$$

d'où :

$$\sin \frac{C_1 - Z}{2} = \sin \lambda \frac{\sin GM}{\sin Z_m} \sin \frac{\gamma}{2}$$

Dans un triangle-rectangle intermédiaire à ZMQ et $CM'Q$, l'analogie des sinus donnerait :

$$\frac{\sin GM}{\sin Z_m} = \frac{\sin GM}{\sin \lambda}$$

L'équation précédente devient par la suite

$$\sin \frac{C_1 - Z}{2} = \sin \varphi M \sin \frac{\gamma}{2}$$

Lorsque les angles C_1-Z et γ sont très faibles (cas d'un poste côtier peu éloigné du navire, on peut écrire

$$\frac{C_1 - Z}{2} = \frac{\gamma}{2} \sin \varphi M$$

et

$$C_1 - Z = \gamma \sin \varphi M.$$

Cette expression est appelée Correction Givry.

Pour plus de simplicité, posons : $G - G' = g$ et $\varphi = l$.

g = différence longitudes ; l = différence latitudes, l'angle α de correction sera donc : $\alpha = \frac{1}{2} g \sin lm$.

Calcul de la Correction Givry par abaque. — Nous donnons un abaque permettant de calculer rapidement la valeur de cette correction.

« Radiosignaux à l'usage des navigateurs » donne des tables permettant de calculer rapidement cette correction.

Sens de la Correction Givry. — Le sens de la correction Givry varie selon que l'on se trouve dans l'hémisphère nord ou dans l'hémisphère sud et que la station mobile se trouve à l'est ou à l'ouest du radiophare.

Stations radiogoniométriques. — Dans l'hémisphère nord, la correction de convergence sera soustractive si la station mobile se trouve dans l'ouest de la station radiogoniométrique.

Dans l'hémisphère nord, la correction de convergence sera additive si la station mobile se trouve dans l'est de la station radiogoniométrique.
 Dans l'hémisphère sud le sens de correction est inversé.

Radiophares. — Dans l'hémisphère nord, la correction de convergence sera additive si la station mobile se trouve dans l'ouest de la station relevée.

Dans l'hémisphère nord, la correction de convergence sera soustractive si la station mobile se trouve dans l'est de la station relevée.

Dans l'hémisphère sud le sens de la correction est inversé.

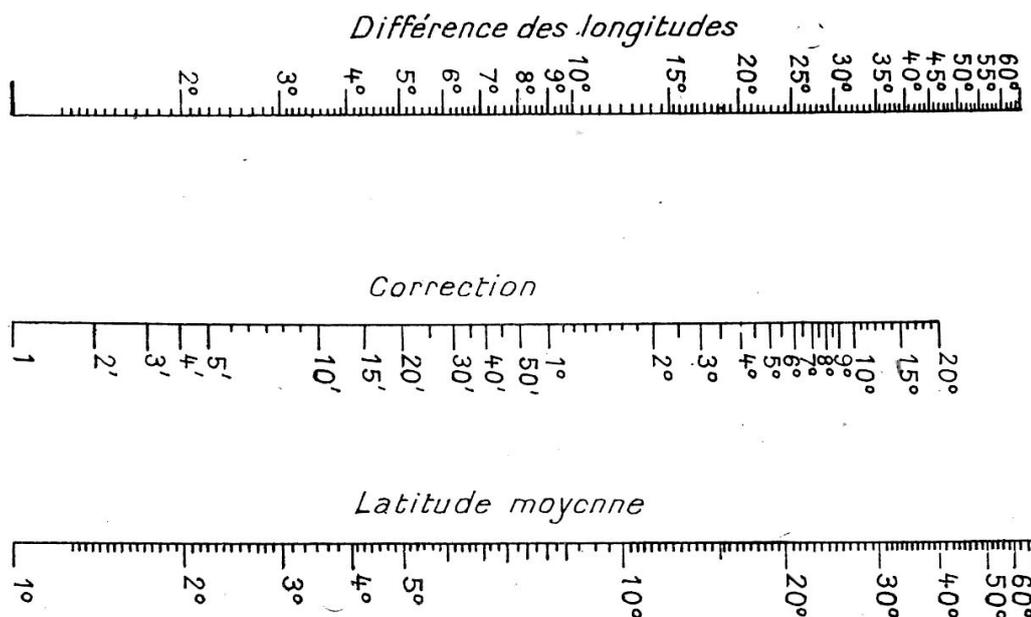


Fig. 84 A. — Abaque pour la correction des relèvements radiogoniométriques

Exemples d'utilisation des relèvements radiogoniométriques. — Nous supposons que le mobile se trouve à une distance inférieure à 100 milles.

EXEMPLE 1.

| | | | |
|--------------------------|-----|------------|--------|
| Gisement lu au gonio | 300 | Cap compas | S 60 W |
| Correction courbe erreur | — 4 | Variation | — 7 |
| Gonio gisement vrai | 296 | Cap vrai | S 53 W |

La station relevée est Alger FFA, lat. $36^{\circ}45'N$, G $3^{\circ}11'E$.

Convertissons le cap du navire en cap évalué par rapport au nord, soit : $180^{\circ} + 53^{\circ} = 233^{\circ}$.

$$\begin{array}{r} \text{Gonio gisement } 296 + 233 = 529 \\ \text{Retranchons } 360^{\circ} \quad \quad \quad - 360 \\ \hline 169^{\circ} \end{array}$$

Si le relèvement avait été pris de la station côtière, on aurait :

$$180^{\circ} - 169^{\circ} = 29^{\circ}$$

Le mobile se trouve dans le N $29^{\circ}E$ de la station relevée.

EXEMPLE 2.

| | | | |
|----------------------|------------|------------|---------------|
| Gisement lu au gonio | 20 | Cap compas | N 82 W |
| Courbe erreur | + 6 | Variation | + 5 |
| Gonio gisement vrai | <u>26°</u> | Cap vrai | <u>N 87 W</u> |

Station relevée, Lands End, lat. $50^{\circ}07'03''N$, G = $5^{\circ}40'05''W$.

Nous aurons : $26 + 360 = 386$.

Route par rapport au nord : $360 - 87 = 273^{\circ}$.

Relèvement vrai : $386 + 273 = 659^{\circ}$.

$659 - 360 = 299^{\circ}$.

Relèvement pris par la station cotière : $299 - 180 = 119^{\circ}$.

Le mobile se trouve dans le S 61 E de la station relevée.

EXEMPLE 3.

| | | | |
|---------------------|------------|------------|---------------|
| Gonio gisement | 26° | Cap compas | N 38 E |
| Courbe erreur | + 3 | Variation | + 5 |
| Gonio gisement vrai | <u>29°</u> | Cap vrai | <u>N 30 E</u> |

Station relevée Ouessant FFU, lat. $48^{\circ}27'05''N$, G = $5^{\circ}05'W$.

Ici le gisement s'ajoute au cap vrai.

Route vrai 30° , goniogisement vrai 29° .

Relèvement vrai : $30 + 29 = 59^{\circ}$.

Par rapport à la station, le mobile se trouve : $180 + 59 = 239^{\circ}$.

Le mobile se trouve dans le S 59 W de la station relevée.

EXEMPLE 4.

| | | | |
|----------------|------------|------------|---------------|
| Gonio gisement | 330 | Cap compas | N 73 W |
| Courbe erreur | + 1 | Variation | + 8 |
| Gisement vrai | <u>331</u> | Cap vrai | <u>N 81 W</u> |

Station relevée, Cherbourg FUC, lat. $49^{\circ}36'32''N$, G = $1^{\circ}36'W$.

Transformons la route par rapport au nord vrai : $360 - 81 = 279^{\circ}$.

Gisement + cap vrai = $331^{\circ} + 279 = 610^{\circ}$.

Relèvement vrai $610^{\circ} - 360 = 250^{\circ}$.

Le mobile se trouve dans le N 70 E de la station relevée.

Problèmes avec correction Givry. Radiophares. — Un navire se trouve à un point estimé $49^{\circ}40'N$, $16^{\circ}12'W$ et relève le radiophare de Creach, situé par $48^{\circ}27'N$ et $5^{\circ}08'W$. Le relèvement orthodromique vrai est 105° .

Calcul de

$$\frac{\varphi A + \varphi B}{2} = \frac{49^{\circ}40' + 48^{\circ}27'}{2} = 49^{\circ}03'30''$$

d'où :

$$\varphi m = 49^{\circ}05' \quad \sin \varphi m = 0,7547.$$

Calcul de

$$GA - GB = 16^{\circ}12' - 5^{\circ}08' = 11^{\circ}04'$$

D'où :

$$G = 11^{\circ}04' \quad \text{et} \quad \frac{1}{2}G = 5^{\circ}27'$$

$$\frac{1}{2}g \sin lm = 0,7547 \times 5^{\circ}27' = 4^{\circ}.$$

En observant la règle, le navire étant dans l'ouest du radiophare, on a : $Z = 105 + 4 = 109^{\circ}$.

Stations radiogoniométriques. — Un navire dont le point estimé est $48^{\circ}55'N$, $16^{\circ}20'W$ se fait relever par la station de Niou Huella, qui se trouve par $48^{\circ}27'N$, $5^{\circ}07'W$. La droite orthodromique est 270° .

On a :

$$\frac{\varphi A + \varphi B}{2} = \frac{48^{\circ}55' + 48^{\circ}27'}{2} = 48^{\circ}41'$$

soit :

$$\varphi = 48^{\circ}7' \quad \sin \varphi m = 0,75.$$

Calculons :

$$GA - GB = \frac{16^{\circ}20' - 5^{\circ}07'}{2} = 5^{\circ}36'$$

$$\frac{1}{2}g \sin lm = 5,56 \times 0,75 = 4^{\circ}.$$

Le navire se trouvant dans l'ouest de la station radiogoniométrique et dans l'hémisphère nord, la correction est négative

$$270^{\circ} - 4^{\circ} = 266^{\circ}.$$

Relèvements à grande distance

Pour les grandes distances dépassant 1.000 milles, il est nécessaire de calculer la correction Givry avec plus de rigueur et tenir compte de l'écart en latitude entre le mobile et la station gonio.

Pour ce calcul, on peut utiliser, soit une table de convergence, soit un graphique spécial.

Emploi d'un graphique. — Nous reproduisons ici le graphique de « Radiosignaux à l'usage des navigateurs ». On pique le point correspondant à l'écart en latitude (latitude de la station relevée moins latitude de la station relevante), sur l'échelle supérieure gauche et l'on mène par ce point une perpendiculaire à l'échelle jusqu'à sa rencontre avec la courbe correspondant à la latitude de moyenne de la station et du mobile. Par le point d'intersection, on trace alors une horizontale. On mène, ensuite par le point correspondant à l'écart en longitude sur l'échelle inférieure droite une perpendiculaire à l'échelle qui ren-

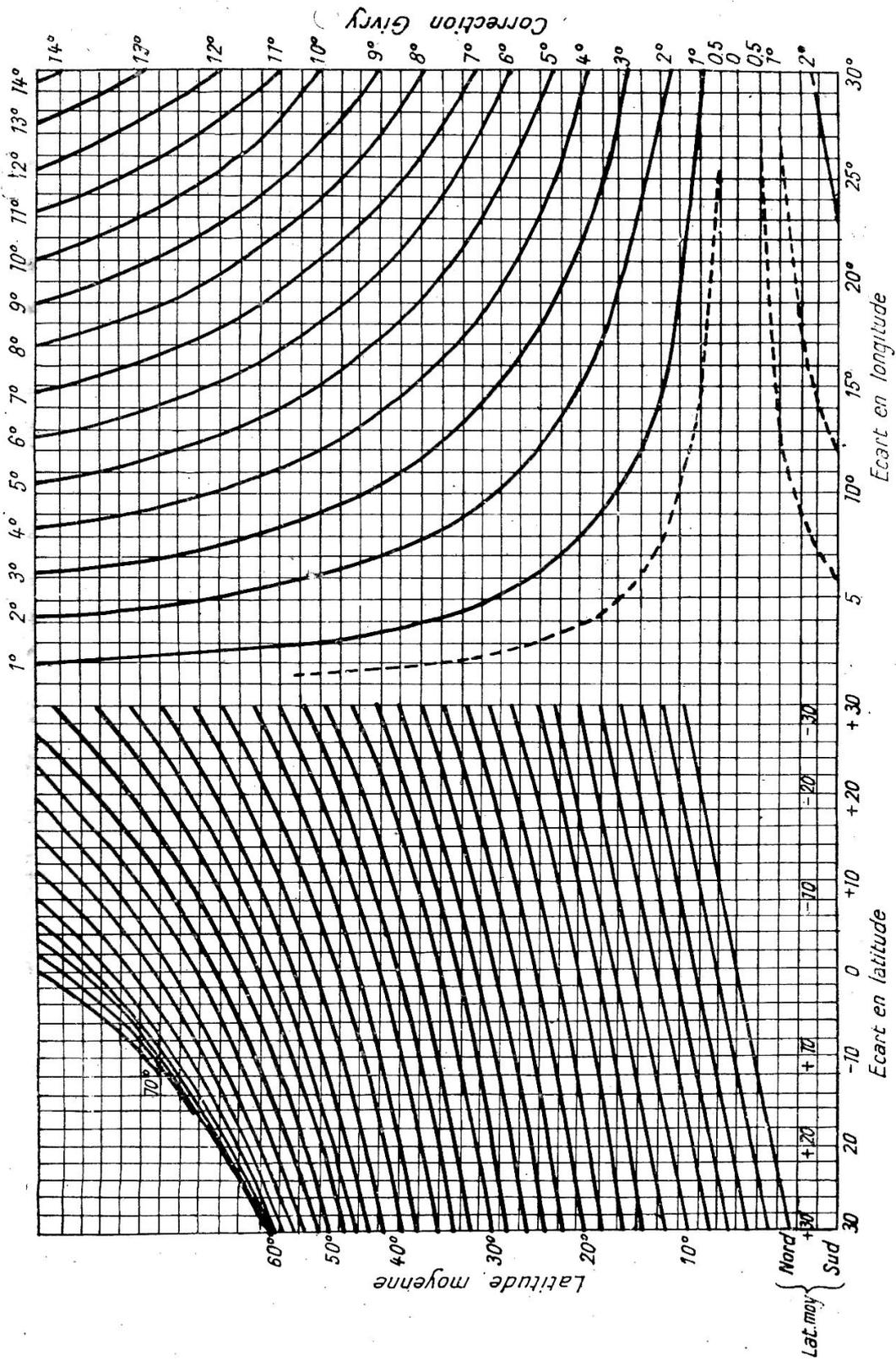


Fig. 85.

Abaque pour la correction des relevements radiogoniométriques à grande distance.

contre l'horizontale précédente en un point dont la position sur le réseau de courbes Correction Givry donne la valeur de la correction à adopter.

Les courbes du graphique sont en valeurs rondes on interpole au besoin entre ces courbes.

Les règles de la convergence s'appliquent à la correction ainsi calculée.

Exemples. Radiophares. — Soit un navire par un point estimé $58^{\circ}20'N$ et $21^{\circ}10'W$ relevant un radiophare au 150° situé par $L = 33^{\circ}55'N$ et $7^{\circ}57'W$. La distance est de l'ordre de 1.500 milles. Calculons la latitude moyenne $\frac{58^{\circ}20' + 33^{\circ}55'}{2} = 46^{\circ}07'$. La différence de latitude $58^{\circ}20' - 33^{\circ}55' = 24^{\circ}25'$. La différence de longitude est $21^{\circ}10' - 7^{\circ}57' = 13^{\circ}13'$. En utilisant le graphique comme nous l'avons indiqué, on trouve : $5^{\circ}5$.

La correction étant additive, la droite radio sera :

$$150 + 5,5 = 155^{\circ}5.$$

Station radiogoniométrique. — Un navire dont le point estimé est $59^{\circ}22'N$ et $22^{\circ}18'W$ se fait relever au 348° par une station radiogoniométrique se trouvant par $35^{\circ}10'N$ et $5^{\circ}53'W$. La distance est de l'ordre de 1.500 milles.

$$\text{Latitude moyenne : } \frac{59^{\circ}22' + 35^{\circ}10'}{2} = 47^{\circ}16'.$$

$$\text{Différence de latitude : } 59^{\circ}22' - 35^{\circ}10' = 24^{\circ}12'.$$

$$\text{Différence de longitude : } 22^{\circ}18' - 5^{\circ}53' = 16^{\circ}25'.$$

En utilisant le graphique comme précédemment, on trouve 7° .

La correction est soustractive, la droite radio sera :

$$348^{\circ} - 7^{\circ} = 341^{\circ}.$$

Relèvement orthodromique. Calcul. — Il est avantageux pour une

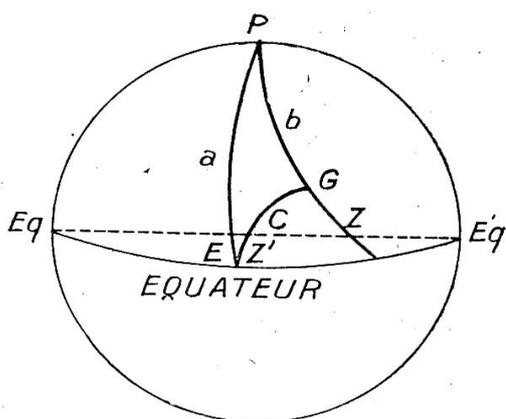


Fig. 86.

station radiogoniométrique fixe de pouvoir avoir l'angle exact de la station gonio considérée avec des émetteurs plus ou moins lointains, afin de pouvoir effectuer la courbe d'erreur sur des azimuts réels.

Pour cela, il n'y a qu'un moyen. C'est de calculer la droite orthodromique qui joint l'émetteur au récepteur.

On appelle parfois l'azimut orthodromique « relèvement calculé ».

Tout revient à utiliser la formule de résolution des triangles sphériques connaissant deux côtés a et b et l'angle P compris entre eux, appliqué au triangle PEG .

Si nous considérons la figure ci-contre, nous aurons évidemment :
 P = pôle nord ; E = poste émetteur ; G = radiogoniomètre, Z' = latitude poste émetteur ; Z = latitude radiogoniomètre.

a = complément de la latitude du radiogoniomètre ;

b = complément de la latitude du poste émetteur ;

c = arc de grand cercle compris entre le poste émetteur et le radiogoniomètre ;

g = différence de longitude.

P = G - G'.

Nous avons :

$$(1) \quad \operatorname{tg} \frac{E + G}{2} = \frac{\cos \frac{a - b}{2} \operatorname{cotg} \frac{P}{2}}{\cos \frac{a + b}{2}} \quad \operatorname{tg} \frac{E - G}{2} = \frac{\sin \frac{a - b}{2} \operatorname{cotg} \frac{P}{2}}{\sin \frac{a + b}{2}}$$

on voit ici que :

$$a = \frac{\pi}{2} - Z' \quad b = \frac{\pi}{2} - Z$$

on a :

$$(2) \quad \operatorname{tg} \frac{E + G}{2} = \frac{\cos \frac{Z - Z'}{2} \operatorname{cotg} \frac{P}{2}}{\sin \frac{Z + Z'}{2}} = S$$

enfin nous aurons :

$$\operatorname{tg} \frac{E - G}{2} = \frac{\sin \frac{Z - Z'}{2} \operatorname{cotg} \frac{P}{2}}{\cos \frac{Z + Z'}{2}}$$

Dans le cas où Z - Z' est négatif on le remplace par Z' - Z, cette opération a pour résultat de remplacer

$$\frac{E - G}{2} \quad \text{par} \quad \frac{G - E}{2}$$

Ayant

$$S = \frac{E + G}{2} \quad \text{et} \quad D = \frac{E - G}{2}$$

on déduit de G la manière suivante :

1° Si l'émetteur est au NE du radiogoniomètre G = S - D.

2° Si l'émetteur est au SE du radiogoniomètre G = S + D.

3° Si l'émetteur est au SW du radiogoniomètre G = 360 - (S + D).

4° Si l'émetteur est au NW du radiogoniomètre G = 360 - (S - D)

que nous pouvons représenter par :

$$\begin{array}{ccc} & \text{N} & \\ \text{W} & \left| \begin{array}{c} 360 - (S - D) \\ 360 - (S + D) \end{array} \right| & \begin{array}{c} S - D \\ S + D \end{array} \text{E} \\ & \text{S} & \end{array}$$

Exemple de calcul. — Prenons deux stations :

Saint-Nazaire aérogonio FXZ : G = 2°11'57''W L = 47°16'32''N

Emetteur Horta (Açores) CTH : G = 28°38'04''W L = 38°31'39''N

$$\begin{aligned} \frac{P}{2} &= \frac{28^{\circ}38'04'' - 2^{\circ}11'57''}{2} = 13^{\circ}13'03'' \\ \frac{Z - Z'}{2} &= \frac{47^{\circ}16'32'' - 38^{\circ}31'39''}{2} = 4^{\circ}22'26'' \\ \frac{Z + Z'}{2} &= \frac{47^{\circ}16'32'' + 38^{\circ}31'39''}{2} = 42^{\circ}54'06'' \\ \operatorname{tg} \frac{E - G}{2} &= \frac{\sin 4^{\circ}22'26'' \operatorname{cotg} 13^{\circ}13'03''}{\cos 42^{\circ}54'06''} \end{aligned}$$

ou :

$$\log \sin 4^{\circ}22'26'' + \log \operatorname{cotg} 13^{\circ}13'03'' + \operatorname{colog} \cos 42^{\circ}54'06''$$

$$\log \sin 4^{\circ}22'26'' = \bar{2},88244$$

$$\log \operatorname{cotg} 13^{\circ}13'03'' = 0,66437$$

$$\operatorname{colog} \cos 42^{\circ}54'06'' = 0,03527$$

$$\log \operatorname{tg} D = \overline{1},58208 \quad D = 20^{\circ}55'40''$$

et

$$\operatorname{tg} \frac{E + G}{2} = \frac{\cos 4^{\circ}22'26'' \operatorname{cotg} 13^{\circ}13'03''}{\sin 42^{\circ}54'06''},$$

ou :

$$\log \cos 4^{\circ}22'26'' + \log \operatorname{cotg} 13^{\circ}13'06'' + \operatorname{colog} \sin 42^{\circ}54'06''$$

$$\log \cos 4^{\circ}22'26'' = \bar{1},99874$$

$$\log \operatorname{cotg} 13^{\circ}13'06'' = 0,66437$$

$$\operatorname{colog} \sin 42^{\circ}54'06'' = 0,16691$$

$$\log \operatorname{tg} S = \overline{0},83002 \quad S = 81^{\circ}35'10''$$

Relèvement

$$360 - (S + D) = 360 - (81^{\circ}35'10'' + 20^{\circ}55'40'') = 257^{\circ}29'10''.$$

Le relèvement lu sur une carte à projection polaire (système Girard, maison Forest) ou carte orthodromique, donne 258°.

Goniographe. — D'accord avec MM. SILHOUETTE et RICHETTE, nous avons perfectionné le Correcteur de position en y adjoignant une règle mobile figurant le cadre radiogoniométrique. Ce petit appareil permet tous les calculs radiogoniométriques.

Mode d'emploi. — Placer le cercle figurant le mobile sur la route vraie suivie par exemple N 60 E ou 60°. On relève au gonio une station au 30° courbe erreur + 5. Goniogisement vrai 30 + 5 = 35°.

On place le 0 du cercle central sur 60° de l'anneau circulaire, le mobile est donc en route au N 60° E, on fait pivoter la flèche représentant le

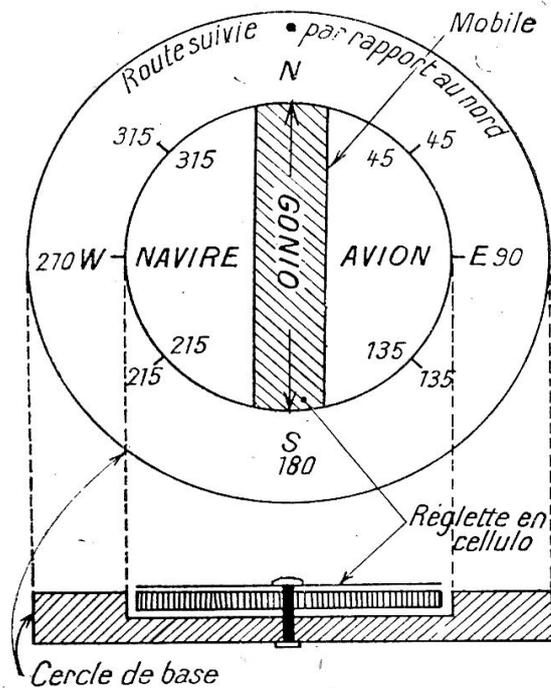


Fig. 87. — Principe du radiogoniographe.

radiogoniomètre sur 35° du mobile, il ne reste plus qu'à lire à 180° sur l'anneau circulaire la droite à porter à partir de la station relevée sur la carte.

L'appareil ci-dessus a été breveté ainsi que le correcteur de position.

CHAPITRE V

RADIOPHARES

Différents radiophares. — Un radiophare est un émetteur radio-électrique qui permet de repérer une ligne à la surface de la terre.

Les radiophares sont divisés en plusieurs catégories suivant leurs utilisations ou leurs fréquences.

La première grande catégorie les divise en radiophares de navigation et radiophares d'atterrissage.

Il est possible également de les classer en radiophares à ondes longues et radiophares à ondes courtes.

Radiophares de guidage

Radiophares circulaires. — Ce sont les radiophares les plus simples, généralement des émetteurs ordinaires dans lesquels l'aérien a été par-

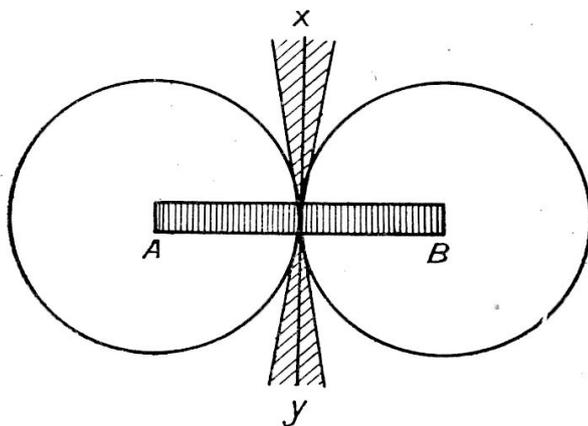


Fig. 88. — Champ rayonné par un cadre.

ticulièrement soigné pour réaliser un champ aussi uniforme et symétrique que possible. Ces radiophares peuvent être relevés avec un radiogoniomètre ordinaire ou avec un radio-compass. On relève malgré tout des irrégularités dans le champ émis, celui-ci n'est pas rigoureusement circulaire, il y a des déformations dues aux obstacles, de plus la nuit l'effet nocturne apporte des déviations supplémentaires.

Rayonnement d'un cadre. — Le rayonnement d'un cadre est représenté par le diagramme ci-dessus (fig. 88). Il présente autour de la ligne xy perpendiculaire au diamètre commun AB une zone très nette de minimum.

Radiophare à champ tournant. — Le dispositif le plus simple est constitué par un cadre tournant à une vitesse rigoureusement uniforme, l'émetteur émet deux tops, l'un en passant exactement au nord, l'autre en passant exactement à l'est.

Pour relever ce radiophare il suffit d'avoir un récepteur et un chronographe.

Le chronographe sera déclenché soit au moment où le top du nord ou celui de l'est sera entendu et arrêté au moment précis où le top écouté sera au maximum de réception.

Le cadre tourne généralement sur lui-même en une minute. L'angle α que fait la station mobile avec le radiophare est donc :

$$\alpha = 360 \frac{t}{T} = \frac{360t}{60} = 6t.$$

Si le temps est de 5 secondes $\alpha = 30^\circ$. Il existe une incertitude de 180° .

La portée de ce radiophare est faible et dépend de la hauteur effective du cadre.

Radiophare à champ tournant parlant. — Il existe en essai en Angleterre un radiophare à champ tournant parlant qui en tournant très lentement passe un indicatif très bref et l'azimut correspondant.

La précision du radiophare est assez faible.

Radiophare tournant S. I. P. L. type 185 B. — Utilisation. — Le radiophare tournant type 185 B est destiné à la navigation aérienne. Il définit un axe qui tourne à la vitesse de un tour par minute. Lorsque cet axe passe dans la direction du nord, un signal bref, dit « top au nord », est émis. Le pilote qui perçoit ce signal déclenche un chronomètre. Il arrête celui-ci lorsqu'il perçoit le passage de l'axe, c'est-à-dire un trait continu précédé de points et suivi de traits.

Le cadran du chronomètre est divisé en 360° ; on a ainsi par lecture directe l'azimut dans lequel se trouve l'avion par rapport au radiophare.

Principe de fonctionnement. — Le radiophare tournant 185 B comporte 5 pylones disposés au centre et aux sommets d'un carré : antenne centrale et 4 aériens « cadres ».

Les 4 aériens cadres sont placés respectivement au nord, à l'est, au sud et à l'ouest de l'antenne ; ils sont alimentés par des tensions en quadrature l'une sur l'autre ; le champ résultant en un point de l'espace (dont l'azimut par rapport au radiophare est Z) a une amplitude constante, mais sa phase est précisément égale à l'azimut. L'antenne

est alimentée par une tension dont la phase p varie linéairement de Z en une minute, c'est-à-dire entre deux « tops au nord ». De plus cette phase est inversée à une fréquence audible. Tout se passe alors comme si le champ était modulé à un taux variable proportionnel à $\cos(p - Z)$ et qui s'annule pour $p = Z \pm \frac{\pi}{2}$.

L'émission des cadres reçoit en outre une modulation tantôt en phase, tantôt en contre-phase avec l'émission de l'antenne, cette manipulation étant faite à la cadence points-trait. Le taux de modulation des points est donc supérieur ou inférieur à celui des traits, selon que $p - \frac{\pi}{2}$ est inférieur ou supérieur à l'azimut Z . Ces deux taux ne sont égaux que sur l'axe ; on perçoit un trait continu lors du passage de celui-ci.

Rayonnement de deux cadres perpendiculaires. — Si nous considérons maintenant deux cadres perpendiculaires l'un à l'autre et rayonnant ensemble, nous trouvons, si nous manipulons une lettre F par exemple sur l'un et sur l'autre la lettre complémentaire $F(\dots - \cdot) L(\cdot - \dots)$ quatre lignes ou 4 axes de part et d'autre du cadre sur lesquels on entend

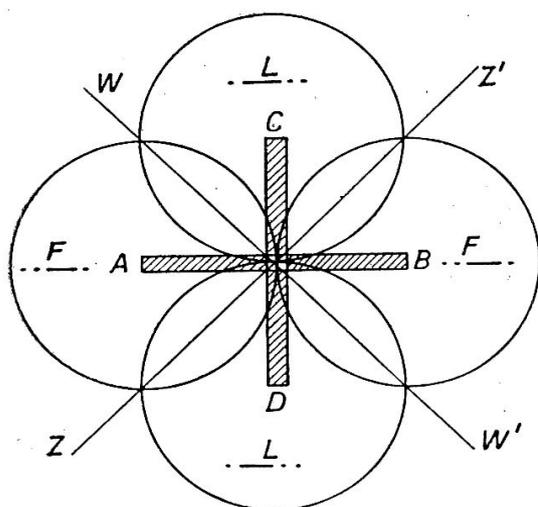


Fig. 89. — Diagramme d'un radiophare à signaux enchevêtrés.

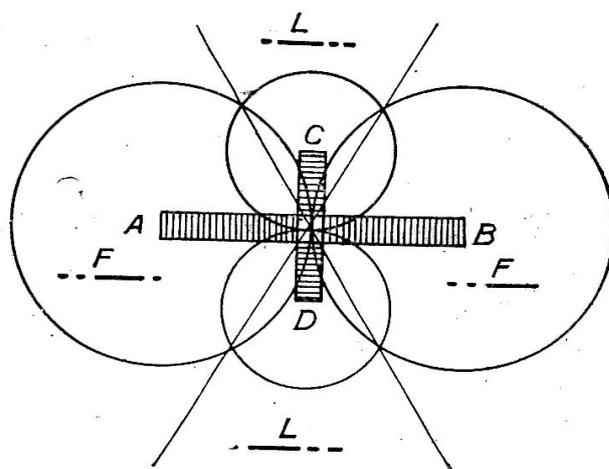


Fig. 90. — Influence de l'abaissement de la hauteur effective sur le diagramme du rayonnement d'un radiophare à signaux enchevêtrés.

un son continu. Les lettres F et L se complétant mutuellement. En plus on a 4 secteurs de 90° dans lesquels on entend une lettre dominante soit L soit F .

Il est donc possible de baliser quatre routes aériennes pour amener les aéronefs sur l'aérodrome. Ces radiophares sont appelés ainsi radiophares à enchevêtrement.

Il est possible de créer une dissymétrie des routes en installant par exemple un cadre plus petit que l'autre, les champs seront ainsi modifiés et les axes également.

Sur la figure, nous reproduisons les champs produits par deux cadres égaux.

Maintenant modifions le cadre CD par rapport au cadre AB, donnons au cadre CD une hauteur effective moitié moindre que celle du cadre AB.

Les axes vont se rapprocher du cadre CD. Les secteurs des lettres F vont augmenter, se rapprocher de 120° , tandis que les secteurs des L vont devenir des secteurs de 60° environ.

Nous pouvons tracer six routes symétriques ou dissymétriques avec 3 cadres qui pourront dans le premier cas être égaux et dans le second cas être quelconques suivant les routes balisées. Ces cadres devront être calés à 120° l'un de l'autre. Théoriquement, il est possible de placer de cette façon autant de cadres qu'on le désire, mais pratiquement le problème devient rapidement inextricable.

Radiophare à système cadre antenne. — M. l'ingénieur en chef BESSON a mis au point un système composé d'un cadre et d'une antenne.

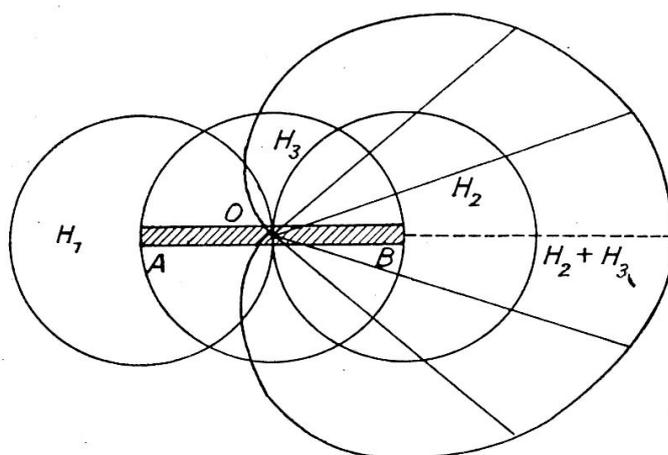


Fig. 91. — Diagramme de rayonnement d'un radiophare cadre-antenne.

Le champ de l'antenne de même ordre de grandeur que celui du cadre est en phase dans un sens et est décalé de π dans l'autre sens.

Un commutateur manœuvré électriquement au poste émetteur permet à un observateur de recevoir soit la somme des champs soit leur différence pour un déphasage de π ou 180° du premier.

L'observateur ne perçoit des signaux d'intensité constante que sur l'alignement précis correspondant au rayonnement nul du cadre.

Radioalignement O. T. C. Cadre antenne à diagramme de modulation. Type S. A. D. I. R. (1). — L'axe balisé est déterminé par l'égalité des taux de modulation du champ reçu par les deux fréquences modulantes $\frac{P}{2\pi}$ et $\frac{Q}{2\pi}$. À droite de l'axe, l'une des fréquences l'emporte, son taux de modulation croît, tandis que l'autre fréquence décroît, son taux de modulation diminue.

(1) Renseignements aimablement fournis par M. le commandant ARCARDI de la S. A. D. I. R.

Un récepteur approprié permet de comparer les deux taux de modulation à tout instant et permet de connaître la position de l'avion.

La variation du taux de modulation à la fréquence $\frac{p}{2\pi}$ du champ reçu s'obtient en superposant à un champ non dirigé ou champ antenne partiellement modulé un champ cadre modulé avec suppression de l'onde porteuse qui s'annule en changeant de signe sur l'axe et prend en deux points quelconques symétriques par rapport à l'axe deux valeurs égales et de signes opposés.

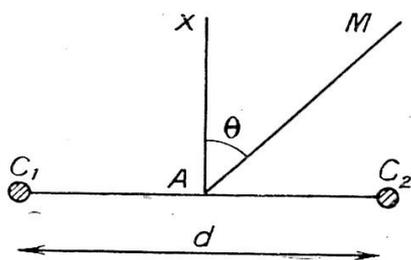


Fig. 92.

Les champs cadre et antenne étant en phase d'un côté de l'axe et en opposition de l'autre côté, le taux de modulation égal au taux de modulation du champ antenne sur l'axe (où le champ cadre est nul), augmente d'un côté de l'axe et diminue de

l'autre côté. Pour la fréquence $\frac{q}{2\pi}$ le processus est le même, mais le sens de la variation est inversé.

Soient C_1, C_2 les deux antennes en opposition de phase constituant le cadre d leur distance et A l'antenne.

Au point M dans la direction $A-M$, faisant avec l'axe $A-X$ l'angle θ le champ antenne peut s'écrire :

$$HA(1 + K \sin pt - K \sin qt) \sin \omega t,$$

et le champ cadre

$$HCf^{(0)}(\sin pt + \sin qt) \sin \omega t.$$

Les taux de modulation résultants sont alors :

$$K + \frac{HCf^{(0)}}{HA} \quad \text{fréquence } \frac{p}{2\pi}$$

et

$$K - \frac{HCf^{(0)}}{HA} \quad \text{fréquence } \frac{q}{2\pi}.$$

Si $f^{(0)}$ est positif à droite de l'axe par exemple le taux de modulation de la fréquence $\frac{p}{2\pi}$ croît à droite tandis que le taux de modulation de la fréquence $\frac{q}{2\pi}$ décroît, c'est l'inverse à gauche de l'axe.

Le taux de modulation est nul à gauche pour $\frac{q}{2\pi}$ à droite pour $\frac{p}{2\pi}$ lorsque θ a la valeur θ_0 , telle que :

$$f^{(0)} \frac{HC}{HA} = K \quad (1)$$

Les valeurs de K et de $\frac{HC}{HA}$ sont choisies de telle sorte que θ_0 soit voisin de 90° .

Le taux de modulation maximum ne dépasse pas 120 %, afin d'éviter des distorsions excessives et l'apparition d'harmoniques gênantes. On doit avoir :

$$\frac{HC}{HA} f^{(0)} + K + \frac{HC}{HA} f^{(0)} - K \leq 1,2,$$

$$\frac{HC}{HA} f^{(0)} \max \leq 0,6 \quad (2)$$

Les relations 1 et 2 déterminent K et $\frac{HC}{HA}$.

Le champ HC a pour valeur :

$$C \left[\cos \left(\omega t - \frac{\pi d}{\lambda} \sin \theta \right) - \cos \left(\omega t + \frac{\pi d}{\lambda} \sin \theta \right) \right] = 2 \left(\sin \frac{\pi d}{\lambda} \sin \theta \right) \sin \omega t,$$

d'où :

$$\frac{HC}{HA} f^{(0)} \max = 2C \leq 0,6,$$

$$\frac{HC}{HA} f^{(0)} - 2C \sin (\pi 0,9 \sin 9^\circ) = K \leq 0,6 \sin (0,9 \pi \sin 9^\circ),$$

$$K \leq 0,425 \times 0,6$$

$$K \leq 0,255$$

avec le taux de modulation limite de 0,255 le rapport de puissance cadre à la puissance antenne est égal à 0,224 soit un peu moins du quart.

Pour une puissance cadre de 25 watts la puissance antenne serait de 118 watts dont 7 watts pour les puissances BF.

Réalisation des Etablissements S. A. D. I. R. — Émetteur. — Comporte un maître oscillateur au quartz équipé d'un tube 6 C 5 et d'un tube 6 J 7 amplificateur-séparateur.

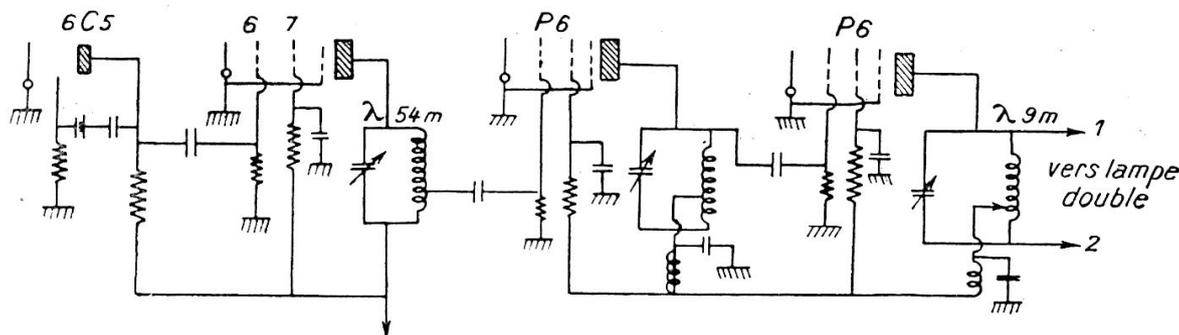


Fig. 93. — Chaîne HF du Radiophare. Cadre antenne à diagramme de modulation HF des Établissements S. A. D. I. R.

Un étage tripleur équipé d'une pentode P6.

Un étage doubleur équipé d'une pentode P6.

Un étage tripleur équipé d'une pentode double P2/40 monté en push-pull.

Un étage amplificateur équipé d'une pentode double P/240. Cet

étage excite les étages de puissance du cadre et de l'antenne au moyen de lignes à basses impédances, un filtre permettant de faire varier la

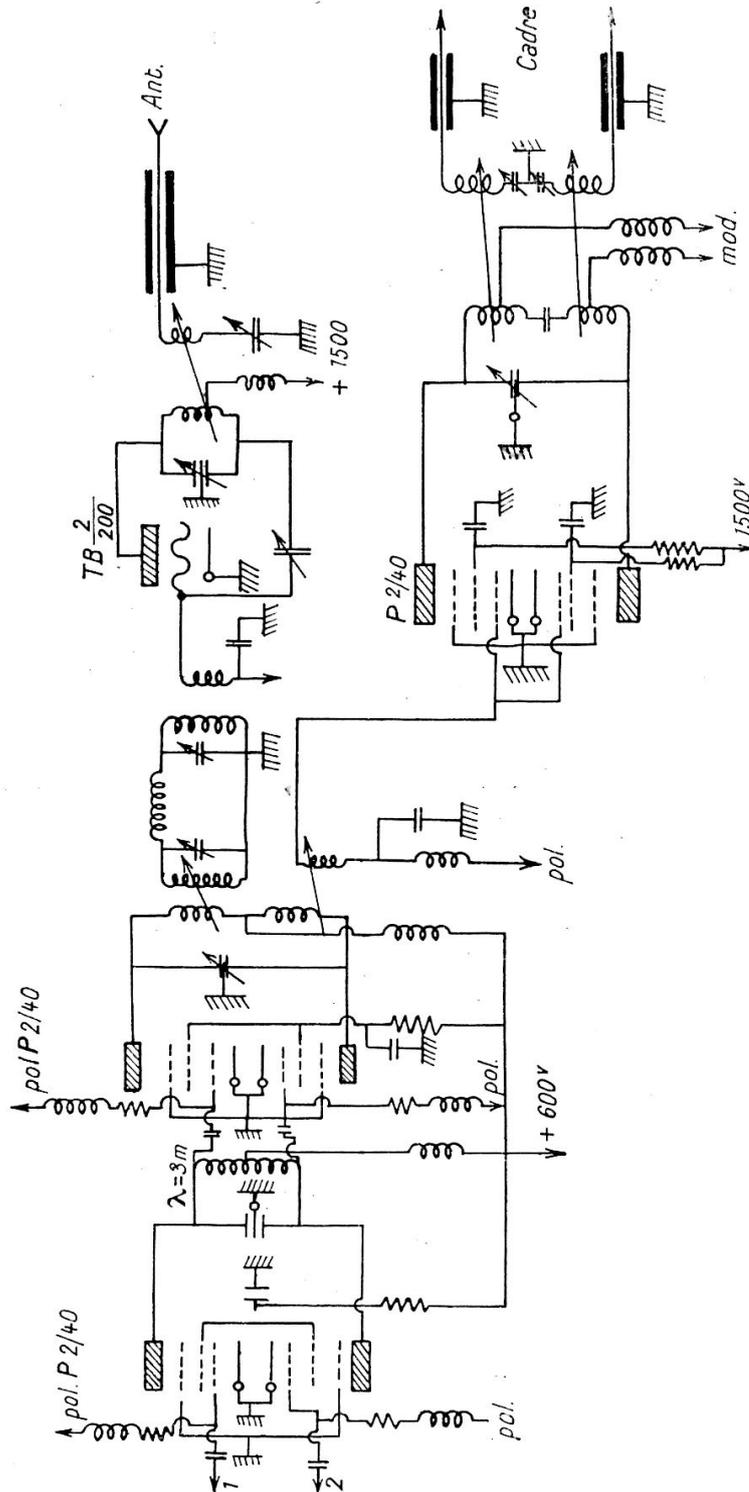


Fig. 94. — Amplificateur de puissance radioalignement.
Cadre-antenne à diagramme de modulation SADIR.

phase des oscillations autour de la valeur moyenne $\frac{\pi}{2}$ est intercalé entre la ligne à basse impédance et le circuit de grille.

L'étage de puissance cadre est également équipé d'une pentode double P2/40 alimentée par une tension anodique alternative compor-

tant les deux fréquences 70 et 90 périodes fournies par le modulateur.

L'étage de puissance antenne est équipé d'un tube TB 2/200 alimenté par une tension modulée dont la partie alternative comportant les deux fréquences 70 et 90 périodes est fournie par le modulateur.

Les indicateurs d'accord du cadre et de l'antenne sont deux voltmètres de crête équipés d'une 6 H 6 que nous ne figurons pas sur le schéma de principe.

Radiophares à antennes

Rayonnement de deux antennes. — Si nous considérons deux antennes A1 et A2 de mêmes caractéristiques, mais distantes de $\frac{\lambda}{2}$ l'une de l'autre nous constatons, si elles sont alimentées en phase et d'intensité égale, que dans la direction BB¹ normale à l'alignement, les champs en phase s'ajoutent tandis que dans la direction

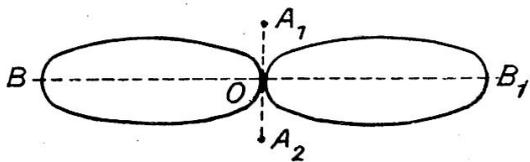


Fig. 95.

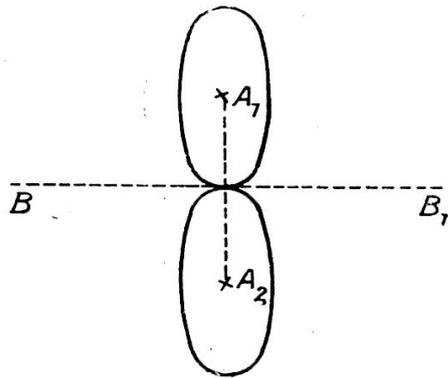


Fig. 96.

perpendiculaire A1, A2 les champs en opposition se détruisent.

Dans une direction quelconque faisant avec OB-B1 un angle n , la marche du champ est représentée par $\frac{\lambda}{2} \sin n$ le déphasage sera $\varphi = \sin n$.

Si les deux antennes sont alimentées par des courants diphasés d'une demi-période, les champs sont en opposition dans la direction BB¹ et sont en phase dans la direction A1, A2, c'est l'inverse du cas précédent.

Nous voyons qu'il est possible en prenant deux antennes quelconques disposées à une distance quelconque et alimentées avec un déphasage quelconque de réaliser de nombreuses combinaisons, nous donnons un diagramme de champ relevé par une combinaison de deux antennes placées à une distance de plusieurs λ l'une de l'autre.

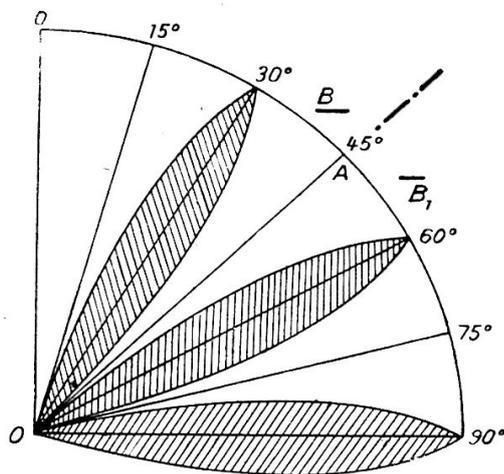


Fig. 97.

Nous voyons que dans les azimuts 30°, 60°, 90° le champ est maximum tandis qu'il est nul dans les azimuts 75°, 45°, 15°.

Radiophare Aicardi. — Le radiophare Aicardi utilise une ligne de silence, c'est-à-dire un azimut où le champ est nul, l'azimut 45° de notre figure.

Un condensateur tournant modifie périodiquement le déphasage dans les deux antennes et on obtient un balancement systématique de la ligne à baliser.

Si du côté OB, l'antenne transmet des — (traits) et du côté OB1 des · (points) sur l'axe OA, on perçoit une série de · — · — · — à grande cadence.

On conçoit qu'il soit possible d'actionner à bord de l'aéronef un appareil récepteur sélectionnant d'une part les traits et les points et indiquant par un procédé visuel la bonne route, au moyen de lames vibrantes par exemple.

Radiophares balisant une route quelconque. — Pour baliser une route

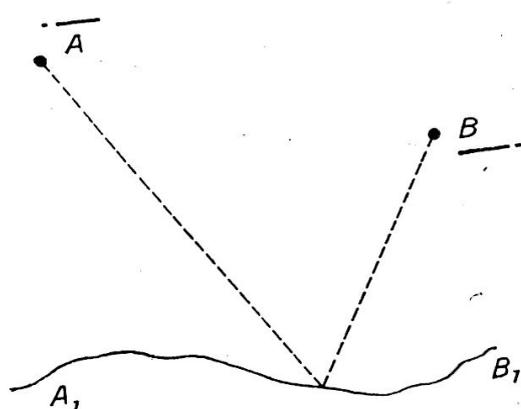


Fig. 98.

sinueuse, deux radiophares sont nécessaires, ceux-ci peuvent être très éloignés l'un de l'autre, une centaine de kilomètres.

Un radiophare B émettra des N par exemple, l'autre des A, sur la ligne balisée on n'entendra qu'un trait continu, ces deux lettres étant complémentaires.

L'aéronef sur la trajectoire A1, B1 entendra un trait seul, si celui-ci est en dehors de la trajectoire il entendra soit le A soit le N, suivant qu'il se trouvera de l'un ou de l'autre

côté de la trajectoire et pourra ainsi retourner sur celle-ci, car la lettre perçue lui indiquera sur quel côté il se trouve.

Récepteur spécial visuel. — Pour simplifier la tâche du pilote on a remplacé la réception auditive par une réception visuelle, les lettres complémentaires sont modulées à une fréquence différente, 65 et 87 périodes.

Un sélecteur à deux lames vibrantes est placé à la suite du récepteur normal, chaque lame est accordée sur une de ces fréquences.

La réception d'auditive devient donc visuelle, il suffit de regarder les lames vibrantes.

Si les amplitudes sont égales, les deux voyants ont une élancement égale, l'aéronef est dans la bonne route.

Si un des voyants a une élancement plus grande que l'autre, c'est que l'aéronef est, suivant le cas, à droite ou à gauche de sa route.

Inconvénients des radiophares sur ondes moyennes. Effet de montagne (1). — D'une façon générale, chaque fois que deux ou plusieurs ondes provenant d'une même source sont présentes dans l'espace, la courbe enveloppe des amplitudes des vecteurs représente dans l'espace une onde stationnaire dont l'amplitude est limitée à la valeur de l'onde la plus faible en amplitude et dont la forme dépend éventuellement des directions des deux ondes et de leurs polarisations.

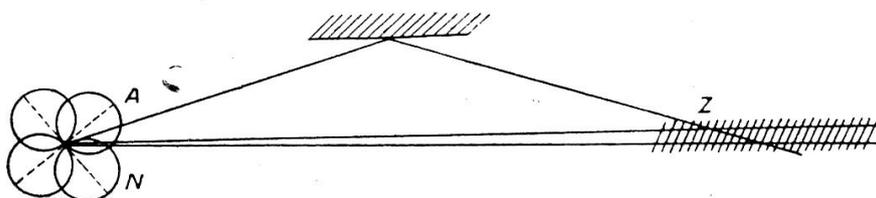


Fig. 99.

L'inconvénient majeur pour une station radiogoniométrique fixe est une erreur supplémentaire provenant de la réflexion des ondes sur ces montagnes.

Pour l'avion en vol à une grande vitesse qui coupe rapidement la zone d'interférence, il en résulte une variation plus ou moins rapide de l'indication de direction puisque le champ magnétique change constamment de direction. Si l'avion vole vers le radiophare, il coupe un système d'interférences qui provoque un balancement régulier de l'indication accompagné d'une déviation fixe de la valeur moyenne.

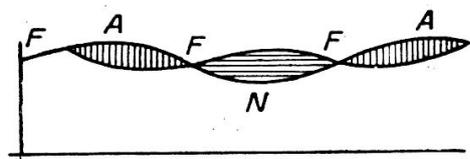


Fig. 100.

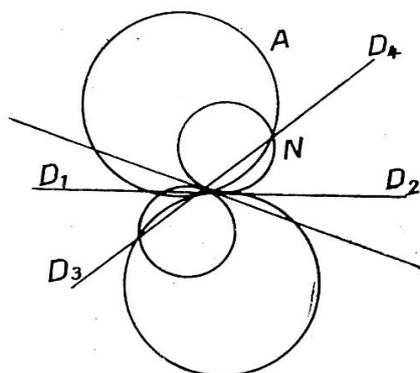


Fig. 101.

Nous donnons ci-dessus une représentation de ces interférences avec réflexion prédominante des A et période d'oscillation plus longue des N. Le phénomène se complique lorsqu'il y a plusieurs réflexions.

Les radiophares à cadres ont un autre inconvénient, c'est la formation de faux faisceaux aux alentours du radiophare. La figure ci-contre montre la formation des fausses routes qui peuvent induire les pilotes en erreur et provoquer de graves accidents.

(1) Études effectuées aux États-Unis sur les effets de montagne en radiogoniométrie par BUSIGNIES, publication de la société L. M. T.

CHAPITRE VI

RADIOATTERISSAGE

Principe. — L'avion qui désire atterrir sur le terrain AB sans visibilité peut le faire par ses propres moyens une fois qu'il a été amené au-dessus d'un point C connu de lui à une distance BC suffisante pour lui permettre ses préparatifs d'atterrissage.

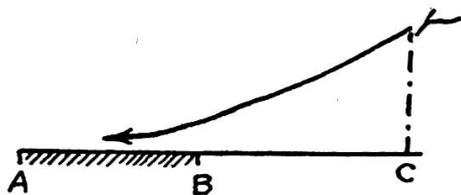


Fig. 103. — Principe du radioatterrissage. L'aéronef est amené au-dessus du point C par radiogoniométrie.

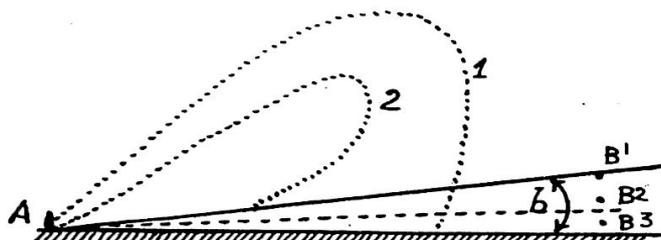


Fig. 104. — Courbes de champs constants en altitude.

On utilise la forme des « courbes à champ constant » en ondes ultra-courtes pour la descente de l'avion.

Si l'on considère une antenne d'émission A vibrant en quart d'onde avec sa base mise à la terre, le diagramme offre l'aspect de la courbe

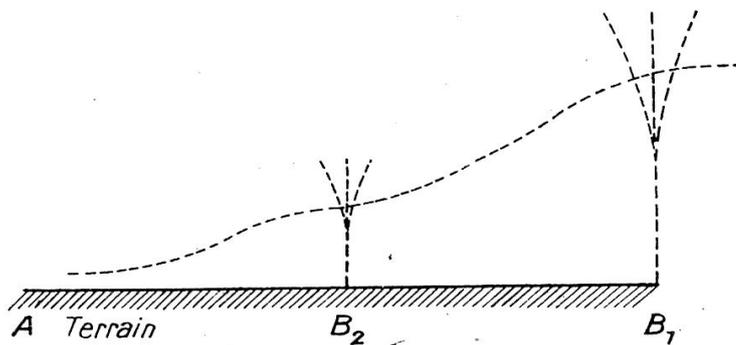


Fig. 105. — Balises de rayonnement vertical placées B_1 à environ 3 km du terrain d'atterrissage B_2 à 300 mètres de ce terrain.

si le sol est un conducteur parfait, aux points B_1 , B_2 , B_3 vus de A sous un angle faible au-dessus du plan horizontal, le champ est constant, il varie comme $\cos \theta$, mais si le sol est mauvais conducteur on a la courbe 2 (cas des ondes courtes), et le champ aux points B_1 , B_2 , B_3 de-

vient proportionnel à la hauteur de ces points, les courbes à champ constant sont alors homothétiques à la courbe 2 et l'avion qui suit l'une d'elles en se rapprochant de l'émetteur à partir du point B1 est conduit à descendre au fur et à mesure que sa distance décroît, ce qui le prépare à un atterrissage correct au bout de sa descente.

Le système se compose de deux balises, dont l'une de forte puissance servant de balise d'approche B1, une seconde balise d'une puissance plus faible servant de balise de terrain B2.

Installations système S. F. R. — L'émetteur de guidage fonctionne sur 9 mètres de longueur d'onde, il est modulé à 1.150 périodes, la puissance antenne est de 200 watts. Les balises fonctionnent sur 7 m. 90 et sont modulées à des fréquences de 1.700 périodes pour la balise lointaine (3 km. de terrain) et 700 périodes pour celle à 300 mètres de terrain.

Récepteurs. — Equipement de bord. Le récepteur doit être rigoureusement réglé sur la fréquence de réception. Il est possible d'avoir par la mesure du champ, des indications sur la distance et sur l'altitude.

Le récepteur de guidage comprend une HF, une hétérodyne de battements, deux MF sur 300 Kcs, une détectrice duodiode avec antifading, une BF pour l'écoute au casque. Le récepteur balise comprend : une changeuse de fréquence, une MF, une détectrice diode-triode sans antifading, une BF pour l'écoute au casque.

Appareils visuels pour la réception des signaux. — Les appareils visuels consistent en trois appareils à aiguilles. Nous avons en considérant la figure, à gauche, un milliampèremètre indiquant le courant passant par une lampe gouvernée par l'antifading. Quand le courant est maximum, le champ reçu est faible et on ne le mesure pas. Quand le champ se renforce, l'antifading agit et la baisse du courant de la lampe est une mesure du champ reçu.

Il est très facile de suivre avec cet appareil une courbe de champ moyen.

L'appareil au zéro au-dessous du cadran bat d'un côté si l'on reçoit des points et de l'autre côté si l'on reçoit des traits. C'est l'appareil qui indique la direction du champ.

L'appareil au-dessus du cadran est également un appareil de zéro central, il dévie d'un côté pour la balise à 1.700 périodes et de l'autre côté pour celle à 700 périodes.

C'est l'appareil des balises.

Principe de l'appareil de mesure des balises 700 et 1.700 périodes. — Les deux détectrices D1, D2 laissent passer des courants en sens inverse dans le milliampèremètre I. Pour la fréquence $R = \frac{1}{c\omega}$, les tensions alimentant D¹ et D² sont égales et le milliampèremètre I ne varie pas. Pour ω^1 fréquence plus grande que ω , soit $\omega^1 < \omega$, la partie CR du

schéma sera la moins résistante, le courant passera par D^1 et le milli-ampèremètre variera dans un sens, pour $\omega^2 > \omega$, le courant passera

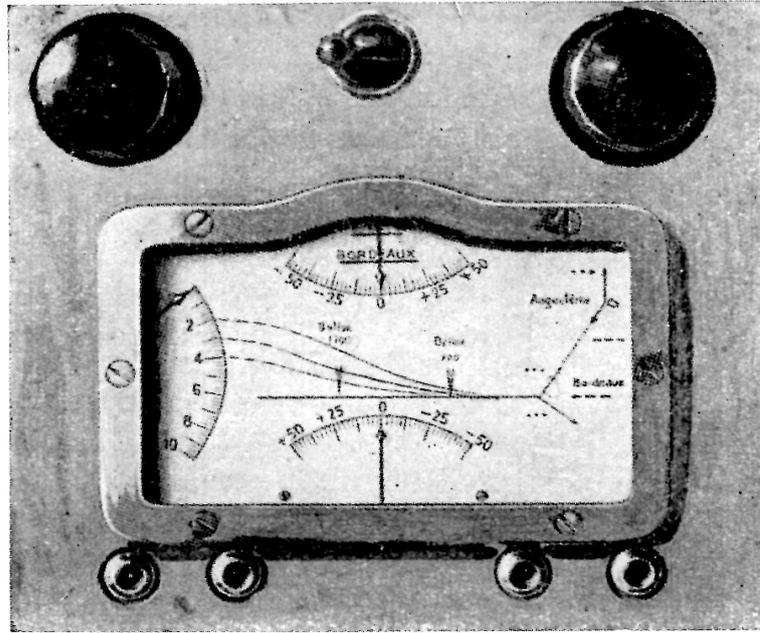


Photo SFR.

Fig. 106. — Appareil visuel de bord d'aéronef pour l'atterrissage par champ constant. On remarquera les deux balises indiquées par un faisceau vertical.

dans l'autre sens et le milliampèremètre déviara dans l'autre sens. Nous verrons immédiatement à quelle balise nous avons affaire.

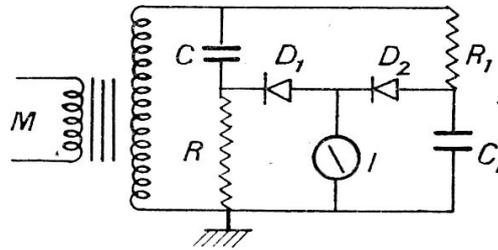


Fig. 106 A.

Principe de l'appareil de mesure des points et des traits. — La modulation de guidage, soit une suite de points, soit des traits, est détectée par le détecteur D qui fournit au point B une tension suivant la forme des signaux reçus. Un filtre est disposé à l'entrée de la grille, il a pour but de créer la constante de temps voulue.

Après amplification par un étage à résistance, on observe en C des crêtes de tensions positives inférieures en valeur absolue à la crête des tensions négatives.

Par le jeu des détecteurs D_1 , D_2 le point E se charge à la tension des crêtes positives et le point F à la tension des crêtes négatives.

Par les résistances R, R, R_1 s'écoule alors dans le milliampèremètre

un courant résultant qui change de sens suivant que les crêtes positives ou négatives en C l'emportent en valeur absolue, c'est-à-dire suivant qu'on est dans un régime de points ou de traits.

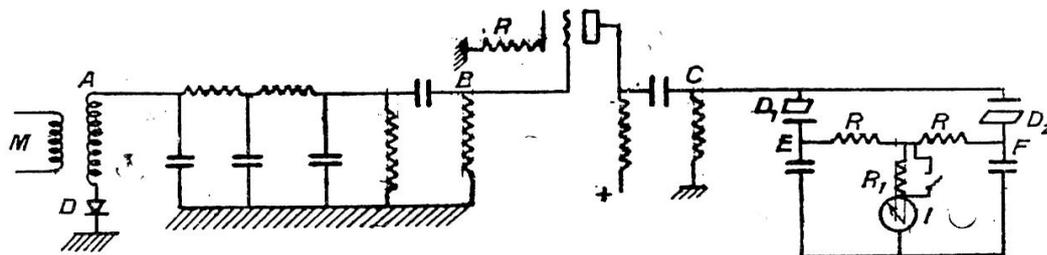


Fig. 107.

Radioalignement sur ondes courtes Lorentz à interférences. — Le radioalignement Lorentz comprend trois antennes verticales.

Les antennes B et C forment réflecteurs et on a deux champs α et β , dont la résultante forme une droite.

L'action réfléchrice des antennes latérales est basée sur l'interférence entre le courant primaire parcourant l'antenne principale et le courant secondaire induit dans l'antenne réfléchrice par l'antenne principale.

Si nous coupons, par exemple l'antenne B, le champ sera maximum dans la direction α , si on coupe l'antenne C, le phénomène inverse se produira mais dans la direction perpendiculaire à la ligne réunissant les antennes latérales, l'émission aura la même intensité aussi bien pour l'un que pour l'autre type d'émission.

L'antenne d'émission principale A émet constamment une oscillation entretenue de 9 mètres modulée à la fréquence musicale de 1.150 cycles. Les antennes B et C, sont alternativement coupées par un commutateur placé à leur centre, les coupures de l'une correspondent aux réta-

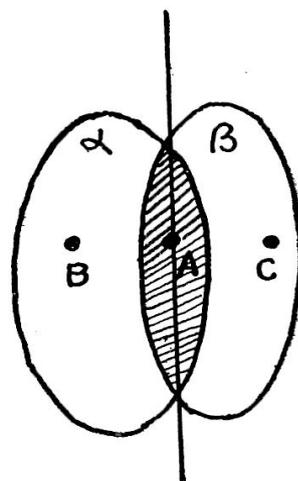
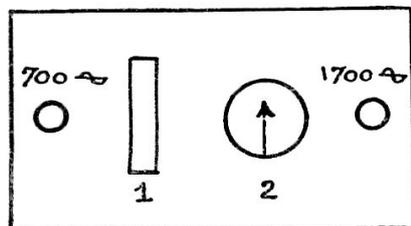


Fig. 108. — Champ résultant en utilisant alternativement les antennes AB et AC.

blissements de l'autre et vice versa.

L'antenne C émet un point, l'antenne B un trait.



1 indicateur de puissance
2 " de vol.

Fig. 109. — Appareil de bord pour l'atterrissage sans visibilité. Système Lorentz.

Équipement de bord. — L'équipement de bord comprend un récepteur réglé sur 9 mètres, un récepteur réglé sur 7 m. 9, un amplificateur basse fréquence, un circuit de tirage, un tableau de bord.

Tableau de bord. — Il comporte au centre un appareil à une aiguille verticale, celle-ci battant d'un côté indique que l'avion a dévié d'un côté de la route ou de l'autre, suivant la fréquence des battements.

Deux lampes au néon, une à gauche, l'autre à droite, marquent le passage au-dessus des balises, la première à 3 kilomètres modulée à 1.700 périodes, l'autre à 700 périodes à 300 mètres du terrain.

Enfin un cadran indique la puissance du signal reçu et permet au pilote de descendre suivant la courbe à champ constant.

Radioguidage par câbles

Système Loth pour aérodromes. — Plusieurs câbles sont enterrés circulairement sous le terrain du champ d'aviation.

Les deux premiers sont excités en opposition de phase et ils émettent chacun une lettre complémentaire, le premier par exemple un *a*, le second câble émet un *n*.

La lettre *a* est perçue à l'extérieur de l'aérodrome, la lettre *n* à l'intérieur, quand l'avion entre dans l'enceinte de l'aérodrome, il entend un son continu.

Les champs produits forment un dôme sur l'aérodrome.

Après ces deux câbles qui délimitent l'enceinte de l'aérodrome nous en trouvons une dizaine concentriques, l'intensité circulant dans ces câbles est réglée de façon à ce que la nappe soit à une hauteur donnée 25 mètres, l'avion entend une lettre distincte un *I* par exemple.

Une autre série de câbles disposés de la même façon donne une autre lettre *M* à 10 mètres de hauteur et l'avertit qu'il va se poser.

Un appareil ordinaire de réception muni d'un cadre suffit pour un atterrissage correct.

Système Loth pour le guidage des navires. — Un câble est mouillé le long du chenal à suivre, ce câble est fortement isolé et protégé mécaniquement par deux gaines de fils épais.

Ce câble est relié d'un côté soit à un alternateur soit à un circuit relié à des lampes de T. S. F.

Le courant est envoyé dans le primaire d'un transformateur, le secondaire est réuni à l'âme conductrice, l'autre sortie à la gaine métallique. Au large, l'âme conductrice mise à nue est reliée au câble par un dispositif évitant l'électrolyse.

Quand le mobile est parallèle au câble-guide position *A*, les lignes de force produites par le courant circulant dans le câble traversant le

cadre longitudinal *A* et *y* induisent un courant *a*.

Le cadre *B* est parallèle aux lignes de force et nul courant n'est induit dans ce cadre.

Si le navire est dévié vers la gauche ou vers la droite, le cadre *B* sera le siège d'un courant induit.

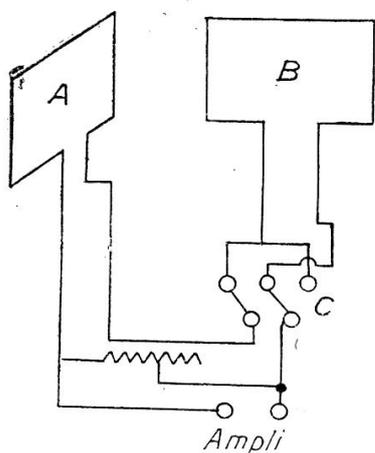


Fig. 110.

Les cadres peuvent être connectés en série dans les deux sens, grâce à un commutateur bipolaire G.

Pour un sens les courants s'ajoutent, tandis qu'ils se retranchent pour l'autre sens.

En écoutant au casque et en observant à quel sens de connexions entre les deux cadres correspondent les maxima provoqués par l'addition des deux courants, l'observateur peut savoir s'il incline vers la droite ou la gauche du câble.

Ce système est utilisable pour l'aéronautique.

Pour cet usage, le câble est placé sur des poteaux télégraphiques, la ligne ainsi posée peut atteindre une quinzaine de kilomètres.

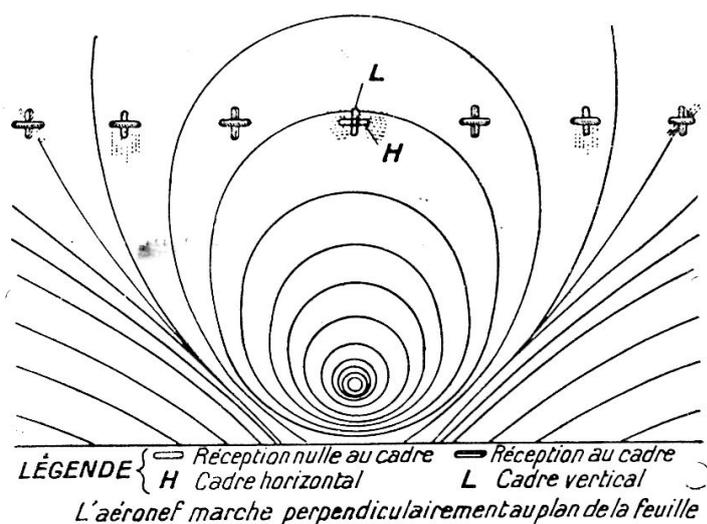


Fig. 111.

Un cadre est vertical, l'autre horizontal.

Le principe de fonctionnement est le même dans les deux cas.

Nous donnons ci-contre le moyen de reconnaître si l'avion est à droite ou à gauche du câble.

La réception est nulle lorsque l'avion est au-dessus du câble.

Fonctionnement des stations radiogoniométriques aéronautiques

Protection des aéronefs en vol. — Les stations radiogoniométriques sont groupées en circonscriptions.

Chaque circonscription comporte une station principale et des stations de recoupement.

Au moment du départ d'un aéronef, la station principale prévient par télégrammes toutes les stations où l'avion fera escale jusqu'à l'aéroport terminus.

La route de l'avion est tracée sur la carte de la station principale. La vitesse de l'appareil est connue à peu de chose près (chaque type d'appareil a une vitesse qui ne varie guère).

L'avion donne son altitude, ses conditions de vol (bonne ou mauvaise visibilité), périodiquement il demande une position, si le temps est nuageux, celle-ci lui est transmise une minute après la série de traits nécessaire à la recherche du **minimum**, on le suit sur la carte, la route est rectifiée par des positions radiogoniométriques, il est tenu au courant du temps.

Dans le cas où il y a d'autres aéronefs dans le voisinage il est immédiatement informé de leurs altitudes donc pas de risques de collision.

Enfin quand l'avion passe sur le territoire d'une autre circonscription, il prévient les stations principales : 1° du territoire qu'il quitte ; 2° du territoire sur lequel il s'engage.

L'aéronef est suivi depuis son départ jusqu'à son arrivée, ce qui donne une très grande sûreté à sa navigation.

Description d'une installation de radioatterrissage Rotterdam. — Les avions sont tirés par radiogoniomètre jusqu'aux approches de l'aéroport.

Cela présente un gros avantage, les avions sont tirés un par un, ils connaissent la distance à laquelle ils se trouvent de l'aérodrome et les risques de collision (*qaK*) sont évités.

Ils atterrissent chacun leur tour, les uns après les autres, de plus, la station radiogoniométrique indique le cap d'atterrissage à suivre suivant le vent (un avion doit toujours atterrir face au vent, de façon à réduire sa vitesse).

Si le temps est clair, l'avion se dirige par ses propres moyens sur l'axe indiqué, soit *qdm* 101° ou *qdm* 281° (*qdm* signifie cap magnétique à suivre par vent nul) ou par radiogoniométrie dans le cas contraire (La pression atmosphérique lui est communiquée).

L'avion étant sur l'axe, suit une hauteur de 200 mètres (*qfm* 200) jusqu'à ce qu'il passe sur la première balise à grande puissance qui se trouve à 5 km. 5 du terrain, dès qu'il a entendu la balise il descend jusqu'à 50 mètres du sol jusqu'à la 2^e balise à 800 mètres du terrain, il n'a plus ensuite qu'à rendre la main pour se poser en toute sécurité sur l'aérodrome.

Méthode d'atterrissage ZZ. — C'est la méthode la plus utilisée en France.

Elle est la plus simple, n'exige qu'un simple poste émetteur-récepteur à bord, mais il est nécessaire que le pilote et le radiotélégraphiste aient de l'entraînement.

Lorsque les consignes de brumes *qbi* sont mises en vigueur sur l'aérodrome, les aéronefs sont immédiatement prévenus par T. S. F., ils doivent en accuser réception.

Dès ce moment, une zone d'approche est créée autour de l'aérodrome où les aéronefs n'ont pas le droit de pénétrer, ils sont dotés de numéros d'atterrissage et ils doivent se maintenir selon leurs numéros à une hauteur déterminée.

L'avion qui a le numéro 1 pénètre dans la zone d'approche et se dirige vers l'aéroport guidé par la station d'atterrissage qui lui passe une série de caps (*qdm*) qui le rapproche de la station, lorsqu'il est entendu par celle-ci, on lui passe moteur nord-est-ouest selon la direction où le moteur est entendu, lorsque l'avion est aperçu, il lui est passé (QGV).

L'avion passe au-dessus de la station et s'en éloigne pendant 3 ou 4 minutes. La station lui passe à ce moment des *qdr* (relèvement magnétique par rapport à la station, il décrit un virage et va se placer dans l'axe, on répète les mêmes manœuvres (série de *qdm*) et lorsqu'il passe à nouveau sur la station il lui est passé ZZZ ou ZYZ suivant qu'un représentant de la Compagnie se trouve ou ne se trouve pas au gonio.

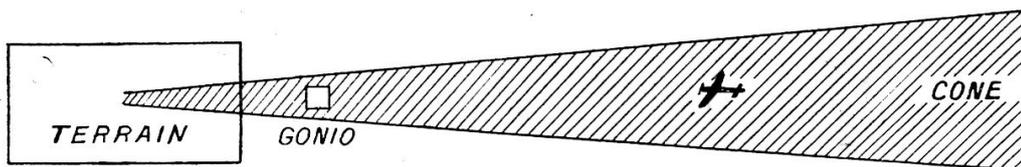


Fig. 113. — Principe de la méthode ZZ.

Le cône dans lequel se trouve l'aéronef a été matérialisé par des hachures.

Le pilote sait qu'il se trouve à une distance donnée du terrain, il n'a plus qu'à rendre la main.

Les manœuvres sont souvent simplifiées, si l'avion arrive directement dans l'axe, il suit directement celui-ci et n'a pas de virage à effectuer pour se placer normalement à l'axe. Cette méthode exige des opérateurs entraînés au radiogoniomètre d'atterrissage.

Procédé de Percée. — Ce procédé est utilisé lorsque l'altitude de la limite inférieure des nuages permet de percer sans danger la couche de nuages ; les aéronefs admis dans une zone d'approche peuvent être guidés à l'aide de relèvements jusqu'au-dessus de l'aérodrome.

Sitôt que le bruit du moteur de l'aéronef a été entendu, on transmet à ce dernier selon la direction de l'approche un des signaux suivants MN bruit de moteur au Nord, MNE bruit de moteur au Nord-EST, - - - - - MSE bruit de moteur au Sud-Est, MNW bruit de moteur au Nord-Ouest, etc., etc.

Après avoir reçu le signal « moteur » l'aéronef doit cesser toute émission et rester à l'écoute afin de recevoir d'autres signaux éventuels.

Quand le bruit du moteur permet de situer celui-ci dans les environs immédiats de l'aérodrome, généralement au-dessus de la station radiogoniométrique, l'abréviation suivante lui est passée (*qfg*). Il est invité à percer la couche de nuages avec l'abréviation (*qfh*) s'il est visible du sol l'abréviation (*qgv*) est transmise.

Lorsque le relief du sol où des obstacles empêchent d'effectuer la percée dans toutes les directions (cas de pistes bétonnées par exemple) des secteurs angulaires favorables ayant leurs sommets au radiogoniomètre sont déterminés.

En résumé le procédé de Percée est une simplification de la méthode ZZ utilisé quand le plafond des nuages le permet.

Méthode d'arrivée par variation des QDM (1). — Cette méthode est préconisée par M. LAFANNECHÈRE, pilote de ligne de la Compagnie Air-France. L'avion ne passe plus sur la verticale du gonio dans le cône de non extinction, mais à une distance minima du gonio à laquelle il peut être relevé par celui-ci.

L'altitude et la position de l'avion près du gonio sont deux conditions qui déterminent la possibilité de pouvoir relever correctement l'avion en vol.

Admettons que l'axe du terrain soit *qdm* 0, c'est-à-dire cap au nord.

A une certaine distance du gonio, 7 à 8 kilomètres, l'avion quitte l'axe d'atterrissage pour obliquer légèrement à droite ou à gauche du gonio.

Les *qdm* qui étaient à peu près fixes (cas où l'avion suit bien son cap), se mettent à varier d'autant plus rapidement que l'avion se rapproche du travers du gonio.

Au moment du travers, l'avion qui reçoit avec un certain retard les *qdm* (à cause de sa vitesse propre), reçoit par exemple *qdm* 50°, il sait qu'il est par le travers du gonio à une distance connue et n'a plus qu'à préparer son atterrissage comme pour la méthode ZZ.

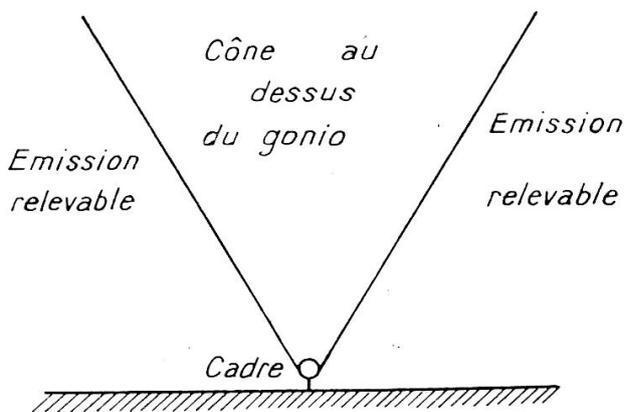


Fig. 114.

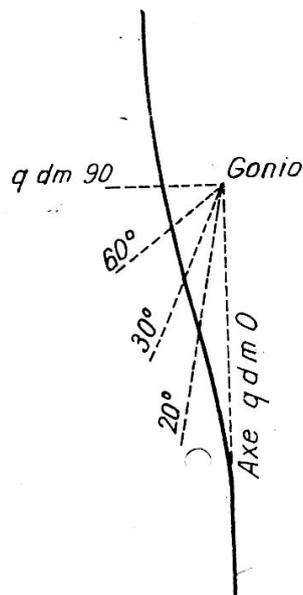


Fig. 114 B. — Principe de l'arrivée par variation des QDM.

Contrôle local d'aérodrome ou Darkey. —

On pourrait appeler ce système, directives de décollage ou d'atterrissage.

Depuis la fin de la guerre, on utilise pour les manœuvres d'atterrissage et de décollage des appareils de radiophonie sur ondes très courtes, 6.440 kilocycles et 158 à 100 mégacycles.

Tant que l'avion ne s'est pas éloigné de l'aérodrome (30 km. maximum), qu'il roule sur la piste ou dans le cas inverse, aux approches de

(1) Extrait du livre de G. LAFANNECHÈRE, *Conseils de pilotage et de navigation pratique*.

l'aéroport, lorsque l'avion va vers celui-ci, la station radioaéronautique invite l'aéronef à passer sur la fréquence correspondante pour recevoir directement de la Tour de Contrôle les directives d'atterrissage.

Pendant dans le cas où les consignes de brume sont appliquées sur l'aérodrome, la direction de l'atterrissage reste toujours confiée à la station radiogoniométrique d'atterrissage.

La Tour de Contrôle donne les ordres nécessaires pour l'atterrissage correct, savoir : 1° le numéro d'atterrissage ; 2° la piste à utiliser ; 3° le hangar où aller.

Il reste entendu que les contrôleurs de piste n'ont que l'usage des appareils, le contrôle technique reste toujours entre les mains des radio-télégraphistes de l'aérodrome qui en assurent l'entretien, la mise en route et les essais.

Description de l'émetteur à modulation d'amplitude et de fréquence type E332 de la S. A. D. I. R. — Cet émetteur est conçu spécialement pour assurer la liaison entre la Tour de Contrôle et l'avion en radiophonie.

La modulation se fait soit en amplitude soit en fréquence, le passage de l'un à l'autre mode de fonctionnement s'effectuant au moyen d'un commutateur à deux positions.

L'alimentation est faite à partir du secteur monophasé 110/220 volts 50 périodes.

Tous les filaments des tubes sont sous tension en permanence. Une pédale placée dans le combiné micro et récepteur permet d'appliquer la haute tension et de demander l'émetteur pour obtenir une conversation en alternat manuel. Le maître oscillateur est continuellement sous tension.

Le microphone est branché dans le circuit grille de ce premier étage.

Le second étage est équipé d'un tube 6 C 5.

L'étage n° 3 de deux tubes 6 C 5 en montage symétrique.

Dans le cas de fonctionnement en modulation de fréquence la tension alternative aux bornes du circuit d'anodes de cet étage est appliquée au circuit de grille du tube de glissement par l'intermédiaire d'un interrupteur.

L'étage amplificateur n° 4 est équipé de deux tubes MC/160 en montage symétrique.

Cet étage n'est utilisé que pour le fonctionnement en modulation d'amplitude, les oscillations étant transmises au circuit anodique de l'amplificateur final par l'intermédiaire d'un transformateur.

Récepteur d'étalonnage (Voir schéma). — Il est utilisé pour le contrôle de l'étalonnage du maître oscillateur sur une fréquence de repérage.

Il comporte deux étages, un oscillateur à quartz équipé d'un tube 6 C 5 et un mélangeur équipé d'un tube 6 J 7, dont le suppressor reçoit à travers un condensateur les oscillations provenant de l'oscillateur à quartz et dont la grille de commande reçoit au moyen d'une inductance de couplage les oscillations provenant du maître oscillateur. Les battements en résultant sont entendus dans un casque. En réglant

l'accord du maître oscillateur à l'extinction des battements, on obtient la fréquence désirée.

Lorsque le réglage est terminé, on met hors service le récepteur d'étalonnage en coupant la haute tension continue anodique de ces deux tubes.

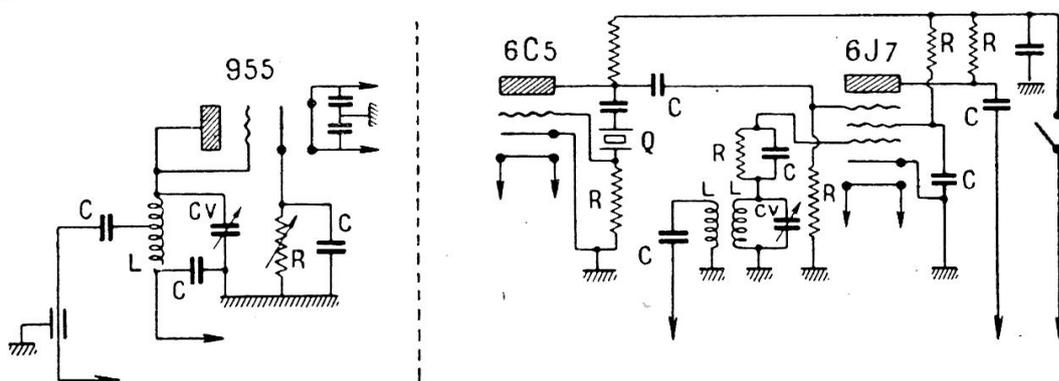


Fig. 114 C.

Contrôle du courant d'antenne. — Il se fait au moyen d'un tube 955, monté en détectrice et dont le circuit anodique reçoit par une inductance de couplage les oscillations provenant de l'amplificateur final. Un appareil de mesure donne la valeur du courant détecté.

Alimentation. — Elle comporte 4 redresseurs et un transformateur de chauffage des filaments.

Redresseur HT 1.200 volts équipé de deux valves 7.500/0,6 suivies d'une cellule de filtrage qui fournit la haute tension à l'amplificateur final et à l'amplificateur basse fréquence n° IV.

Redresseur HT 500 volts équipé de deux valves 7.500/0,6 suivies d'une cellule de filtrage qui alimente les étages suivants. Doubleur, tripleur, amplificateur HFI, amplificateur BFI, amplificateur BFII, amplificateur BFIII.

Redresseur HT Pilote équipé d'une valve 5 Z 3, la tension redressée et filtrée par une cellule de filtrage régulée au moyen de deux tubes PE 06/40 et d'un tube 6 J 7.

Redresseur des tensions de polarisation équipé d'une valve 5 Z 3 suivie d'une cellule de filtrage.

Le microphone est branché entre les bornes grille et masse de ce tube.

Un deuxième étage amplificateur équipé d'un tube 6C5 suit ce premier étage, il commande un autre étage amplificateur équipé de deux tubes 6C5 en montage symétrique.

Dans le cas de fonctionnement en modulation de fréquence la tension alternative aux bornes du circuit d'anodes de cet étage est appliquée au circuit de grille du tube de glissement par l'intermédiaire d'un interrupteur.

L'amplificateur final basse fréquence est équipé de deux tubes MC 1/60 en montage symétrique.

Cet étage n'est utilisé que pour le fonctionnement en modulation d'amplitude, les oscillations étant transmises au circuit anodique de cet amplificateur par l'intermédiaire d'un transformateur.

Modulation. — 1° en amplitude le taux de modulation maximum 80 %, en modulation de fréquence déviation maximum ± 45 Kcs.

Puissance de la porteuse. — 100 watts en modulation de fréquence, 75 watts en modulation d'amplitude.

Stabilité. — 5/100.000.

Taux de distorsion. — Inférieur ou égal à 5 % à 800 périodes/s. pour une déviation de ± 45 Kcs ou un taux de modulation de 80 %.

Courbe amplitude fréquence. — ± 2 décibels de 300 à 3.000 périodes/s. ± 3 décibels de 200 à 5.000 périodes/s.

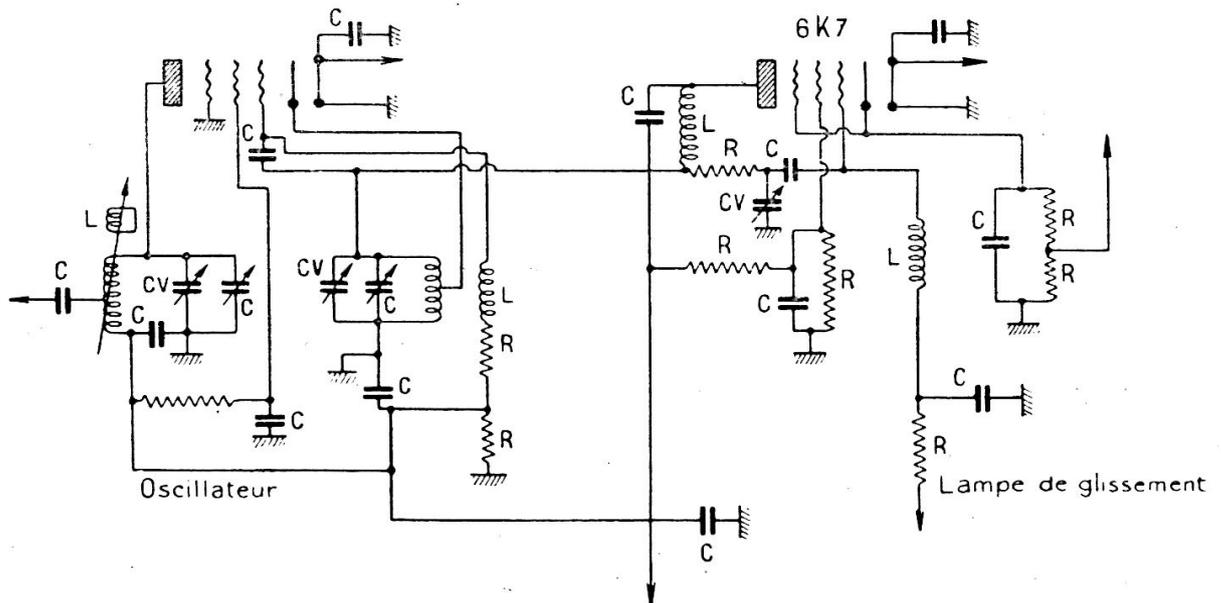


Fig. 114 D.

Émetteur. — L'émetteur comprend un maître oscillateur, un doubleur de fréquence, un tripleur, un amplificateur intermédiaire et un amplificateur final pour la chaîne HF.

Le maître oscillateur et le doubleur sont enfermés dans une enceinte thermostatique. Deux régimes de chauffage sont prévus, l'un rapide, l'autre normal.

La chaîne BF comprend un amplificateur I, un amplificateur II, un amplificateur III et un amplificateur IV.

La modulation en amplitude se fait par contrôle d'anode de l'étage final et la modulation en fréquence à l'aide d'un tube à réactance.

Un récepteur d'étalonnage à cristal de quartz permet le calage du

maître oscillateur sur une fréquence de repérage, un dispositif de contrôle du courant d'antenne a été prévu.

Étage maître oscillateur. — Il est équipé d'un tube PE 06/40 monté en ECO. Un étage de glissement de fréquence équipé d'un tube PE 06/40 lui est adjoint pour le fonctionnement en modulation de fréquence.

Un potentiomètre intercalé dans le circuit de la tension de polarisation permet sur position « veille » de modifier la fréquence d'oscillation du maître oscillateur. Ceci afin que le récepteur situé près de l'émetteur puisse fonctionner sans inconvénient sur la même longueur d'onde que lui.

Les étages doubleur, tripleur et intermédiaire sont équipés d'un tube P 2/40.

L'étage amplificateur final est équipé de deux tubes HK 54 en montage symétrique.

L'antenne en doublet sert indistinctement à l'émission et à la réception au moyen d'un relais à deux positions commandé par la pédale du combiné téléphonique.

Étages basse fréquence. — 1^{er} étage équipé d'un tube 6 J 7.

Le microphone est branché entre les bornes grille et masse de ce tube. Un deuxième étage amplificateur équipé d'un tube 6C5 suit ce premier étage, il commande un autre étage amplificateur équipé de deux tubes 6C5 en montage symétrique.

Dans le cas du fonctionnement en modulation de fréquence la tension alternative aux bornes du circuit d'anodes de cet étage est appliquée au circuit de grille du tube de glissement par l'intermédiaire d'un interrupteur.

L'amplificateur final basse fréquence est équipé de deux tubes MC 1/60 en montage symétrique.

Cet étage n'est utilisé que pour le fonctionnement en modulation d'amplitude, les oscillations étant transmises au circuit anodique de cet amplificateur par l'intermédiaire d'un transformateur.

Équipement d'atterrissage sans visibilité S. I. P. L. type K 53. —

L'équipement d'atterrissage sans visibilité K 53 comprend :

1^o Un émetteur définissant un plan vertical fixe par rapport au terrain d'atterrissage et situé à une faible distance au delà des limites longues de la piste.

2^o Deux balises de position placées sur l'axe d'atterrissage ainsi défini à des distances respectives de 500 et 7.500 mètres en deçà des limites courtes de la piste.

3^o Eventuellement d'un émetteur définissant, dans le plan vertical, une trajectoire d'atterrissage sous forme de ligne de champ constant.

4^o Un poste central de commande.

Utilisation. — Le pilote connaissant son altitude approchée (altimètre barométrique ou sondeur radioélectrique) va se placer sur l'axe

à une dizaine de kilomètres du terrain et à une altitude fixée d'après le type de l'avion (500 à 1.000 mètres). Il suit l'axe en se dirigeant, à altitude constante, vers le terrain. Lorsqu'il perçoit le signal de la balise éloignée, il se met en descente.

Si le dispositif ne comporte pas d'émetteur de trajectoire, le pilote descend jusqu'à une altitude de 50 mètres et se met alors en palier jusqu'à ce qu'il perçoive l'indication de la balise rapprochée ; il rend alors la main et se pose droit devant lui.

Si le dispositif comporte un émetteur de trajectoire, le pilote note, au moment du survol de la balise éloignée, l'intensité du champ, donnée par un milliampèremètre. Il maintient fixe l'indication de cet appareil et décrit alors la trajectoire prévue. La balise rapprochée n'est plus utilisée sinon comme moyen de contrôle.

Émetteur d'alignement. — Cet émetteur fonctionne suivant le principe des « diagrammes de modulation à enchevêtrement ». Ses aériens sont trois petites antennes verticales alignées sur une perpendiculaire à l'axe. L'aérien central O fournit une émission isotrope modulée au taux K. Les deux aériens latéraux ou « cadre » sont alimentés en opposition de phase et leur diagramme de champ est formé de deux cercles tangents en O.

Le champ résultant est ainsi formé de deux cardioïdes se coupant sur l'axe ; son intensité est $H' \pm H \sin Z$, en un point M tel que MO fasse avec l'axe un angle Z. On inverse à fréquence audible la phase du cadre. On manipule l'antenne suivant la cadence de signaux Morse complémentaires (points-traits par exemple), tantôt en phase avec les cadres, tantôt en contre phase. Tout se passe comme si un émetteur unique fournissait des points avec un taux de modulation $K + \frac{H}{H'} \sin Z$ et des traits avec le taux $K - \frac{H}{H'} \sin Z$. Ces deux taux ne sont égaux que sur l'axe, sur lequel on perçoit un trait continu.

La puissance de l'émetteur est de 300 watts. La fréquence 33,33 mégacycles, soit une longueur d'onde de 9 mètres, est stabilisée par quartz. La modulation est faite à 1.150 périodes par seconde. La manipulation se fait au choix à la cadence points-traits ou F. L. La durée des points est 1/8 de seconde, celle des traits 7/8.

Balises. — Les balises ont un rayonnement vertical de puissance 10 watts sur la fréquence 38 mégacycles. L'émission de la balise éloignée est modulée à 700 périodes par seconde et manipulée par des traits de 4/10 de seconde. L'émission de la balise rapprochée est modulée à 1.700 pps et manipulée par des points de 1/15 de seconde.

Radio-trajectoire. — L'émetteur a une puissance de 300 watts sur 35,8 mégacycles. Son émission est modulée à 2.000 pps et fournit un trait continu.

CHAPITRE VII

LA T. S. F. EXPLORATRICE.

Les sondeurs ultra-sonores

C'est la catastrophe du *Titanic* qui attira l'attention des chercheurs vers la détection par échos des obstacles sous-marins.

Plusieurs systèmes furent proposés notamment des systèmes à ondes sonores, nous renvoyons le lecteur à l'intéressant ouvrage de MM. MARIE et DILLY : *La Navigation maritime*, mais les résultats les plus sûrs furent donnés par les ondes ultra-sonores.

Les Ultra-sons. — Les sons audibles s'étendent de 16 à 16.000 périodes environ, selon les individus

On appelle infra-sons, les sons ayant une fréquence inférieure à 16 périodes par seconde.

Les ultra-sons ont une fréquence supérieure à 1.600 périodes on en produit actuellement en laboratoire dont la fréquence est supérieure à 100 millions de périodes.

Pour les sondages sous-marins, on utilise une fréquence de 40.000 périodes.

La longueur d'onde dans l'air est de 8,2 millimètres.

Dans l'eau cette longueur d'onde passe à 3 cm. 67, dans l'acier elle est de 10 cm. 91.

L'amplitude du déplacement des particules dans l'eau est de 0,26 micron pour cette fréquence.

La fréquence de 40.000 permet d'avoir une propagation dirigée.

Principe du sondage. — Une émission est faite toutes les secondes par un appareil radioélectrique. Un projecteur spécial transforme ces signaux radioélectriques en ultra-sons qui sont dirigés sur le fond de la mer, l'écho remonte, rencontre le projecteur qui transforme les ultra-sons en oscillations radioélectriques qui sont appliquées sur un amplificateur et ensuite sur un indicateur de fond donnant directement la profondeur de la mer.

Le projecteur ultra-sonore. — C'est l'âme du sondeur ultra-sonore. Une lame de quartz soumise à une traction ou à une pression se

polarise électriquement et réciproquement une lame de quartz soumise à un champ électrique se dilate ou se contracte suivant le sens du champ.

C'est ce phénomène découvert par les deux savants Pierre et Jacques CURIE que le professeur LANGEVIN utilisa pour produire des ultra-sons.

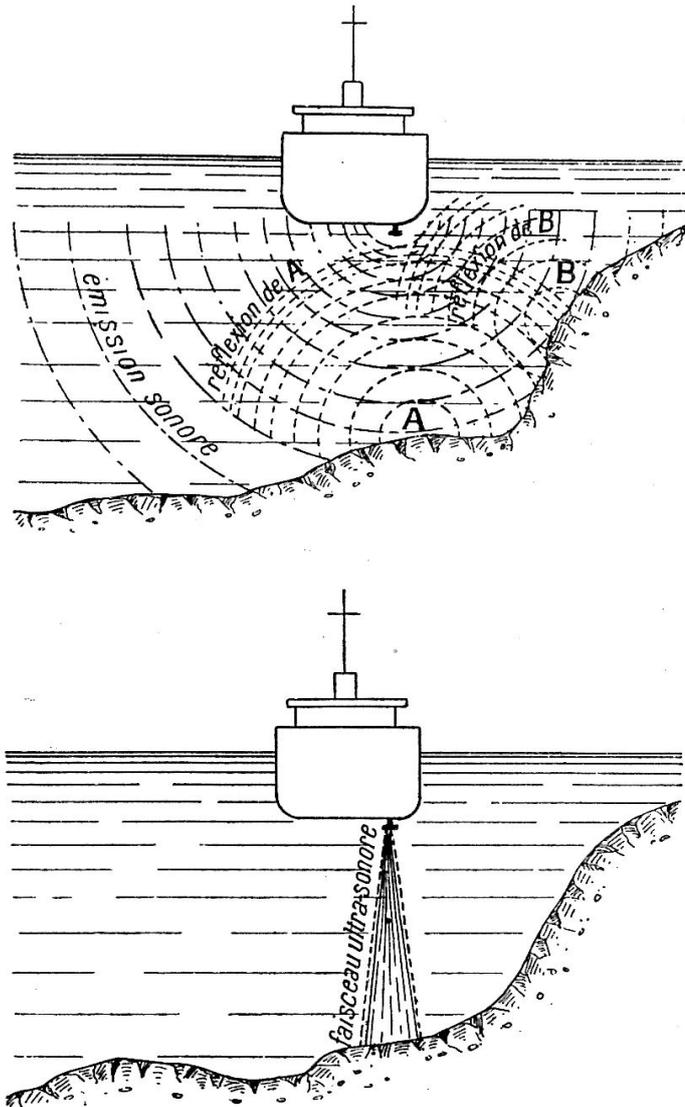


Photo SCAM.

Fig. 115 A,B. — L'émission sonore et l'émission ultra-sonore.

Le projecteur se compose d'une lame de quartz de 5 millimètres d'épaisseur et de deux disques en acier qui ont chacun 2 cm. 87 d'épaisseur.

Le triplet ainsi constitué vibre en résonance sur 40.000 périodes, il vibre d'un seul bloc, d'où le nom de triplet.

Cette utilisation de la résonance a un énorme avantage, elle permet de réduire considérablement la tension appliquée aux bornes du projecteur, celle-ci est de l'ordre de 2.500 volts, si la résonance n'était pas utilisée, la tension serait de l'ordre de 60.000 volts.

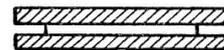
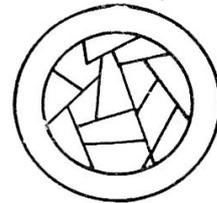
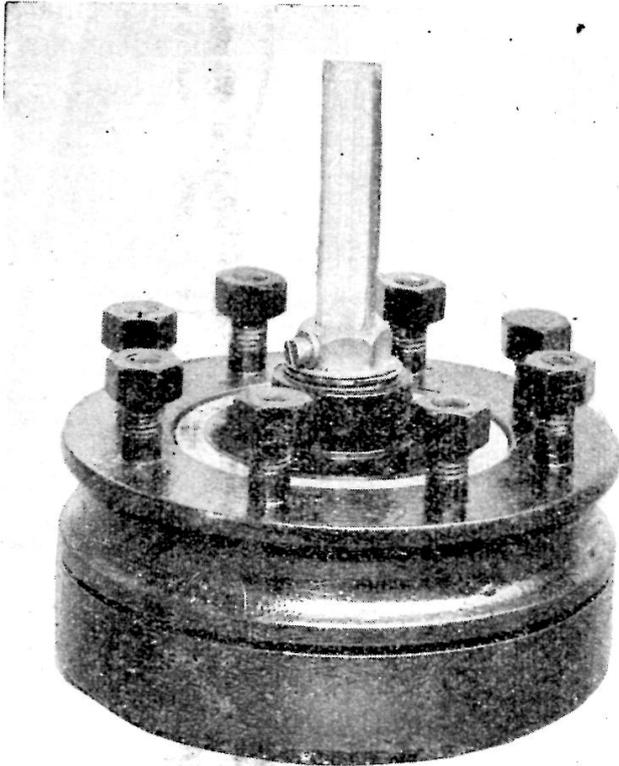


Fig. 117. — Schéma du projecteur à quartz.

Photo SCAM.

Fig. 116. — Projecteur ultra-sonore.

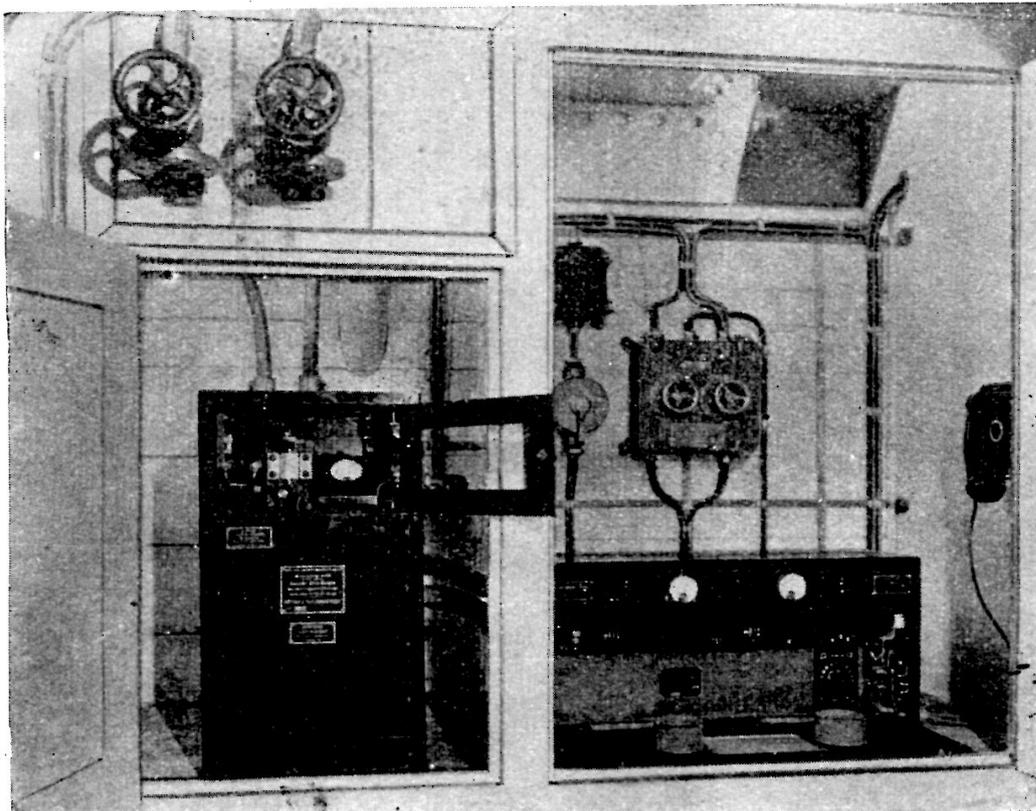


Photo SCAM.

Fig. 118. — Installation d'un émetteur et d'un récepteur de sondage ultra-sonore sur un transatlantique.

L'émetteur. — C'est un émetteur à étincelles à onde unique émettant un train d'ondes chaque seconde, l'émission est commandée par une came tournant à une vitesse uniforme dans l'indicateur de fond.

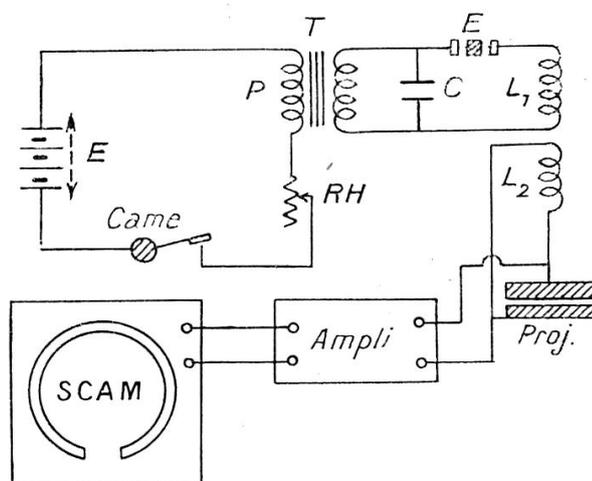


Fig. 119. — Principe de l'émission des ultrasons.

A chaque rupture du courant un courant induit prend naissance dans le secondaire du transformateur T chargeant le condensateur C, qui se décharge à travers l'éclateur E et la self L^1 .

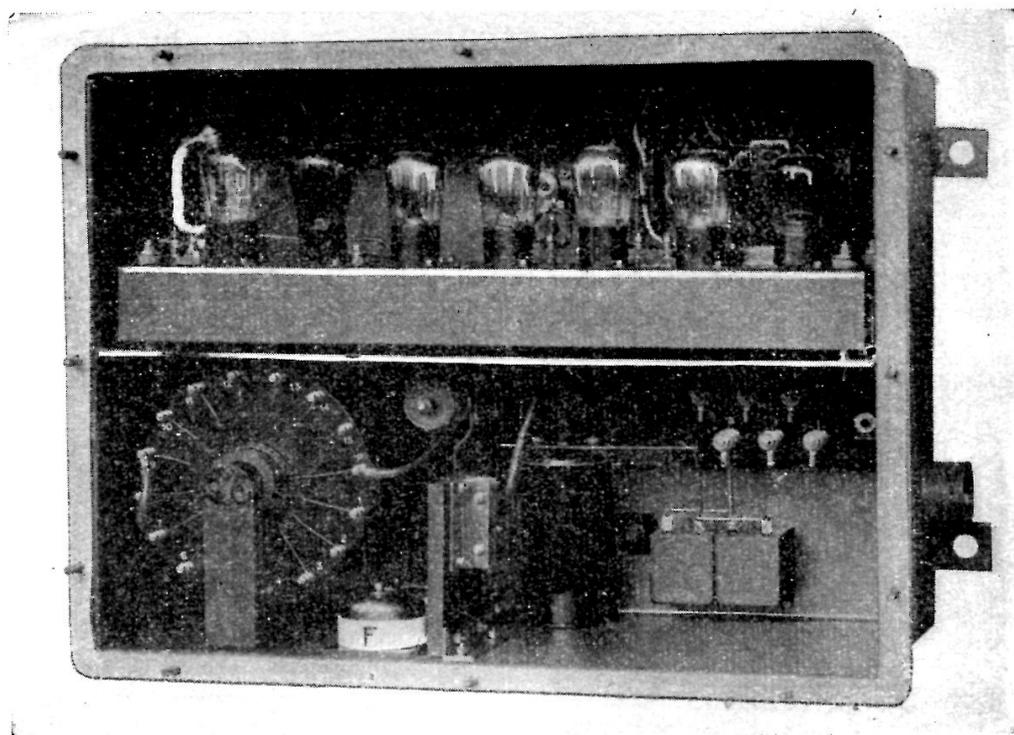


Photo SCAM.

Fig. 120. — Émetteur-récepteur de sondage U. S. (ouvert).

Dans le circuit du projecteur, une différence de potentiel est induite dans la self L_2 couplée avec L_1 , cette différence de potentiel est appli-

quée au projecteur qui transforme ces oscillations radio-électriques en oscillations ultra-sonores de même fréquence.

Amplificateur. — L'écho ultra-sonore étant trop faible pour actionner l'indicateur de fond, il est nécessaire d'amplifier cette tension.

L'amplificateur comprend cinq lampes haute fréquence, une détectrice, une basse fréquence pour les petits fonds et deux basses fréquences pour les grands fonds.

La grille de la première lampe HF est connectée directement au projecteur, elle reçoit donc directement la haute tension de 2.500 volts, elle est prévue pour supporter cette tension (grille au sommet de l'ampoule).

L'amplificateur est donc à même de recevoir l'onde de départ 1^{re} dent (surface de la mer) et l'écho 2^e dent.

Indicateur de fond. — La lampe au néon possède la remarquable propriété de ne s'allumer que pour une tension déterminée à une fraction de volts près, par exemple si elle ne s'allume que pour 40 volts, à 39 volts 5 elle restera éteinte.

C'est cette propriété qui est utilisée dans l'indicateur Touly.

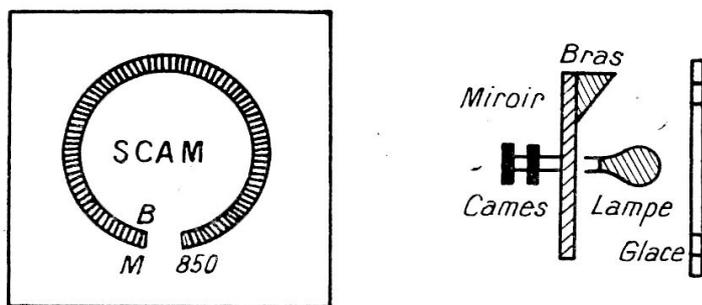


Fig. 121. — Principe de l'indicateur de fond Langevin-Touly.

Un moteur entraîne sur un même axe plusieurs cames et un bras portant un miroir incliné à 45°.

Le tout tourne à un tour seconde, une came commande l'émission au début de chaque seconde.

L'ultra-son est expédié au fond de la mer et l'écho remonte ensuite, frappe le projecteur, est amplifié et est ajouté à une tension U qui est constamment appliquée aux bornes de la lampe au néon, si cette tension provoque l'allumage de cette lampe, on a U constante + u écho = allumage.

Mais pendant l'aller et retour de l'ultra-son le bras a tourné d'un angle α proportionnel au temps que l'ultra-son a mis pour faire son voyage d'aller et retour, on a donc pu graduer directement en mètres et en brasses.

Echoscope. — Le sondage sur rade ou en rivière étant intéressant et les appareils normaux de sondage étant trop volumineux pour être

utilisés sur de petits bâtiments, M. FLORISSON a mis au point un appareil réduit de transport facile, nommé échoscope.

L'échoscope se compose d'un émetteur, amplificateur et indicateur de fond réunis dans une même caisse.

Le projecteur a seulement 10 centimètres de diamètre et se trans-

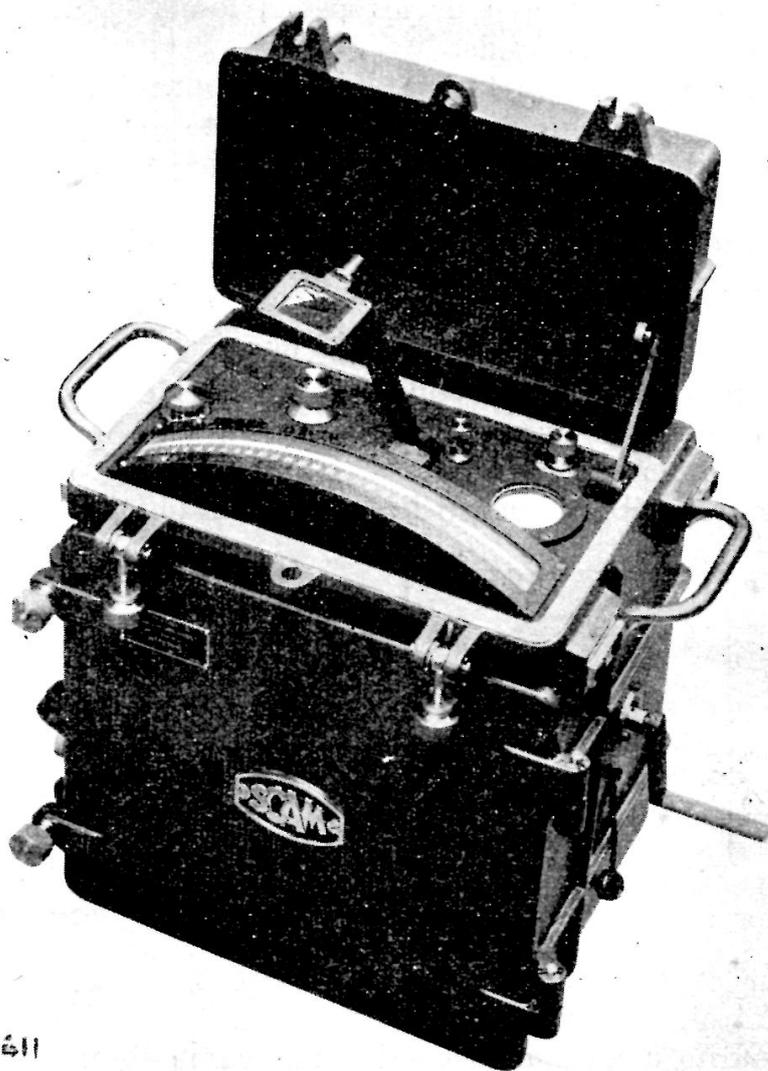


Photo SCAM.

Fig. 122. — Échoscope. Langevin Florisson.

porte aisément dans les petites embarcations d'où facilité pour les sondages de rivière.

L'émission n'est plus produite par étincelle mais par choc électrique dû à la décharge d'un condensateur à travers le projecteur.

Il est possible de sonder avec cet appareil de 1 m. 20 à 60 mètres de profondeur.

Enregistreur Marti. — L'enregistreur de l'ingénieur hydrographe

MARTI comporte une bande de papier qui est enfumée au moyen d'une petite lampe à acétylène.

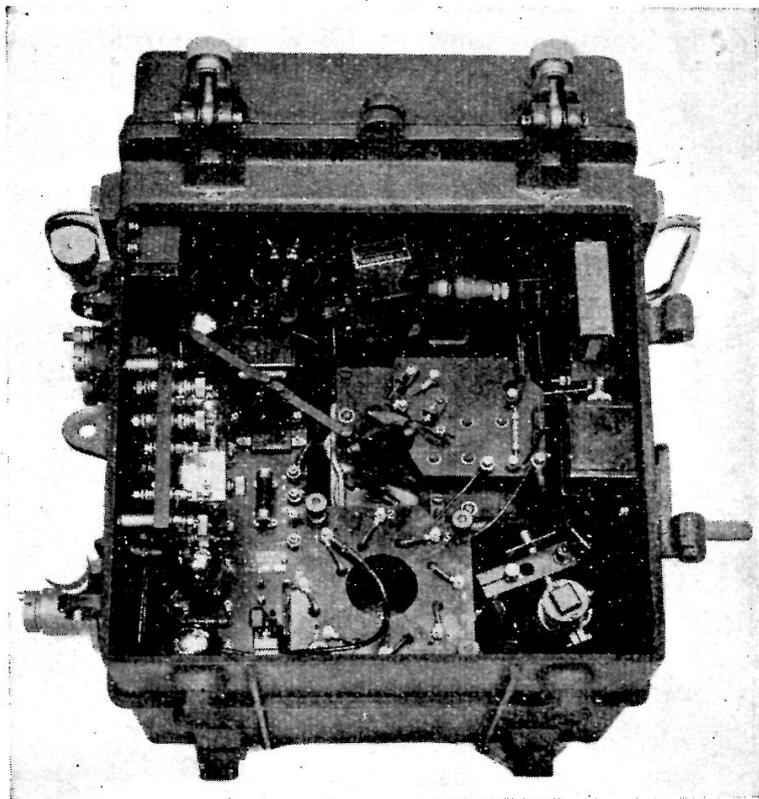


Photo SCAM.

Fig. 123. — Échoscope Langevin-Florisson, porte inférieure enlevée.



Photo SCAM.

Fig. 124. — Enregistrement de sondage U. S.
(Enregistreur électrolytique Langevin-Touly. Bande 0-200 mètres).

Devant cette bande passe un oscillographe Abraham-Carpentier tenu à l'extrémité d'un bras tournant autour d'un axe horizontal.

La plume de l'oscillographe trace à chaque passage sur la bande en-fermée laquelle avance très lentement un arc de cercle avec une dent correspondant à l'écho et une dent correspondant à la surface de la mer, (voir à l'installation radioélectrique du paquebot *Ile-de-France*, un morceau de la bande de sondage US de ce paquebot).

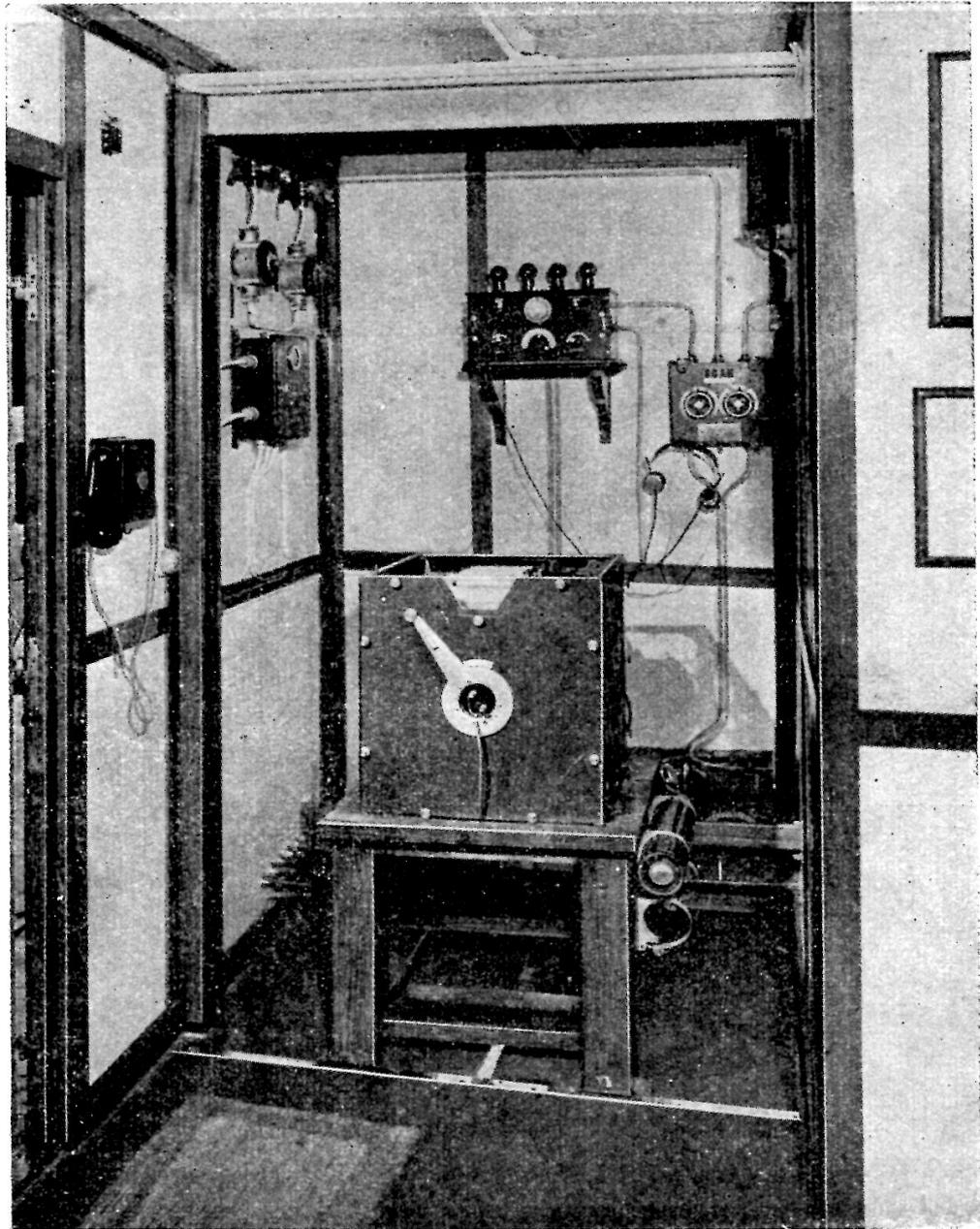


Photo SCAM.

Fig. 125. — Installation d'enregistreur Marti sur une passerelle de transatlantique.

Enregistreur Touly. — L'enregistreur Touly est basé sur un autre principe. L'enregistrement a lieu au passage du courant plaque d'une lampe amplificatrice à travers un papier chargé d'électrolyte. Le passage donné par l'écho forme tache.

Devant une feuille de papier imprégnée au préalable d'une solution d'iodure de potassium et d'amidon passe un style porté à l'extrémité d'un bras décrivant un arc de cercle, un moteur électrique commande

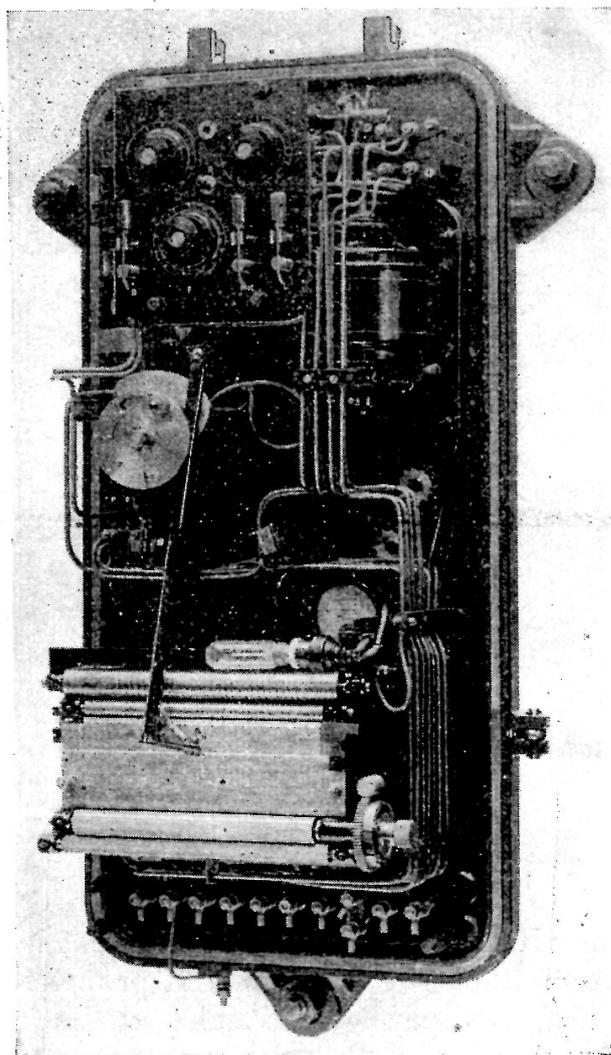


Photo SCAM

Fig. 126. — Enregistreur électrolytique Langevin-Touly
(capot enlevé).

par l'intermédiaire d'un régulateur et d'un engrenage à vis sans fin, une came actionnant le bras inscripteur. Le papier progresse lentement grâce à la came visible sur la photographie.

La papier est gradué par un cylindre marqueur spécial de 0 à 300 mètres.



Photo Science et Vie, n° 192, juin 1933.

Fig. 127. — Une installation complète de sondeur U. S.
On remarquera l'indicateur de fond Touly en haut à droite de la photo.

Les détecteurs d'obstacles

C'est l'ancêtre des Radars monté sur le paquebot Normandie.

Les détecteurs d'obstacles reposent sur la propriété des ondes ultra-courtes d'être diffractées par les obstacles quelle que soit la nature de l'obstacle.

Les ondes utilisées ont une longueur d'onde de 16 centimètres con-

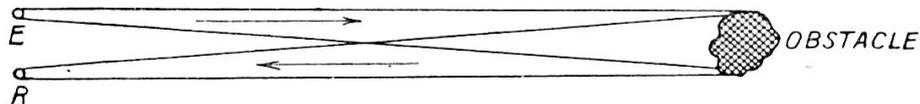


Fig. 128. — Principe de l'émission et de la réception du détecteur d'obstacles.

centrées par réflecteurs en faisceaux de quelques degrés d'ouverture, ce qui permet une approximation de 5° sur la direction de l'obstacle.

L'ensemble comprend un émetteur E et un récepteur R. Le récepteur comporte également un réflecteur.

L'émetteur et le récepteur sont conjugués pour tourner ensemble d'un même angle, l'angle de balayage est de 40° .

Les ondes de 16 centimètres sont modulées à 7.500 périodes. L'émet-

teur comporte une oscillatrice triode ayant la grille portée à 250 volts, tandis que la plaque est à — 70 volts.

L'antenne vibre en $\frac{1}{4}$ d'onde, elle est de 4 centimètres de longueur et est placée dans l'ampoule même.

Le miroir parabolique servant à concentrer les ondes a une ouverture de 75 centimètres et une distance focale de 12 centimètres.

Le faisceau émis a une ouverture de 16 degrés. La réception se compose d'un même miroir parabolique au centre duquel nous trouvons une lampe identique à l'émetteur, mais montée en détectrice.

Le courant est détecté et amplifié, il actionne un casque téléphonique et un indicateur visuel.

Si un obstacle se trouvant dans une direction déterminée est décelé, un relais bloque le projecteur dans la direction de cet obstacle, il n'y a plus qu'à lire le gisement.

Les obstacles sont décelés jusqu'à une distance de 7 kilomètres et les bouées à trois kilomètres.

Il est possible d'estimer la distance du navire à l'obstacle au moyen de la comparaison à l'oscillographe cathodique de la modulation à l'émission et à la réception.

Altimètre radioélectrique. — Les ondes ultra-courtes servent également à mesurer la hauteur d'un avion au-dessus du sol.

Les altimètres ordinaires basés sur la pression atmosphérique (baromètres) sont trop sujets aux variations de pression.

Si un altimètre est réglé à l'aérodrome de départ où la pression atmosphérique a une valeur donnée, à l'aérodrome d'arrivée la pression atmosphérique aura une autre valeur, cette différence peut être très forte, de l'ordre de 10 millimètres si l'aérodrome de départ se trouve au centre d'une dépression, tandis que celui d'arrivée dans un anticyclone.

Il existe un moyen utilisé couramment, c'est de régler l'altimètre en vol au moyen de la radio en recevant de l'aérodrome d'arrivée le QFE (pression). Ce travail a été simplifié, grâce à l'altimètre radioélectrique.

L'altimètre américain de la Western Electric utilise une onde de 60 centimètres (500 mégacycles) modulé.

Un petit émetteur placé sous l'avion envoie un faisceau d'ondes dirigées vers le sol.

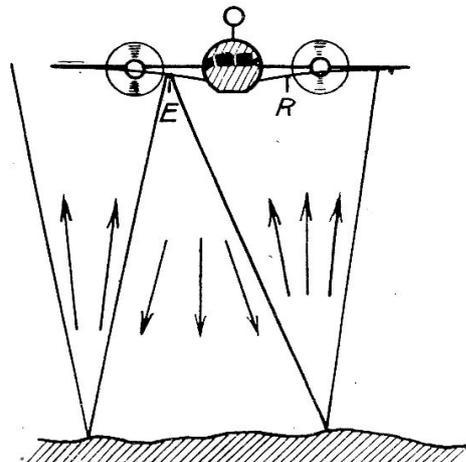


Fig. 129. — Principe de l'altimètre radioélectrique.

Celui-ci est réfléchi et est renvoyé vers l'avion. Une antenne réceptrice se trouve à 5 mètres de l'antenne émettrice.

L'altitude est décelée par le battement de l'onde émise avec l'onde reçue.

Ces ondes réfléchies par le sol sont amplifiées.

La fréquence de modulation transmise varie constamment autour d'une fréquence porteuse moyenne, on obtient un décalage entre la fréquence de l'onde directe et celui de l'onde réfléchie, ce décalage est très élevé pour les faibles hauteurs au-dessus du sol, il varie de 5.000.000 de cycles pour une altitude de 30 mètres à 50.000 pour une altitude de 3.000 mètres. Il suffit d'un fréquencemètre gradué directement en mètres pour avoir l'altitude au-dessus du sol.

CHAPITRE VIII

LE RADAR

Le mot Radar vient de « Radio détection and Ranging », détection et télémétrie par radio.

A vrai dire, la première application d'un radar rudimentaire fut faite sur le paquebot *Normandie* en 1938 par la Société Française Radio-électrique, pour la détection des épaves. Radar rudimentaire, car si nous trouvons l'application des ondes décimétriques projetées, avec un oscillographe cathodique, celui-ci ne donnait pas directement la distance à l'obstacle rencontré.

Principe du Radar. — Le Radar utilise les ondes électromagnétiques décimétriques projetées par brèves impulsions en un faisceau étroit et la réception de l'écho sur un oscillographe cathodique.

L'oscillographe cathodique. — L'oscillographe cathodique est une des pièces principales du Radar.

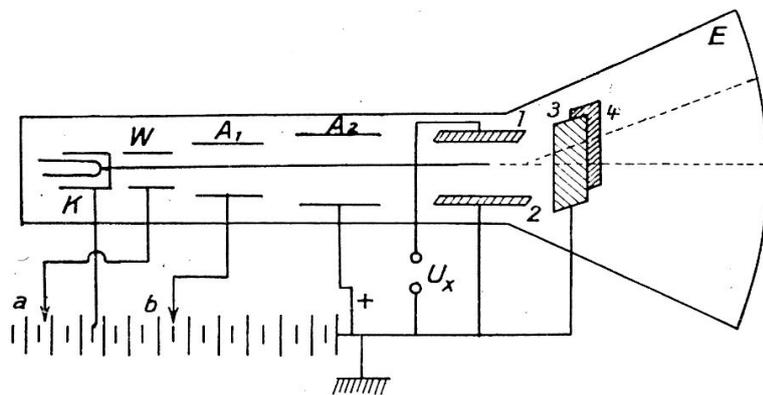


Fig. 130. — Schéma de l'oscillographe cathodique.

Il comporte une ampoule de verre de forme allongée terminée par une calotte sphérique E recouverte d'un produit fluorescent.

Ce produit fluorescent est habituellement un composé de sulfures de zinc.

A l'intérieur de l'ampoule il y a généralement un vide élevé, quelquefois cependant on y trouve un gaz inerte à la pression de 0 mm. 005 de Hg.

En partant de l'extrémité à gauche de la figure nous avons : 1° Un filament chauffant une cathode K productrice d'électrons ;

2° Un cylindre W dit cylindre de Wehnelt ayant pour rôle de concentrer les électrons issus de la cathode pour en constituer un faisceau et de contrôler l'intensité de ce faisceau, donc l'éclat du spot sur l'écran ; c'est en somme une grille de commande portée à un potentiel négatif réglable par un potentiomètre.

Nous trouvons ensuite deux anodes A1 et A2 de diamètres croissants portées à des potentiels positifs croissants. Ces anodes jouent le rôle de lentilles électroniques pour la concentration du faisceau qui dépend de la tension des deux anodes.

4° Deux plaques horizontales 1 et 2 entre lesquelles on connecte la tension U_x à analyser, ces deux plaques produisent une déviation verticale de la trajectoire électronique sur l'écran et cette déviation est proportionnelle à la tension U_x appliquée. Ce sont ces plaques qui reçoivent la tension d'écho.

5° Deux plaques 3 et 4 verticales produisant un déplacement horizontal sur l'écran, ces plaques sont dites plaques de balayage, on y applique généralement une tension en dent de scie produite par un générateur auxiliaire.

Les bases de temps et de distance. — Les ondes hertziennes ont une vitesse de 300.000 kilomètres par seconde, le Radar doit pouvoir être utilisé pour des mesures de distance de l'ordre de quelques centaines de mètres et même moins.

Si nous utilisons des impulsions de l'ordre d'un millionième de seconde, la distance à laquelle les objets seront perçus sera de :

$$\frac{300\ 000\ 000}{1\ 000\ 000} \times \frac{1}{2} = 150 \text{ mètres.}$$

Le problème de la mesure d'une distance revient donc à *mesurer le temps* mis par l'écho pour revenir vers le Radar.

Nous pourrions facilement mesurer une distance si nous superposons l'écho, à une série d'impulsions de fréquence connue et rigoureusement constante produite par des bases de temps incluses dans le récepteur. Prenons par exemple, 15.000 périodes, chaque impulsion, ou plutôt chaque dent sera espacée de

$$\frac{300\ 000\ 000}{15\ 000} = 20\ 000 \text{ mètres.}$$

Si nous prenons 3.000 périodes, la distance sera de :

$$\frac{300\ 000\ 000}{3\ 000} = 100\ 000 \text{ mètres ou } 100 \text{ Kms.}$$

Nous aurons ainsi deux échelles, grande distance avec tops de 3.000 périodes, petite distance 15.000 périodes.

La mesure d'une distance se présentera donc comme la figure ci-

contre, les tops de 15.000 et 3.000 périodes étant produits par un générateur pilote et multiplicateur de fréquence, l'écho à son retour se superpose à ceux-ci, on lit facilement sur la figure, distance 125 kilomètre.

Les distances sont ainsi parfaitement définies et faciles à lire sur l'oscillographe cathodique.

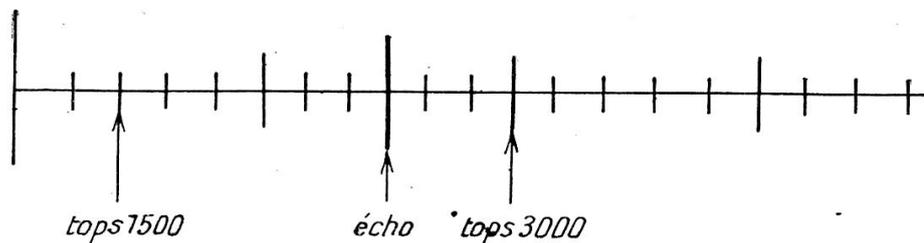


Fig. 131. — Principe de la mesure distance dans le radar.

Persistance lumineuse. — Il est nécessaire que l'œil puisse suivre sur le cadran de l'oscillographe les impulsions produites par les divers générateurs utilisés, pour cela une série d'impulsions de 1.000 périodes seconde est fournie par un générateur pilote et un multiplicateur de fréquence celui que nous avons mentionné ci-dessus.

En résumé, il faut produire pour le fonctionnement correct du Radar plusieurs tensions périodiques synchronisées entre elles qui sont :

1° Impulsions haute fréquence de 150 mégacycles d'une durée d'une microseconde produite 250 fois par seconde servant à rayonner les ondes, ces impulsions sont produites par l'émetteur haute fréquence.

2° Une tension en dents de scie, 1.000 pseudo-périodes seconde produites par une base de temps servant au balayage de l'oscillographe et servant à la persistance visuelle ;

3° Tops de 3.000 et 15.000 périodes seconde destinés à dessiner l'échelle électronique.

Composition générale du Radar (1). — Nous arrivons au schéma ci-dessous qui concrétise un radar complet émetteur et récepteur.

Nous voyons pour la partie émission l'oscillateur pilote fournissant 250 périodes seconde.

Un multiplicateur de fréquence transformant cette fréquence en 1.000, 3.000 et 15.000 périodes seconde.

Un générateur de tops bloque ces oscillations et les rend sous forme de tension composée.

Les tops sont de très courtes impulsions de tension à front raide s'approchant autant que possible de la forme idéale de rectangle à base étroite.

La fabrication des tops commence par ceux de la fréquence la plus

(1) L'article ci-dessus est extrait, avec l'autorisation de l'auteur, d'une étude due à M. AISBERG, directeur de la revue *Toute la Radio* et parue dans le cahier n° 4 de *Toute la Radio* (Société des Éditions Radio).

élevée 15.000 p/s. Puis, en les combinant judicieusement avec les tensions de fréquences inférieures, on obtient des tops de fréquences correspondantes.

Un répartiteur de tops distribue ces tops aux postes correspondants, c'est-à-dire, les tops 250 à l'émetteur à impulsions, à l'oscillographe cathodique pour les bases de temps (3.000 et 15.000), les tops de 1.000 périodes/s pour la persistance visuelle.

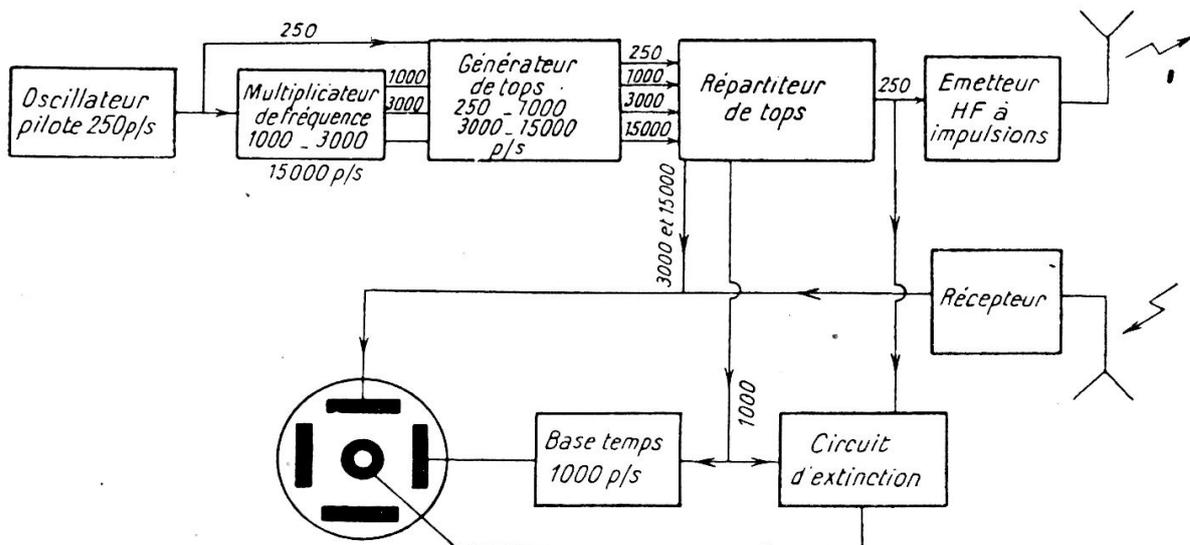


Fig. 132. — Principe du radar.

Nous trouvons un circuit d'extinction, ce circuit a pour but d'éteindre l'oscillographe cathodique durant 3 balayages sur 4 pour éliminer les causes d'erreurs qui pourraient avoir lieu par suite du retour de l'écho sur des obstacles situés à une distance supérieure à la portée normale du Radar.

Enfin un récepteur relié directement à l'antenne réceptrice.

L'émission du faisceau dirigé. — Le faisceau d'ondes dirigées exige des ondes ultra-courtes de l'ordre d'une dizaine de centimètres.

Pour avoir une portée convenable on est obligé d'avoir une puissance de crête considérable de l'ordre de plusieurs centaines de kilowatts, d'où l'utilisation de tubes spéciaux, le magnétron et le klystron.

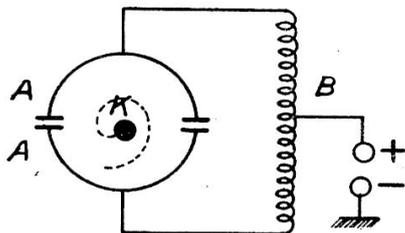


Fig. 133.

Le magnétron¹. — Le magnétron comporte deux anodes demi-cylindriques dans l'axe desquelles se trouve une cathode K, les anodes A sont portées à un potentiel d'une dizaine de milliers de volts.

Le trajet du flot électronique est courbe et on recueille dans le circuit apériodique B des ondes centimétriques.

(1) *La Science et la Vie*, n° 338, novembre 1945.

Le tube peut dissiper pendant un millionième de seconde une puissance de plusieurs centaines de kilowatts sans inconvénient.

Le klystron ⁽¹⁾. — Le principe du klystron est différent, c'est un tube à modulation de vitesse comportant deux électrodes, une anode portée à un potentiel négatif et une cathode K émettrice d'électrons.

Une cavité résonnante réglable se trouve au milieu des deux électrodes. Les électrons sont repoussés par la plaque et entretiennent dans la cavité résonnante des oscillations de très haute fréquence qui sont envoyées dans le circuit d'antenne par un petit crochet.

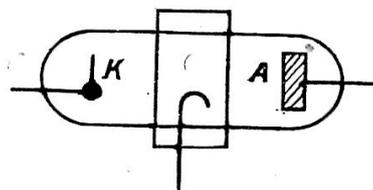


Fig. 134.

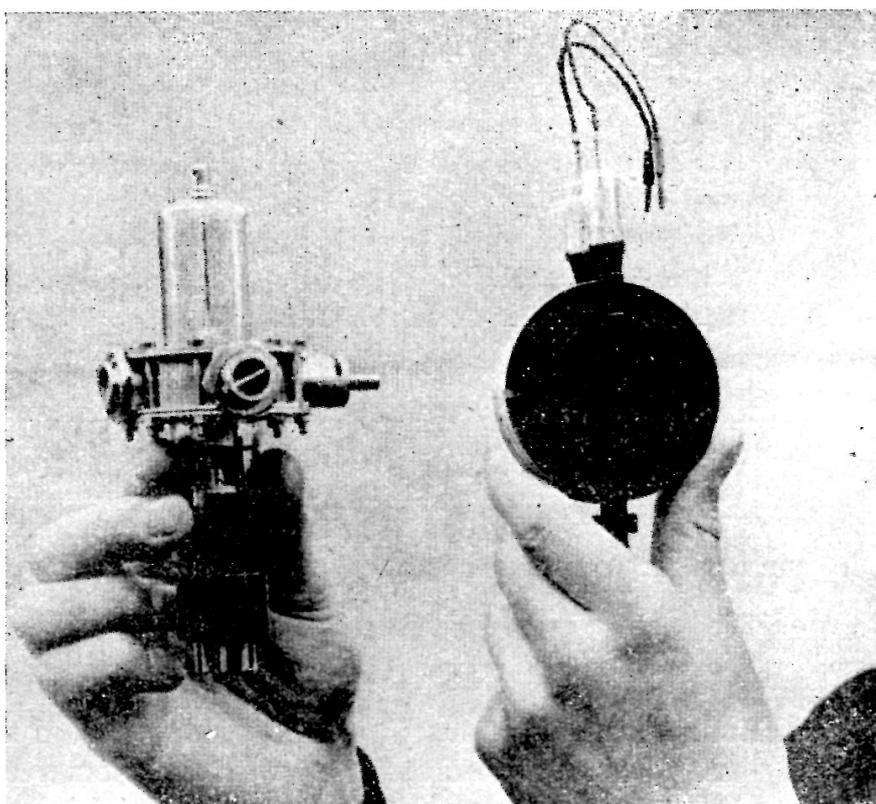


Fig. 135. — Le magnétron à droite et le klystron à gauche.

Photographie tirée de *The illustrated London News* du 1/7/45 et *Science et Vie*, n° 338, du 1/11/45.

Le récepteur. — Il doit être sensible et amorti.

L'extrême sensibilité du récepteur est absolument nécessaire pour déceler l'infime quantité d'énergie revenant de l'obstacle.

L'amortissement est indispensable pour recevoir une large bande de fréquence et pour désensibiliser rapidement l'appareil.

La partie haute fréquence est à montage symétrique et comporte

(1) Cahier n° 4 de *Toute la Radio*.

deux lignes en quart d'onde dont l'accord peut être retouché par un condensateur variable branché à leur extrémité.

Les feeders allant vers le dipôle servant d'antenne sont attachés aux lignes du circuit d'entrée en des points assurant la meilleure adaptation des impédances.

De même les grilles sont connectées en des points correspondant à l'impédance d'entrée des lampes. Rappelons que dans une ligne en

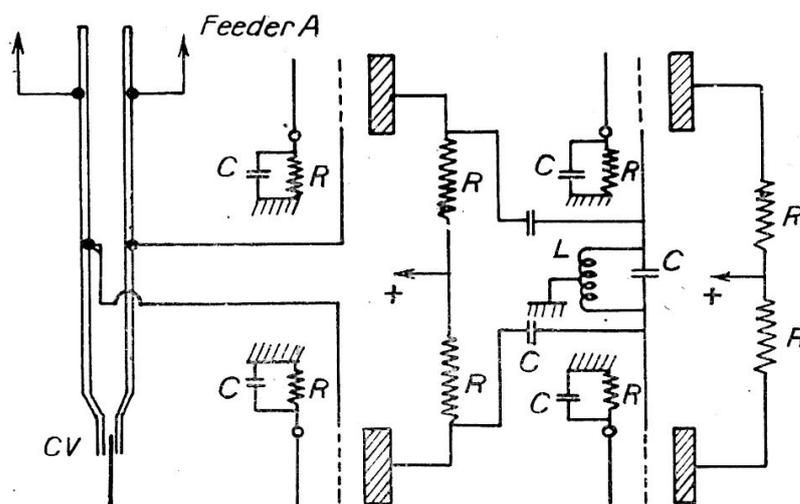


Fig. 136. — Étages d'entrée du Récepteur.

quart d'onde l'impédance passe par toutes les valeurs comprises entre zéro et l'infini.

Le poste comporte deux étages haute fréquence, un étage changeur de fréquence symétrique, un étage modulateur symétrique, trois étages moyenne fréquence sur 23 mégahertz et une partie détectrice symétrique diode enfin une partie basse fréquence présentant une très faible constante de temps.

Équation du Radar ⁽¹⁾. — Si nous appelons R la portée d'un radar, celui-ci dépend de la puissance de crête P en watts de l'émetteur, de la sensibilité p du récepteur qui peut s'exprimer en watts pour avoir une indication sur l'oscillographe cathodique, des gains dans les antennes d'émission et de réception.

Le gain est égal à :

$$G = 4\pi \frac{A}{\lambda^2}$$

A est la surface du réflecteur parabolique en mètres carrés — λ la longueur d'onde en mètre. Si q est la surface réfléchissante de l'objectif en mètres carrés multiplié par le coefficient caractéristique des pro-

(1) *Toute la Radio*, n° 102, janvier 1946.

priétés de réflexion, Q pour un bombardier moyen est d'environ 50 mètres carrés, on a comme rayon d'action :

$$R = \sqrt[4]{\frac{P}{p} \frac{G_1 G_2}{16\pi^2} \lambda^2 q}.$$

La portée du Radar croît donc comme la racine carrée de la puissance émise. Dans le cas où la même antenne est utilisée pour l'émission et la réception, la formule se multiplie et l'on a : $G^1 = G^2 = G$, la portée devient proportionnelle à

$$\sqrt{G\lambda} \quad \text{ou à} \quad \sqrt{\frac{A}{\lambda}}.$$

Le rayon minimum de l'action du radar est déterminé par la largeur des impulsions, car durant l'émission le récepteur est bloqué, de cette façon un signal réfléchi par un objectif trop rapproché atteint le récepteur avant que l'émission de l'impulsion soit terminée et ne peut par conséquent donner aucune indication.

D'autre part, il faut tenir compte de la constante de temps des circuits, ce qui fait que le récepteur ne recouvre pas immédiatement sa sensibilité. Le rayon minimum du Radar se détermine par la formule suivante :

$$r = \frac{V}{2} (\delta + \varphi),$$

V , vitesse de la lumière ; δ , durée d'une impulsion ; φ , constante de temps des circuits.

Les différents Radars. — Il existe de nombreux types de radars, nous décrirons ici ceux dont l'application est la navigation.

Nous venons de donner ci-dessus le principe du radar distance, radar primaire dont dérivent tous les autres types de radars.

Radar panoramique. — Imaginons deux antennes tournant d'un mouvement uniforme autour d'un axe et envoyant dans tous les azimuts une série d'impulsions dont l'écho est recueilli par l'antenne réceptrice et envoyé sur l'écran de l'oscillographe cathodique.

L'antenne émettrice sera figurée par une tache lumineuse au centre de l'écran, les obstacles par des taches lumineuses à une distance du centre proportionnelle à leurs éloignements et si l'écran cathodique est convenablement orienté par rapport à l'axe de la station Radar, on aura, soit le relèvement vrai, soit le gisement de l'obstacle décelé.

Si la cadence est assez grande on peut avoir sur le cadran de l'oscillographe cathodique le panorama de la zone balayée.

Ce système de Radar permet donc une navigation aéronautique à travers les nuages, puisque la région survolée est reproduite sur l'écran de l'oscillographe, où un atterrissage correct pour un navire dans la

brume. Cependant la position d'un aéronef nécessite : 1° la connaissance de l'azimut z ; 2° sa hauteur S ou angle de site.

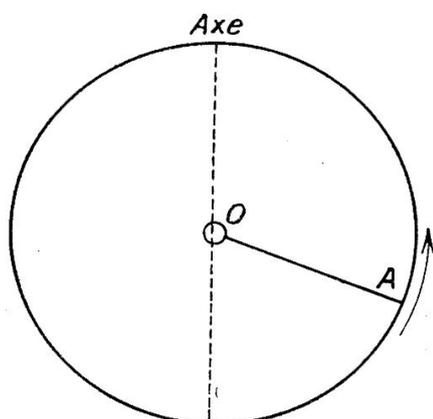


Fig. 137. — Principe du radar panoramique. La flèche donne le sens du balayage.

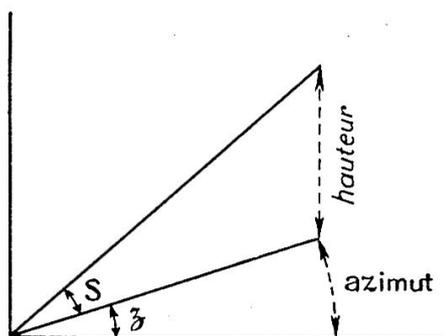


Fig. 137 A. — Azimut z ; angle de site S .

Précision des indications obtenues. — La précision angulaire de l'azimut (angle z) et de site (angle S vertical) dépend de la concentration du faisceau des ondes émises.

Cela dépend du réflecteur, plus celui-ci est grand plus les ondes émises sont courtes et plus l'angle d'ouverture du faisceau est étroit, l'angle α est donné par la formule suivante :

$$\alpha = \frac{\lambda}{\sqrt{4 \frac{A}{\pi}}}$$

A surface du réflecteur en mètres carrés.

Le gain G étant égal à $G = 4\pi \frac{A}{\lambda^2}$, on peut donc l'exprimer par :

$$G = \frac{\pi^2}{\alpha^2}$$

Le plus souvent les angles sont mesurés avec une précision égale au $\frac{1}{5^e}$ ou au $\frac{1}{10^e}$ de l'angle d'ouverture du faisceau.

Cette précision peut atteindre quelques centièmes de α , lorsque le faisceau effectue un balisage conique.

L'indication de distance dépend du temps d'aller et de retour des impulsions.

Le temps t pour un objectif à d mètres est de :

$$t = \frac{2d}{V} \quad \text{comme} \quad V = 3 \times 10^8 \text{ mètres,}$$

on a :

$$t = \frac{d}{150} \mu s \text{ (microseconde),}$$

ce qui, pour une distance de un mètre, correspond à 0,0067 microseconde.

La précision des radars destinés à être utilisés comme phare est de 200 mètres environ.

Les applications du Radar à la navigation

Principe du G. E. E. (1). — Si nous considérons un émetteur principal A émettant un signal très bref de l'ordre de la microseconde sur une longueur d'onde de 5 à 6 mètres. Un émetteur-récepteur B reçoit le signal et le retransmet au bout d'un temps t . B est une station au sol éloignée de 100 kilomètres de A.

Un mobile M reçoit le signal A à l'instant t_A et le signal B à l'instant t_B et se trouve ainsi en mesure de calculer l'intervalle $t_B - t_A$ entre l'intervalle des deux signaux. Soit V la vitesse des ondes, M reçoit le signal émis par A au bout d'un

temps $t_A = \frac{MA}{V}$.

B reçoit le signal émis par A au bout d'un temps $t = \frac{V}{BA}$ et le retransmet en un temps $\frac{MB}{V}$.

M reçoit donc le signal retransmis par B au bout d'un temps

$$t_B = t + \frac{MB}{V},$$

t_B étant compté à partir de l'instant où A émet le signal

$$t_B = \frac{BA}{V} + \frac{MB}{V},$$

or $t_A = \frac{MA}{V}$, l'intervalle de temps est donc :

$$t_B - t_A = \frac{BA}{V} + \frac{MB}{V} - \frac{MA}{V},$$

on en tire :

$$[BA + (MB - MA)] = V(t_B - t_A),$$

d'où :

$$MB - MA = V(t_B - t_A) - BA.$$

BA et V constants et connus, la mesure de $t_B - t_A$ permettra à l'observateur M de se situer sur une branche d'hyperbole de foyer A et B puisque l'hyperbole est le lieu des points dont la différence des distances à deux points fixes appelés foyers est constante.

Supposons qu'un deuxième émetteur récepteur C au sol travaille

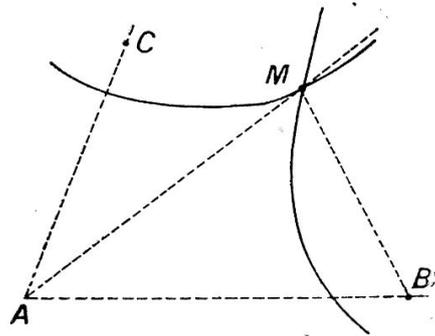


Fig. 138.

(1) Conférence de M^{me} Durand, ingénieur au S. T. S. faite le 26 octobre 1945

exactement comme B et que l'observateur M soit capable de mesurer simultanément $t_B - t_A$ et $t_C - t_A$, t_C est le temps nécessaire pour que M reçoive le signal retransmis par C, t_C étant également compté à partir de l'instant où A émet le signal.

Dans ces conditions, M connaîtra deux lieux de positions simultanées par deux branches d'hyperboles. Leur intersection déterminera la position de M qui saura très exactement où il se trouve.

On trace ces hyperboles sur des cartes, l'échelle choisie est telle qu'une unité de cette échelle corresponde à 1/15.000 de seconde. Sur les cartes la famille AB est tracée en rouge et pour des valeurs du paramètre $t_B - t_A$ espacées de dixième d'unité en dixième d'unité.

La famille AC est tracée en vert pour des valeurs du paramètre $t_C - t_A$ espacées de dixième d'unité en dixième d'unité.

Très souvent une troisième station esclave D émettrice travaille de la même façon que B et C, il lui correspond une famille d'hyperboles de foyers A et D, sur les cartes, cette famille, est tracée en violet.

Installation G. E. E. à bord d'un avion. — L'installation à bord com-

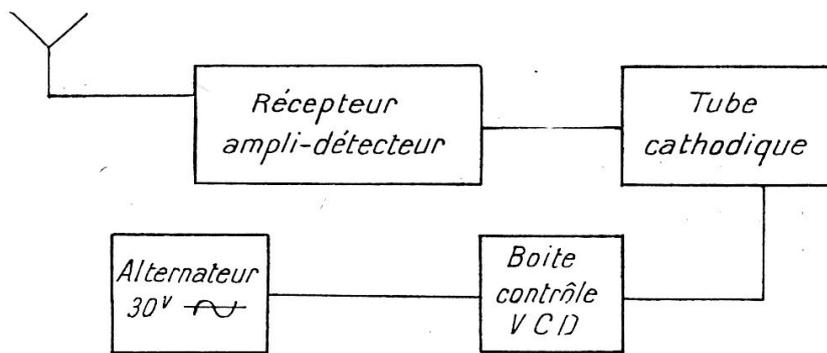


Fig. 139.

prend 3 boîtes rectangulaires de dimensions et poids analogues $30 \times 30 \times 75$ centimètres de 15 kilos chacune.

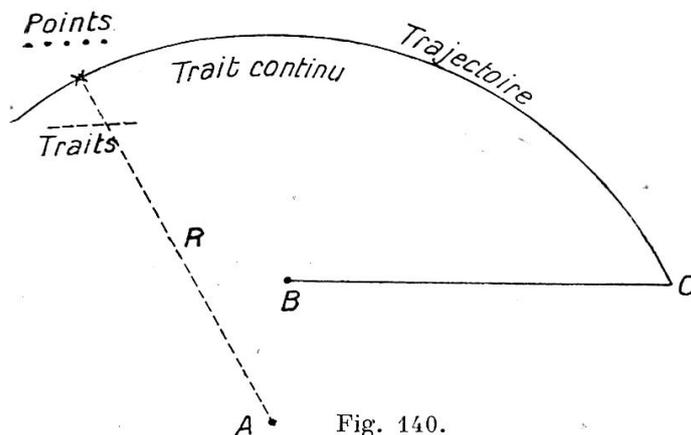


Fig. 140.

Système de navigation OBOE (1). — Deux stations sont nécessaires pour assurer ce système de navigation.

Une station « chat » A veille à ce que l'avion ne quitte pas sa trajectoire. Le rayon R doit demeurer constant, un radar distance peut donc suffire pour mesurer celle-ci.

Lorsque l'aéronef s'écarte de la trajectoire à suivre la station Radar

(1) *Science et Vie*, n° 338, novembre 1945.

chat déclenche une série de signaux, des points s'il s'écarte à gauche, des traits s'il s'écarte à droite, il peut donc ainsi se maintenir rigoureusement sur sa trajectoire où il entend un trait continu.

Lorsqu'il arrive près du but une station B dite station « Souris » l'avertit par un signal qu'il arrive au but.

Système de navigation Loran. — Loran signifie long range. Navigation system.

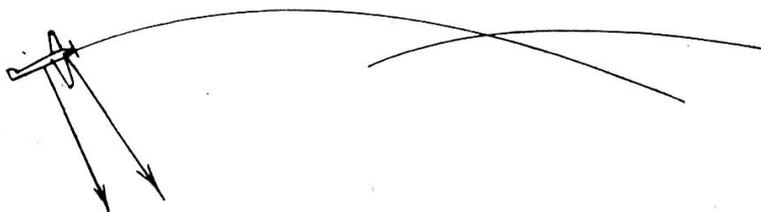


Fig. 141. — L'aéronef sur sa trajectoire ; on aperçoit sur la figure le point de rencontre des deux hyperboles où il y aura coïncidence des repères.

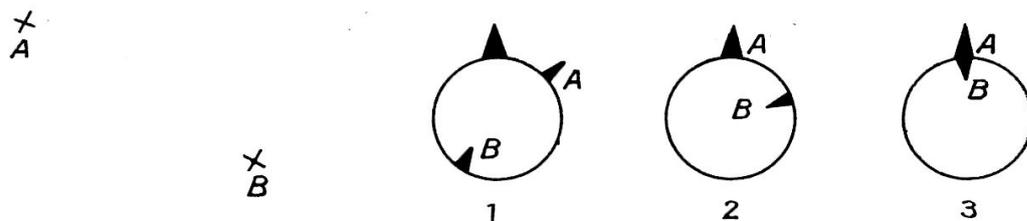


Fig. 142. — Sur la figure 142 (3) l'avion est au but. Le lâcher des bombes peut être commandé radioélectriquement de la station maîtresse lorsque les trois points correspondent.

A, station maîtresse B, station esclave

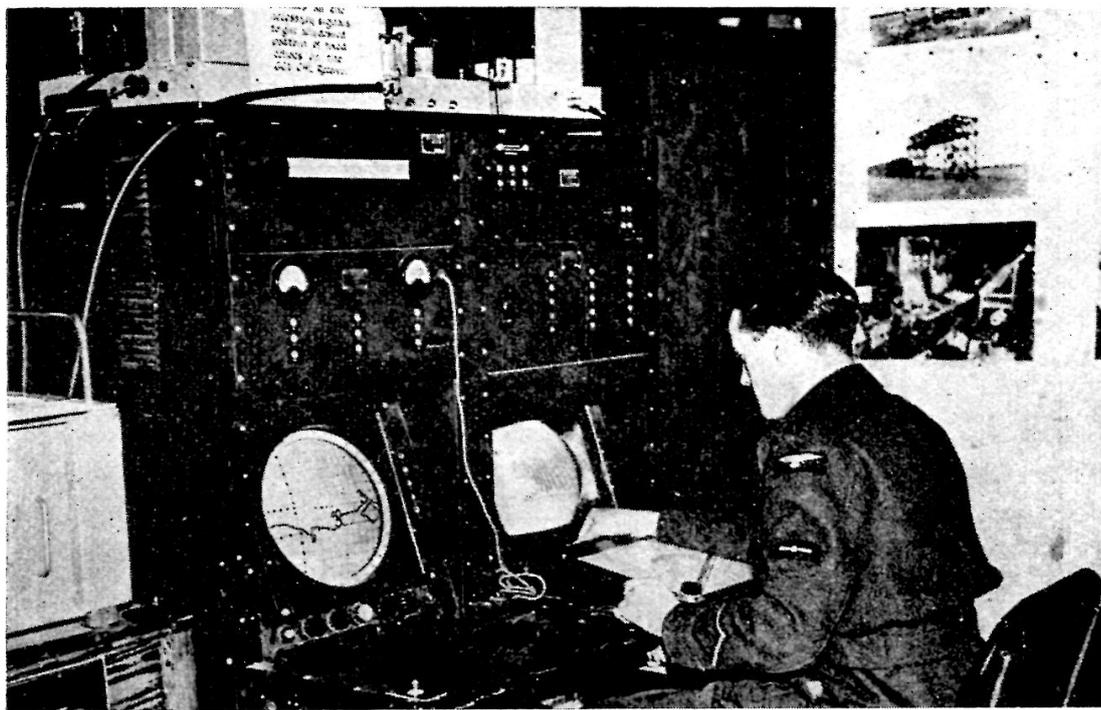


Fig. 143. — Une installation réceptrice de radar. Photographie tirée de *The illustrated London News* du 1/7/45.

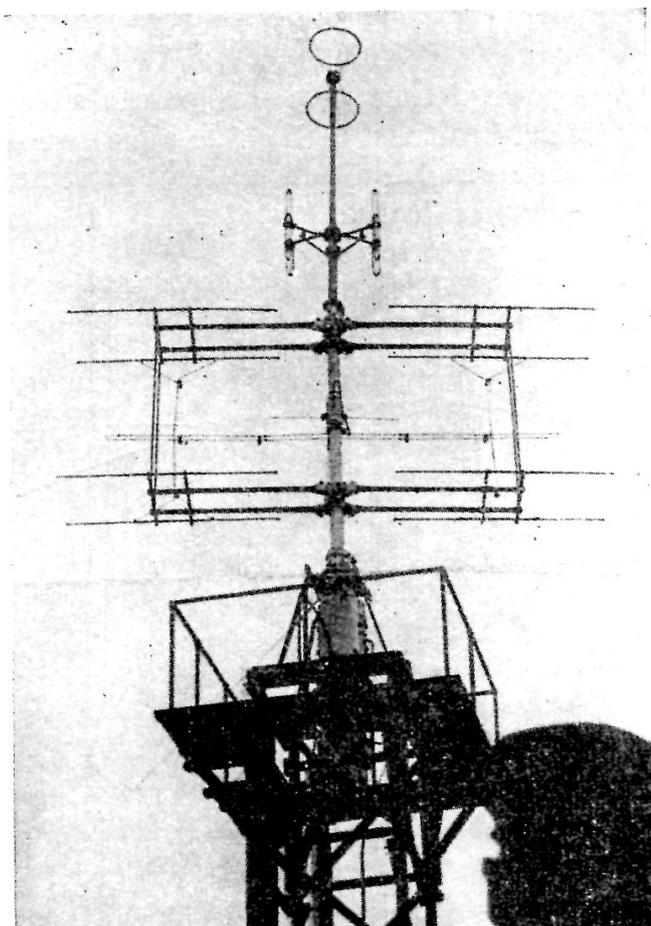


Fig. 144. — Une antenne de radar à bord d'un navire.

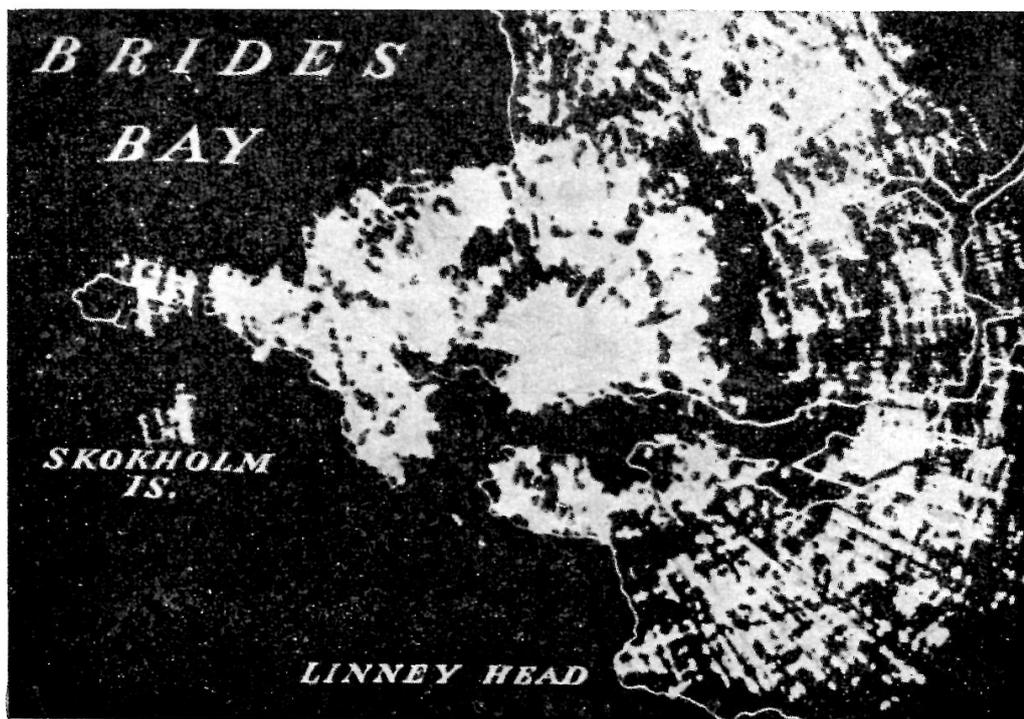


Fig. 145. — Le radar panoramique. Photographie de l'écran d'un oscillographe cathodique d'un radar panoramique; on a marqué d'un trait sur le dessin obtenu les contours de la côte tels qu'ils sont sur une carte.

Photographies tirées de *The illustrated London News* du 1/7/45.

Le principe est analogue au système G. E. E. mais il fonctionne avec des fréquences plus faibles (1.950 kcs).

Une station « Maîtresse » émet des tops brefs à une fréquence de 25 par seconde qui sont reçus et réémis par deux stations « Esclaves » avec un certain retard. Le mobile (navire ou aéronef) qui reçoit les tops mesure d'une part l'intervalle de temps qui sépare l'arrivée d'un top venant de la station « Maîtresse » et des tops venant des stations « Esclaves ».

La position du mobile se situe également sur deux branches d'hyperboles.

Pour effectuer les bombardements (ce système a servi pour les bombardements de Berlin), le tableau de bord de l'aéronef comportait un cercle avec des repères fixes et mobiles, figures 141 et 142.

Le but était atteint lorsque les repères coïncidaient, figure 142 ; le point A figure la station maîtresse, le point B la station esclave.

Le Navigateur Decca (1)

Lors du débarquement des alliés en Normandie le navigateur Decca permit à la flottille de dragueurs de mines d'atterrir dans l'obscurité avec une erreur de moins de 50 mètres sur les lieux fixés. Pas un seul navire ne fut perdu et les chenaux nettoyés des mines permirent le débarquement des forces expéditionnaires.

Le principe du navigateur Decca est totalement différent de celui du Radar.

Nous avons vu que le Radar utilise la projection des ondes décimétriques et centimétriques par impulsions.

Le navigateur Decca utilise au contraire les ondes longues.

Les fréquences adoptées en Angleterre sont $f_A = 87,5$ kilocycles (3.542,8 mètres) ; $f_B = 131,2$ kilocycles (2.286,6 mètres) ; $f_C = 116,6$ kilocycles (2.572,8 mètres).

Les ondes longues ont été choisies intentionnellement pour leur bonne propagation, les réflexions sur les couches Kennely-Heaviside étant peu accentuées.

Principe du navigateur Decca. — Considérons deux émetteurs A et B émettant simultanément un signal. Un récepteur R reçoit ces deux émissions avec un certain décalage ou plutôt un certain déphasage dont l'importance dépend des trajets suivis, c'est-à-dire de la longueur des chemins suivis.

Si nous nous rappelons un théorème de géométrie des coniques, si nous appelons la distance entre A et B qui sont deux points fixes, distance focale et A et B foyers, nous voyons que le point R est le lieu des points tels que

$$(RA - RB) = \text{constante},$$

ce qui définit une hyperbole.

(1) Le navigateur DECCA : article de M. Robert LEPRÊTRE, chef de la Section Recherches et documentation du S. T. S. *Science et Vie*, d'août 1946, n° 347.

La courbe se décompose en deux branches séparées l'une répondant à

$$RA - RB = 2a,$$

l'autre à

$$RB' - RA = 2a,$$

Ces branches sont placées de part et d'autre de la médiatrice du segment AB.

Avec deux stations nous aurions un réseau d'hyperboles enrobant ces deux stations mais nous avons vu que pour obtenir un point il faut une autre hyperbole coupant le réseau obtenu. Nous aurons ainsi deux réseaux d'hyperboles. Donc trois stations sont nécessaires et nous avons en fin de compte des réseaux d'hyperboles se coupant les unes et les autres portant des couleurs et des numéros différents pour pouvoir les différencier.

Les cartes Decca donnent un carroyage très serré d'hyperboles se coupant les unes et les autres de couleurs différentes (rouge et vert pour les cartes à deux réseaux d'hyperboles) et numérotées. Le déphasage obtenu est lu directement sur des cadrans à la sortie du récepteur.

Principe du Récepteur. — En pratique il est impossible de séparer dans un récepteur trois ondes de même fréquence, c'est pourquoi trois fréquences ont été choisies dans la gamme grandes ondes.

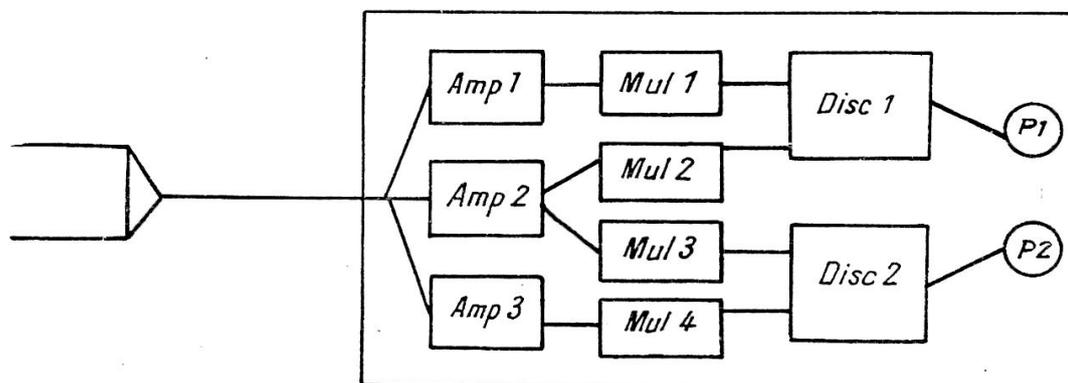


Fig. 147b.

Un récepteur doit comprendre trois circuits accordés et trois amplificateurs de ces trois fréquences ; nous trouvons ensuite quatre multiplicateurs de fréquence donnant deux nouvelles fréquences qui sont appliquées à deux discriminateurs de phases, deux amplificateurs et en fin de circuit les deux phasemètres.

Nous obtenons le schéma ci-dessus dont les deux phasemètres indicateurs sont l'aboutissement logique.

Discriminateurs. — Ces appareils ont pour but de fournir une tension continue proportionnelle au sinus ou au cosinus du déphasage qui est appliqué aux phasemètres.

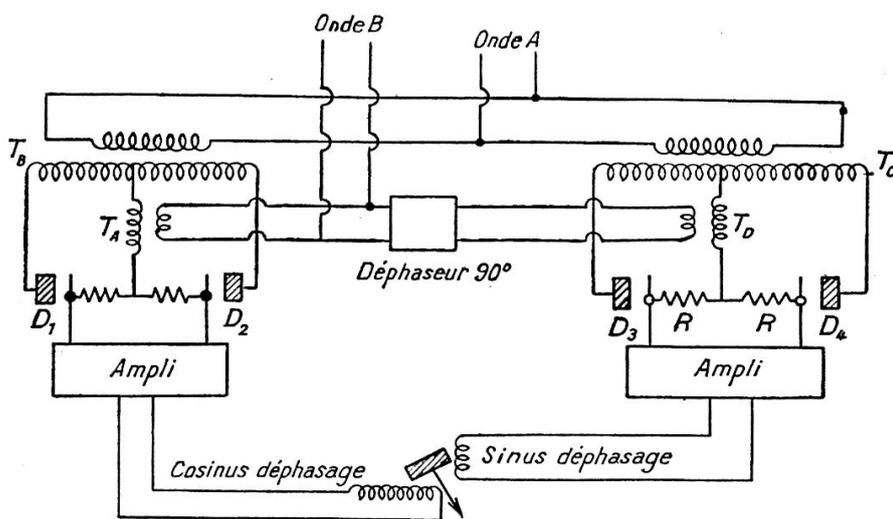


Fig. 147c.

Les ondes recueillies sont partagées en deux ondes symétriques par un transformateur à prise médiane.

L'onde A est ajoutée à l'onde B et inversement l'onde B à l'onde A par les transformateurs T_A , T_B et T_C , T_D dont le schéma est identique aux transformateurs Scott.

La tension est redressée au moyen de deux diodes D_1 — D_2 et D_3 — D_4 montées en opposition, amplifiées et appliquées à deux bobines perpendiculaires dont le champ résultant oriente un aimant relié à une aiguille indicatrice.

Émetteurs. — La chaîne d'émission comporte trois émetteurs dont un émetteur pilote et deux émetteurs asservis ou émetteurs esclaves.

La station pilote comporte un maître oscillateur au quartz ce qui lui donne une très grande stabilité. Les stations esclaves ne doivent avoir aucun déphasage avec la station-pilote, il a donc été nécessaire d'adjoindre à ces stations un dispositif particulier pour annuler toute différence de phase.

Ce dispositif consiste en un récepteur.

R2 accordé au maximum sur la station pilote commandant un multiplicateur de fréquence et une commande manuelle de phase C_m . Ph. permettant de réduire à zéro le déphasage de l'émetteur esclave.

Pour contrôler le déphasage de cet émetteur un petit cadre C_B est placé près de l'antenne de l'émetteur, il commande un récepteur R3 et un multiplicateur de fréquence.

Ce courant résultant est envoyé dans un discriminateur de phase.

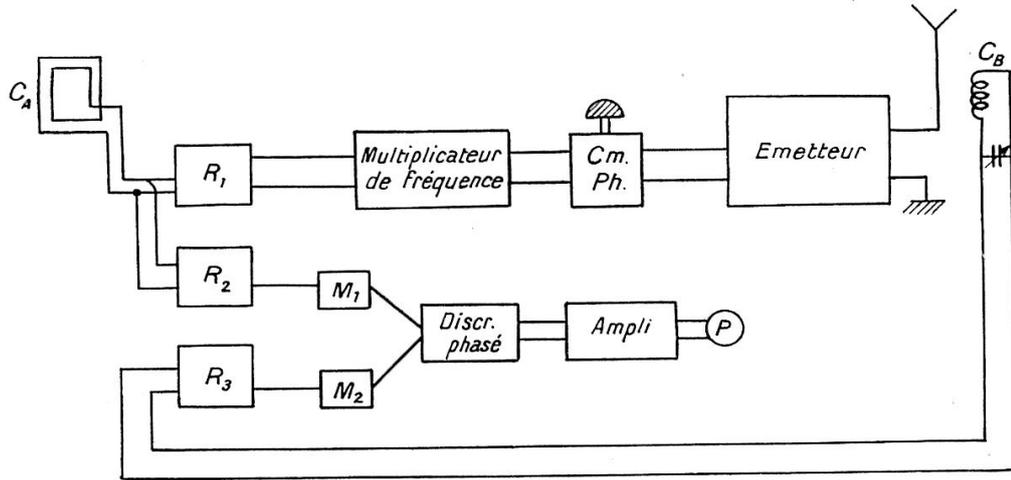


Fig. 147d.

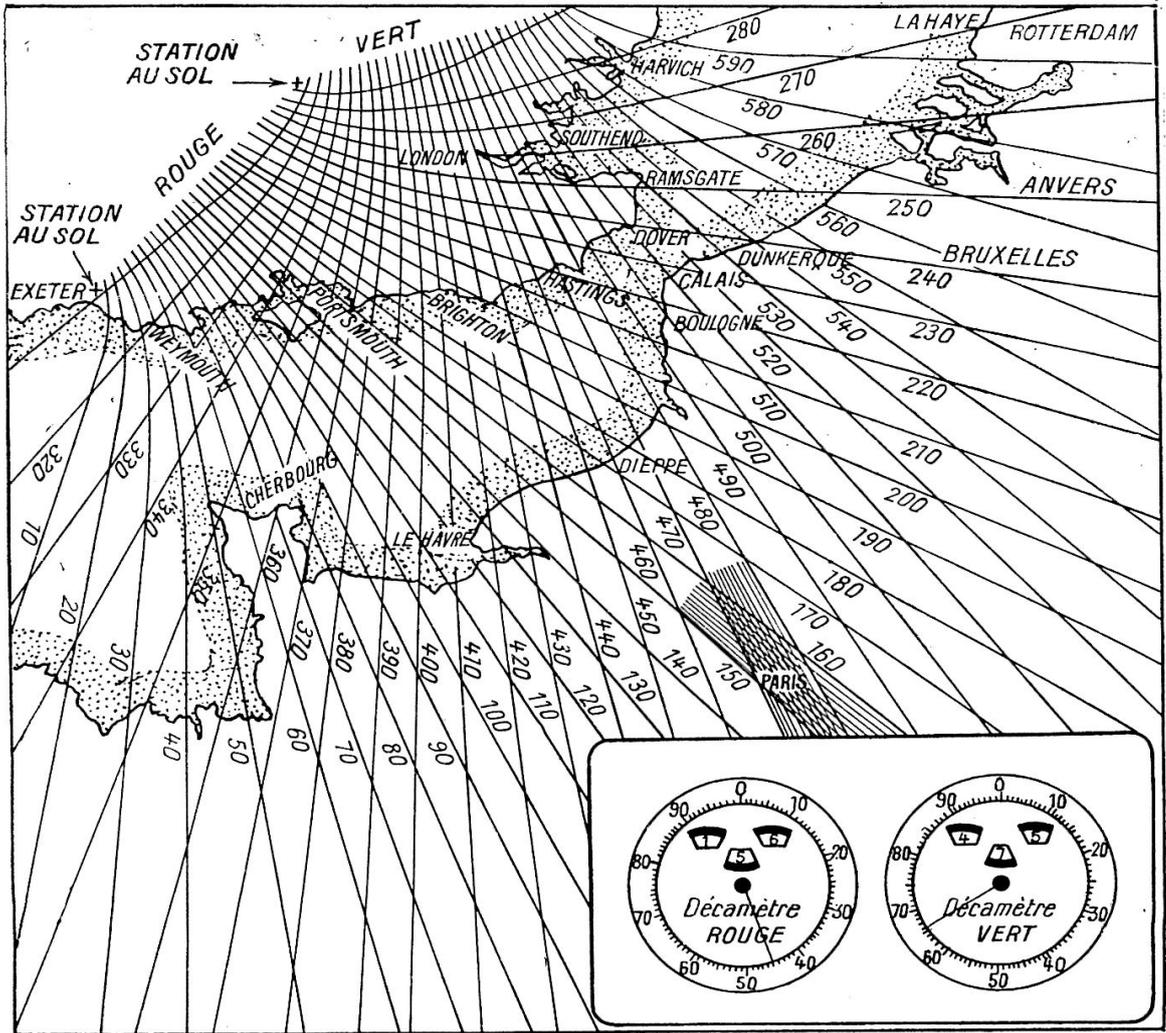


Fig. 147e. — Carte à hyperboles pour l'utilisation du procédé Decca.

Le cadre C_A commande un autre récepteur R2 et un multiplicateur de fréquence dont le courant résultant est envoyé dans le discriminateur de phase.

Ces deux courants sont amplifiés et appliqués à un phasemètre, il est donc possible de contrôler le déphasage entre les deux stations et de le réduire à zéro au moyen de la commande manuelle de phase.

Possibilités du Navigateur Decca. — Il n'existe actuellement que trois stations Decca placées à quelques centaines de kilomètres les unes des autres dans le sud de l'Angleterre.

Les excellents résultats obtenus lors du débarquement en Normandie ont incité les différents Gouvernements à établir une série de stations couvrant l'Europe et les États-Unis.

Une station serait montée vers Toulouse, une autre au Portugal, une autre en Italie vers Naples.

L'Europe occidentale serait ainsi ouverte à la navigation aéronautique avec le Navigateur Decca, un simple commutateur mettant en circuit des capacités de valeurs différentes permettrait de passer d'une chaîne à l'autre.

Radar météorologique. — Une application récente du Radar à la détection des dépressions météorologiques a été réalisée avec succès.

Des stations Radars judicieusement disposées situent à un ou deux degrés près le centre de la dépression. Des installations plus légères installées à bord des aéronefs permettraient aux navigateurs aériens de voir sous forme de légères taches les zones dépressionnaires.

L'importance des prévisions météorologiques vont être ainsi considérablement diminuées puisque le pilote automatiquement prévenu de la présence de la dépression pourra l'éviter aisément.

Radar détecteur d'obstacles. — L'aéronef dispose des trois dimensions, cependant les collisions entre aéronefs sont fréquentes.

Le Radar monté dans l'axe de l'avion permet de déceler à une distance de l'ordre de quinze kilomètres les autres aéronefs se trouvant sur la même route suivie.

Normalisation des Radars Britanniques (1). — Les Radars doivent présenter certaines garanties de fonctionnement sinon ces appareils sont un danger pour le mobile qui les emploie.

Le gouvernement britannique a normalisé les caractéristiques des Radars pour avoir toute confiance dans ces appareils.

Portée minimum 300 mètres pour obtenir une détection précise et 50 mètres pour celle d'un petit objet, une bouée de seconde classe par exemple.

Le littoral doit être nettement indiqué à une distance de 30 kilomètres si la côte s'élève à 65 mètres de hauteur et 11 kilomètres si la terre ne s'élève qu'à 7 mètres.

La longueur d'onde prévue serait de 3 centimètres.

(1) *La Radio professionnelle*, n° 143, septembre 1946.

CHAPITRE IX

L'INSTALLATION RADIOÉLECTRIQUE DU PAQUEBOT ILE-DE-FRANCE (1)

Le paquebot *Ile-de-France* de la Compagnie générale Transatlantique, jauge 43.500 tonnes, la puissance des machines est de 52.000 chevaux, sa vitesse de 24 nœuds. Le nombre des passagers de 1.640.

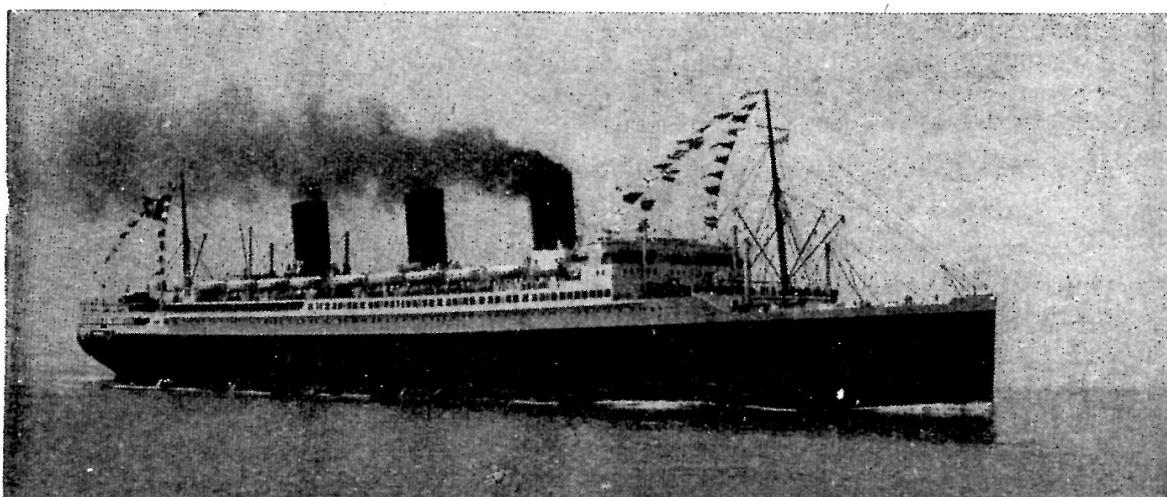


Fig. 148. — Paquebot *Ile-de-France*.

Photo SFR.

Description générale de l'installation. Émission. — Cette installation réalisée par la Compagnie Radio-maritime avec du matériel SFR, comprend quatre postes d'émission, un émetteur principal type D/200, à lampes, un émetteur de radiotéléphonie de faible puissance mirage. Un poste de radiotéléphonie pour la liaison avec les réseaux téléphoniques d'Europe et des Etats-Unis, un poste à ondes courtes FC/50, un émetteur modulé B 41 K.

Réception. — Nous trouvons : un récepteur type MR 4 pour le service de poste normal de navigation B 41 K. Un récepteur formant bloc avec le poste mirage, un ensemble de réception de pierre fonctionnant

(1) Installation d'avant la guerre 1939-1944.

en duplex, un autre ensemble de récepteur pour la liaison d'abonnés avec les réseaux téléphoniques européens ou américains type RVOG *bis*. Un radiogoniomètre pour la navigation.

Deux canots de sauvetage sont munis chacun d'un poste émetteur-récepteur B 518. Enfin un ensemble microphonique a été installé en vue de reproduire en divers endroits du paquebot, les concerts et auditions donnés dans l'un des salons.

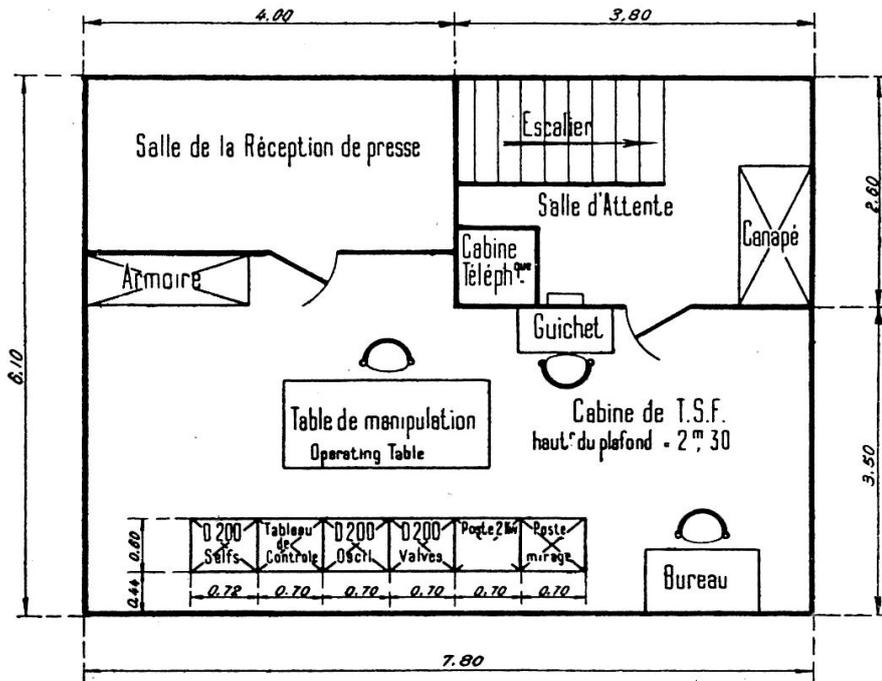


Fig. 149. — Plan de la cabine radio de l'Ile de France avant la guerre de 1939.

Il est probable que le poste radiotélégraphique de ce paquebot a subi de profonds changements du fait de la guerre (réquisition de ce navire par les Alliés).

Description détaillée. Premier groupement. — Il comprend un poste principal à lampes poste D/200 et le poste B 41 K à ondes modulées.

En vue d'écouler rapidement le trafic, la durée des diverses opérations a été réduite au minimum, c'est ainsi que la réception est mise en œuvre sans arrêter les groupes, ce qui constitue un gain de temps très appréciable.

Les manœuvres les plus fréquentes, mise en marche et arrêt des groupes, passage de transmission à réception, commutation d'antenne corrélative à l'utilisation du poste D/200 ou B 41 K, arrêt ou mise en marche générale sont effectués par contacteurs et commandes d'une table centrale dite Table de manipulation.

L'emplacement des divers organes de commande et de contrôle, ainsi que celui des indicateurs de position a été étudié de façon à placer ceux-ci soit à la portée de la main de l'opérateur soit directement dans son champ visuel.

Poste D/200. — Il émet en ondes entretenues ou modulées sur 1.800,

2.000, 2.100, 2.400 mètres. Le passage de l'une à l'autre onde se fait par un commutateur spécial, il est instantané, il met en jeu une puissance antenne de 1.500 watts.

Alimentation. — Elle est assurée par deux groupes convertisseurs monobloc type C1/50° dont un en réserve fonctionnant sur le courant continu du bord 220 volts.

Meubles d'émission. — Les organes d'émission sont disposés en trois meubles. Un meuble de redressement qui contient 4 diodes redressant

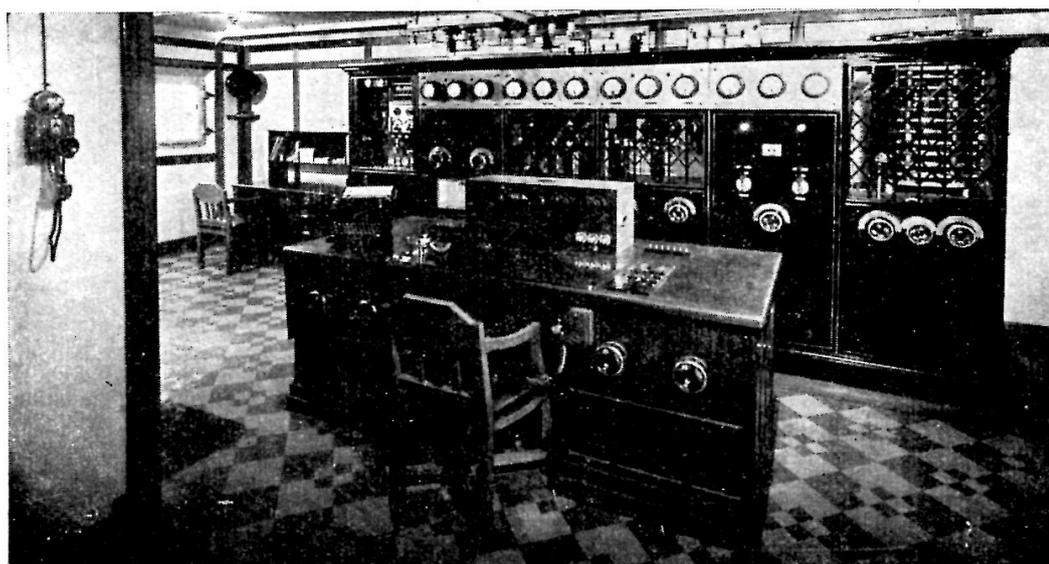


Fig. 150. — Cabine radio du paquebot *Ile de France*.

Photo SFR.

le courant 1.000 périodes, les transformateurs d'alimentation et l'ensemble filtreur du courant redressé, les appareils de contrôle de mesure et ceux de commande et de réglage.

Un meuble d'oscillation contient la triode oscillatrice, la batterie de condensateurs du circuit d'entretien des oscillations HF, les appareils de mesure et de contrôle, les commandes et organes de réglage et un combinateur entretenues modulées.

Un meuble de selfs inductances contenant les selfs inductances d'entretien et d'antenne avec les bobines de couplage et d'accord et un commutateur de longueurs d'ondes.

Poste B 41 K ou BM 100. — Se reporter à ce poste déjà décrit.

Récepteur de trafic. — Le récepteur du type RB 1/3 comporte un résonateur à 2 circuits, un montage veille et un montage syntonie, un amplificateur à trois étages comprenant un étage d'amplification HF à résonance, un étage détecteur à réaction, un étage BF. En cas de besoin le résonateur peut être utilisé avec un détecteur à galène.

Table de manipulation. — Cette table comporte tous les organes de commande des postes D/200 et B 41 K, le manipulateur de ces deux

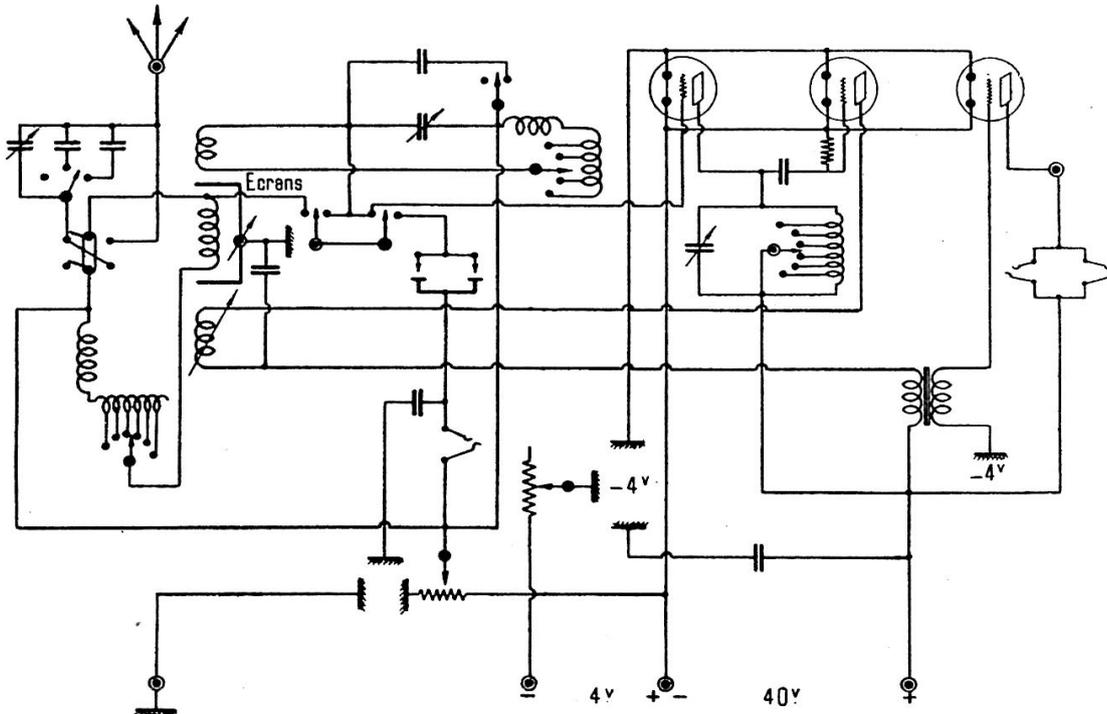


Fig. 151. — Récepteur RB1/3.

postes, le récepteur RB1/3, les rhéostats de réglage, champ et excitation, des groupes d'alimentation. Les principaux organes de la commande automatique sont :

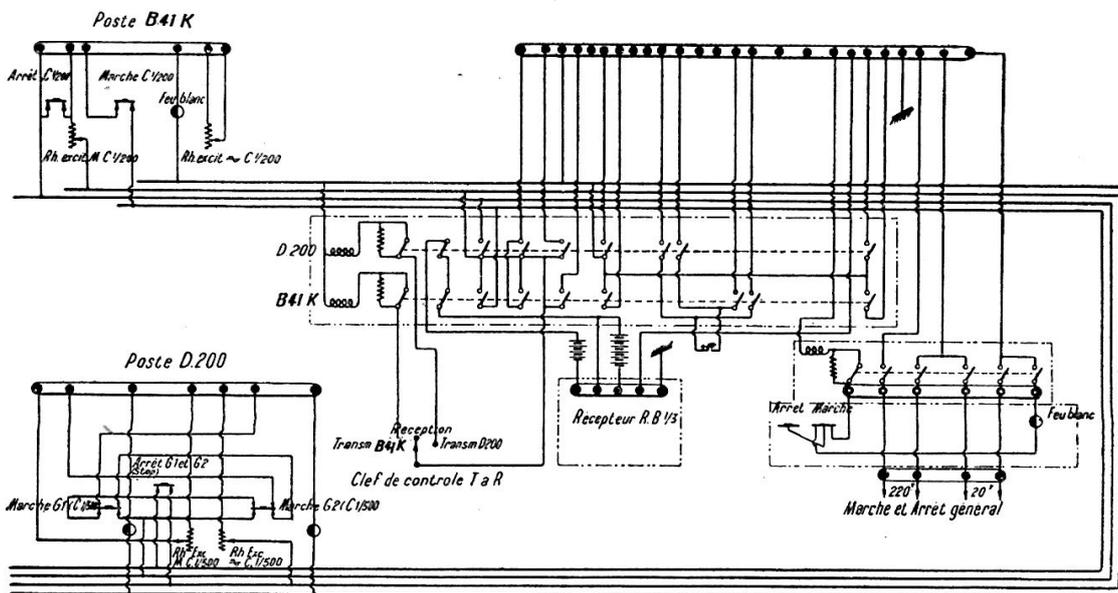


Fig. 152. — Schéma de la table de manipulation.

a) Pour la mise sous tension de l'installation, une planchette supportant deux boutons « arrêt général » et « marche générale » enclanchés mécaniquement avec indicateur de position (lampe témoin).

b) Pour le démarrage des groupes C1/500 alimentation du poste D/200 une planchette de commande avec boutons « arrêt » et « marche » avec indicateurs de positions.

c) Pour le démarrage du groupe C/100 alimentation du poste B 41 K une planchette avec boutons, marche arrêt avec indicateur de position.

d) Une planchette portant un commutateur passage transmission réception et la commutation du poste D/200 et du poste B 41 K.

Sur le panneau de contrôle deux lampes témoins feux blancs indiquant que l'installation est sous tension.

Sur le panneau des lampes oscillatrices du poste D/200 un feu rouge avertissant que le groupe convertisseur C1/500 démarré à atteint son régime normal et un feu vert prévenant que le poste D/200 est sous tension prêt à transmettre.

Deuxième groupement. — Il comprend le poste émetteur de faible puissance mirage et son récepteur destiné à établir les communications radiotéléphoniques avec les paquebots qui croisent à proximité de l'Ile-de-France.

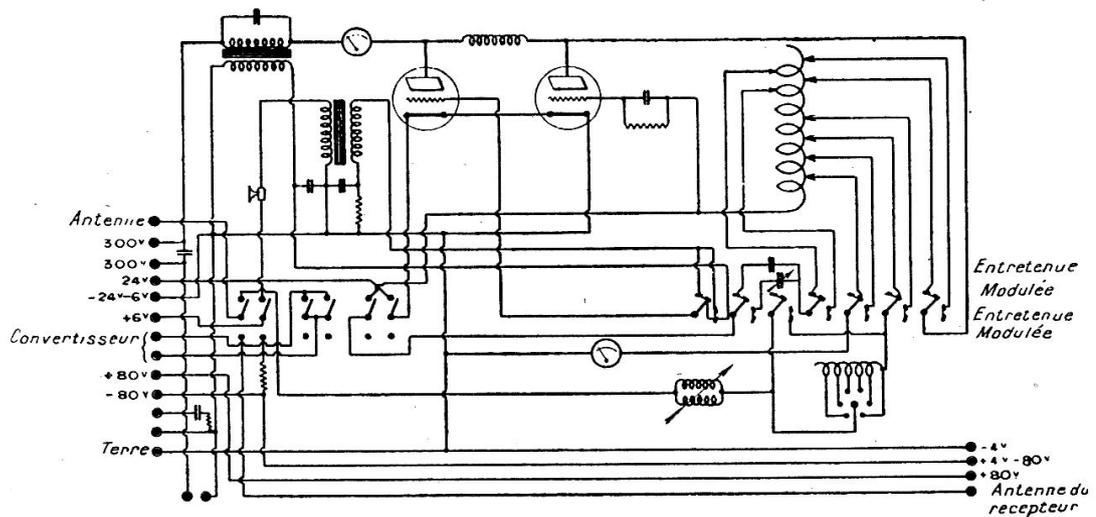


Fig. 153. — Poste mirage.

Émetteur. — Il émet en télégraphie en ondes entretenues pures ou modulées et en téléphonie sans fil sur les ondes comprises entre 125 et 200 mètres et sur l'onde de 600 mètres. La puissance antenne est de 40 watts, les portées téléphoniques dépassent largement 200 milles marins.

Récepteur. — Il assure la réception en télégraphie ou en téléphonie, il comporte quatre lampes, une lampe HF, une lampe détectrice qui permet le fonctionnement en autodyne et deux lampes BF.

Commandes automatiques. — Le démarrage du groupe convertisseur est effectué au moyen de différents contacteurs contenus dans un coffret métallique commandés par la manœuvre de deux boutons pous-

soirs « marche », « arrêt ». Un indicateur de position avertit que le poste est prêt à fonctionner. Le passage de transmission à réception est assuré par l'intermédiaire d'un commutateur automatique.

Troisième groupement. — Il comporte l'ensemble des récepteurs de presse qui permettent la réception des ondes dont la longueur d'onde est comprise entre 7.000 et 24.000 mètres.

Il se compose : 1° d'un résonateur d'antenne ; 2° deux résonateurs de sélection ; 3° un amplificateur à résonance à 4 lampes HF et d'une cinquième lampe détectrice ; 4° une hétérodyne blindée ; 5° un amplificateur BF à deux lampes.

Cet ensemble fonctionne en Duplex, c'est-à-dire qu'il permet à tout moment de recevoir les nouvelles de presse sans qu'il soit besoin d'interrompre les émissions du bord.

Quatrième groupement. — Le quatrième groupe comporte un poste à ondes courtes de 500 watts antennes pouvant transmettre en entre-

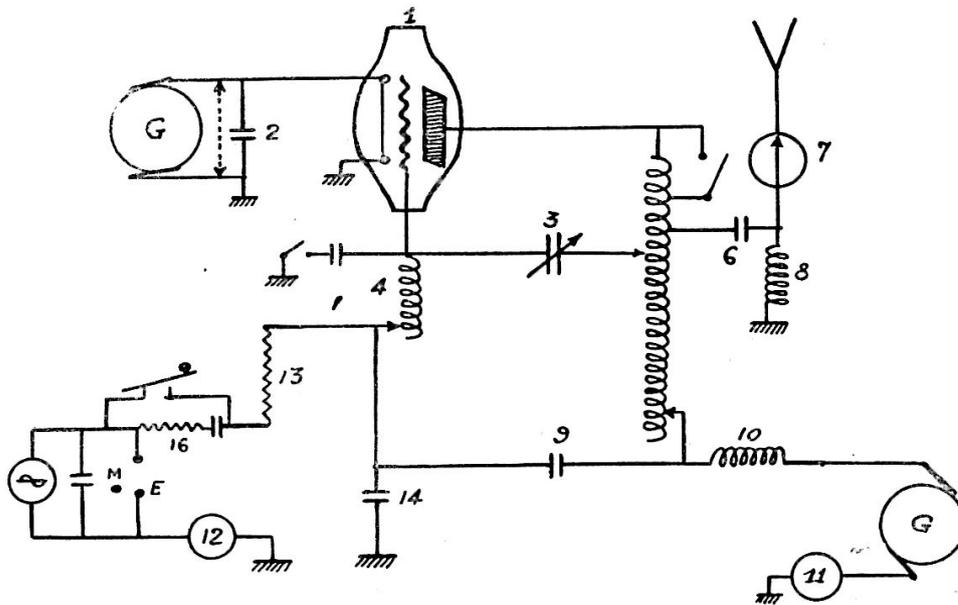


Fig. 154. — Poste FC50. Schéma de principe.

- | | |
|------------------------------|------------------------|
| 1. Lampe émission. | 10. Self blocage H. F. |
| 2. Cond shunt filament. | 11. MA. plaque. |
| 3. Cond CO | 12. MA. grille. |
| 4. Self de grille. | 13. Résistance grille. |
| 5. Self anode. | 14. Cond grille. |
| 6. Cond antenne. | 15. Commut. ent. mod. |
| 7. Amp. antenne. | 16. Manip. avec shunt. |
| 8. Self équilibré d'antenne. | 17. Cond shunt alt. |
| 9. Cond anode d'arrêt. | |

tenues pures ou en modulées au moyen d'un petit alternateur de 500 périodes.

La tension plaque est fournie par une génératrice haute tension qui alimente la plaque par l'intermédiaire d'une self de choc et de la tension plaque.

L'antenne est couplée électrostatiquement au poste par une capacité, une self inductance d'équilibre est placée à la base de cette antenne.

La manipulation s'effectue par tout ou par rien, par contrôle de la résistance de grille.

La longueur d'onde peut varier dans le circuit oscillant de 15 à 70 mètres.

Sur une antenne appropriée le poste peut émettre sur trois ondes dans le rapport 3, 5, 7.

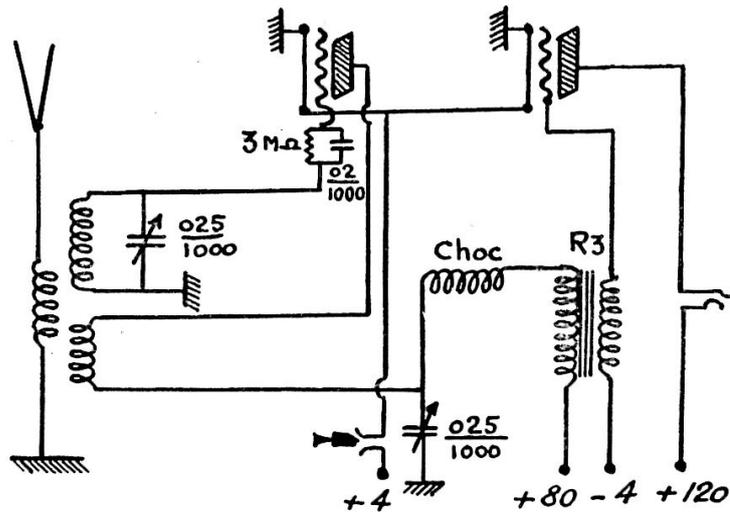


Fig. 155. — Récepteur FC50 : détecteur à réaction suivi d'une basse fréquence.

Sur antenne de 30 mètres verticale vibrant en quart d'onde les ondes sont 40, 24, 17 m. 50.

Poste émetteur récepteur radiotéléphonique transatlantique. —

Il comprend à l'émission un maître oscillateur stabilisé par quartz disposant de 4 longueurs d'ondes (16 à 75 m.). La puissance antenne est de 500 watts environ.

L'énergie globale nécessaire au fonctionnement de l'ordre de 5 kilowatts.

Nous trouvons :

Un maître oscillateur avec quartz.

Un étage doubleur de fréquence.

Un deuxième étage doubleur de fréquence.

Un premier étage d'amplification.

Un étage amplificateur de puissance.

Un étage de modulation.

Un étage de sous-contrôle.

L'alimentation est assurée par un groupe convertisseur à 4 machines fournissant les courants nécessaires aux diverses lampes.

Un tableau général commandant les manœuvres à la réception.

Un récepteur pour trafic radiotéléphonique à grand rendement du type RVOL 2 bis constitué par un amplificateur HF à changement de

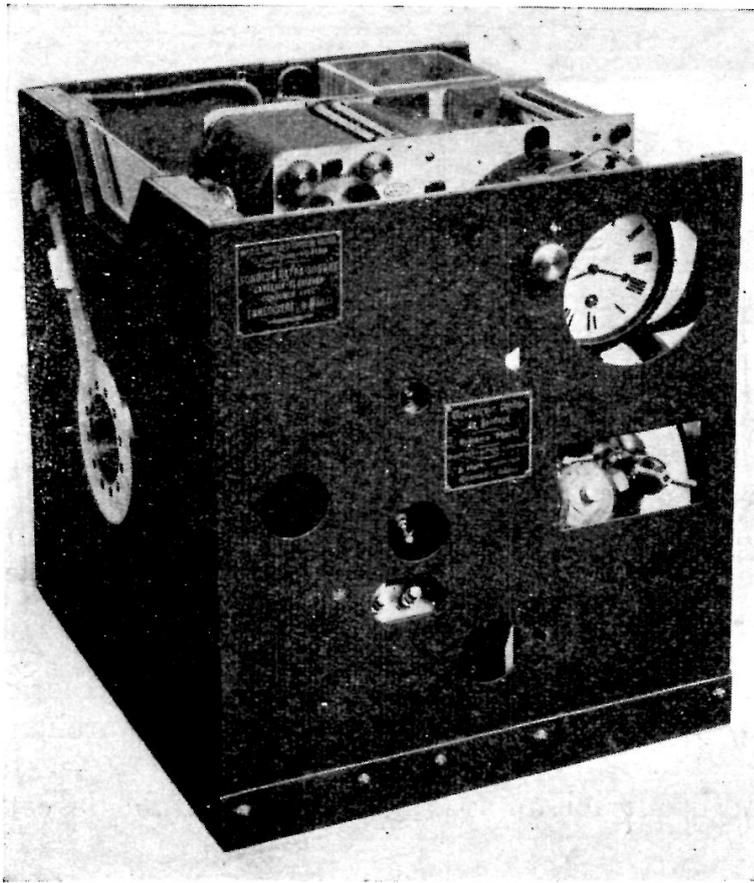


Fig. 156. — Enregistreur Marti de l'*Ile de France*.

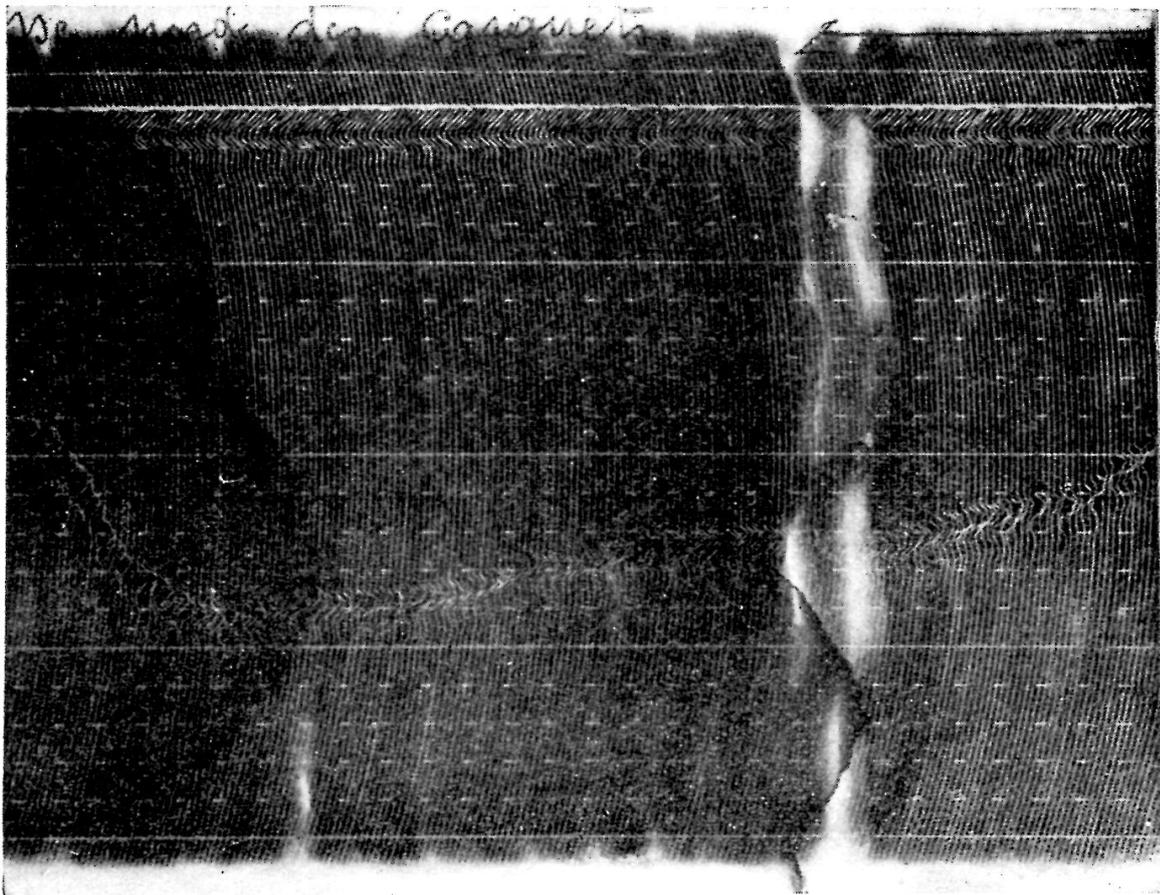


Fig. 157. — Fragment de la bande Marti. Paquebot *Ile-de-France*.

gamme automatique et comprenant dans deux caissons un étage d'entrée à lampes à grille écran.

Quatre étages à lampes neutrodynées, un étage changeur de fréquence à lampes bigrilles.

Un amplificateur moyenne fréquence comprenant un étage à résistance attaqué à la suite d'un filtre, un étage à filtre, un étage à résistance, un étage détecteur à détection linéaire, un système antifading, un amplificateur BF à transformateur d'adaptation pour liaison au circuit de débit, un caisson hétérodyne, enfin un dispositif de liaison au standard téléphonique du bord.

Radiogoniomètre. — Un radiogoniomètre est installé dans la chambre de navigation et permet au navire d'obtenir tous les relèvements nécessaires à sa sécurité.

Sondeur U. S. — C'est un sondeur type Langevin Florisson Marti de la S. C. A. M., il permet des sondages, le navire marchant à toute vitesse.

Nous reproduisons ici un fragment de la bande de cet appareil.

APPENDICE

CODES DE VARSOVIE ET DE COPENHAGUE

modifiés par

les Conférences de Salbourg (1937) et [Berlin (1939)]

Les radiotélégraphistes à bord des navires ou des aéronefs ayant souvent à traduire des météogrammes, nous donnons ci-dessous les codes de Varsovie 1935 et de Copenhague 1929, modifiés en 1937 et 1939 ainsi que des exemples de traduction.

Observations de stations à l'intérieur des terres, de stations côtières et de bateaux-feu.

Les météogrammes sont de la forme :

IIICLCM, WWVhN, DDFWN, PPPTT, UChapp, RRVsE ou RRTxTxE.

Premier groupe de chiffres IIICLCM.

III Indicatif de la station. CL Nature nuages inférieurs code 11.

CM Nature nuages moyens code 12.

Code 11

| | |
|---|--|
| 0, pas de nuages. | 6, nuages bas déchiquetés de mauvais temps. |
| 1, cumulus de beau temps. | 7, cumulus de beau temps, stratocumulus. |
| 2, gros cumulus sans enclume. | 8, gros cumulus et stratocumulus. |
| 3, Cumulonimbus. | 9, gros cumulus et nuages bas déchiquetés de mauvais temps ou nuages invisibles par suite de brouillard. |
| 4, stratocumulus formé par l'étalement des cumulus. | |
| 5, couche de stratus ou stratocumulus. | |

Code 12

| | |
|---|---|
| 0, pas de nuages moyens. | 7, altocumulus associé à altostratus. |
| 1, altostratus typiques minces. | 8, altocumulus castellatus ou en flocons cumuliformes éparpillés. |
| 2, altostratus épais ou nimbostratus. Soleil ou lune invisibles. | 9, altocumulus à plusieurs niveaux généralement associés avec des voiles fibreux, aspect chaotique ou nuages moyens invisibles. |
| 3, altocumulus ou stratocumulus. | |
| 4, altocumulus en petits bancs isolés. | |
| 5, altocumulus en bandes. | |
| 6, altocumulus provenant étalement cumulus. | |

Deuxième groupe de chiffres WWVhN, WW temps présent, code 92

Code 92

Orages

| | |
|---------------------------------------|---|
| 99, orage fort avec grêle. | 94, orage faible avec grésil. |
| 98, orage avec tempête de poussières. | 93, orage faible avec pluie ou neige. |
| 97, orage fort avec pluie. | 92, neige, orage dans l'heure précédente. |
| 96, orage modéré avec grésil. | 91, pluie, orage dans l'heure précédente. |
| 95, orage modéré avec pluie ou neige. | 90, orage. |

Averses

| | |
|---|---|
| 89, fortes averses de grêle (ou de pluie et grêle). | 85, averses légères ou modérées de pluie et de neige mêlée. |
| 88, averses faibles de grêle ou de pluie et de grêle. | 84, fortes averses de neige. |
| 87, averses de neige roulée (grésil). | 83, averses légères ou modérées de neige. |
| 86, fortes averses de pluie et de neige mêlée. | 82, forte averse de pluie. |
| | 81, averses légères ou modérées de pluie. |
| | 80, averses. |

Neige

| | |
|--|--|
| 79, cristaux de glace. | 73, chute modérée intermittente de flocons de neige. |
| 78, neige en grains. | 72, faible chute continue de flocons de neige. |
| 77, neige et brouillard. | 71, faible chute intermittente de flocons de neige. |
| 76, forte chute continue de flocons de neige. | 70, neige. |
| 75, forte chute intermittente de flocons de neige. | |
| 74, chute modérée continue de flocons de neige. | |

Pluie

| | |
|---|---|
| 69, forte chute de pluie et de neige mêlées. | 64, chute continue de pluie modérée. |
| 68, chute faible de pluie et de neige mêlées. | 63, chute intermittente de pluie modérée. |
| 67, pluie et brouillard. | 62, chute continue de pluie faible. |
| 66, chute continue de forte pluie. | 61, chute intermittente de pluie faible. |
| 65, chute intermittente de forte pluie. | 60, pluie. |

Bruine

| | |
|-----------------------------------|-----------------------------------|
| 59, bruine épaisse et pluie. | 54, bruine modérée continue. |
| 58, bruine faible et pluie. | 53, bruine modérée intermittente. |
| 57, bruine et brouillard. | 52, bruine faible continue. |
| 56, bruine épaisse continue. | 51, bruine faible intermittente. |
| 55, bruine épaisse intermittente. | 50, bruine. |

Pas de précipitation au moment de l'observation.

Brouillard

- | | |
|--|---|
| <p>49, bancs de brouillard. 48, brouillard ciel invisible est devenu plus épais au cours heure précédente. 47, brouillard ciel visible est devenu plus épais au cours heure précédente. 46, brouillard ciel invisible sans changement au cours heure précédente. 45, brouillard ciel visible sans changement au cours heure précédente. 39, forte chasse-neige. 38, faible chasse-neige, généralement élevée. 37, Forte chasse-neige, généralement élevée. 36, faible chasse-neige généralement basse 35, chasse-neige. 34, légère de grains de poussières.</p> | <p>44, brouillard ciel invisible s'est aminci au cours heure précédente. 43, brouillard ciel visible s'est aminci au cours de l'heure précédente. 42, brouillard épais au cours heure précédente. 41, brouillard modéré au cours heure précédente, visibilité supérieure à 1.000 mètres. 40, brouillard. 33, tempête de sable ou de poussières a augmentée. 32, tempête de sable ou de poussières sans changements. 31, tempête de sable ou de poussières a diminuée. 30, tempête de sable ou de poussières.</p> |
|--|---|

Précipitation au cours de l'heure précédente.

Heure précédente

- | | |
|---|---|
| <p>29, orage violent. 28, orage faible. 27, averse de grêle ou de pluie. 26, averse de neige, giboulée. 25, averse de pluie. 24, Pluie et neige mêlée 1).</p> | <p>23, neige 1). 22, pluie 1). 21, bruine 1), pas sous forme d'averse. 20, pluie, bruine, grêle, neige ou pluie et neige mêlée.</p> |
|---|---|

Phénomènes spéciaux

- | | |
|---|--|
| <p>19, signe de cyclone tropical. 18, tempête de poussière visⁿ > 1 km. 17, visibilité réduite par la fumée. 16, trombe en vue. 15, grains violents. 1) au cours des trois heures précédentes. 1) 14, temps à grains. 09, brouillard à distance. 08, brume, visibilité 1.000 à 2.000 mètres, 07, éclairs à l'horizon. 06, tourbillons de poussières aperçus. 05, brume sèche, visibilité supérieure à 2.000 mètres.</p> | <p>13, mauvais temps, ciel menaçant. 12, tempête de sable en vue, mais pas à la station. 11, tonnerre sans précipitation à la station. 10, précipitation en vue. 04, brouillard bas sur terre et sur mer. 03, ciel couvert. 02, ciel nuageux. 01, ciel un peu nuageux. 00, pas de nuages.</p> |
|---|--|

Le code 92 est le plus important, il donne le temps présent en un lieu donné.

Troisième chiffre V du 2^e groupe du code.

Visibilité horizontale code 85.

Code 85

| | |
|------------------------------|------------------------------|
| 0, objets invisibles à 50 m. | 5, objets invisibles à 4 km. |
| 1, » » 200 » | 6, » » 10 » |
| 2, » » 500 » | 7, » » 20 » |
| 3, » » 1 km. | 8, » » 50 » |
| 4, » » 2 » | 9, » visibles à 50 » |

h quatrième chiffre du deuxième groupe du code.
hauteur au-dessus de la base des nuages.

Code 43

| | |
|------------------|-----------------------|
| 0, 0 m. à 50 m. | 5, 600 m. à 1.000 m. |
| 1, 50 » à 100 » | 6, 1.000 » à 1.500 » |
| 2, 100 » à 200 » | 7, 1.500 » à 2.000 » |
| 3, 200 » à 300 » | 8, 2.000 » à 2.500 » |
| 4, 300 » à 600 » | 9, Pas de nuages bas. |

nb étendue du ciel couverte de nuages en dixième.

Code 60

| | |
|-------------------------|----------------------------------|
| 0, pas de nuages. | 5, 7/10 à 8/10 couvert. |
| 1, traces de nuages. | 6, 9/10 couvert. |
| 2, 1/10 couvert. | 7, plus de 9/10 mais avec trous. |
| 3, 2/10 à 3/10 couvert. | 8, 10/10 couvert. |
| 4, 4/10 à 6/10 couvert. | 9, ciel invisible. |

Troisième groupe de cinq chiffres DDFWN. DD direction d'où vient le vent près du sol avec indications de rafales ou de grains, code 22.

Code 22

| | Sans rafales | Avec rafales | Avec grains |
|-------------|--------------|--------------|-------------|
| Calme | 00 | 33 | 67 |
| NNE | 02 | 35 | 69 |
| NE | 04 | 37 | 71 |
| ENE | 06 | 39 | 73 |
| E | 08 | 41 | 75 |
| ESE | 10 | 43 | 77 |
| SE | 12 | 45 | 79 |
| SSE | 14 | 47 | 81 |
| S | 16 | 49 | 83 |
| SSW | 18 | 51 | 85 |
| SW | 20 | 53 | 87 |
| WSW | 22 | 55 | 89 |
| W | 24 | 57 | 91 |
| WNW | 26 | 59 | 93 |
| NW | 28 | 61 | 95 |
| NNW | 30 | 63 | 97 |
| N | 32 | 65 | 99 |

F troisième chiffre force du vent d'après l'échelle de Beaufort.

Code 30

| Chiffre code | Chiffre échelle | KM/heure | Mètres/seconde |
|--------------|-----------------|----------|----------------|
| 0 | 0 | 0-1 | 0-0,5 |
| 1 | 1 | 2-6 | 0,6-1,7 |
| 2 | 2 | 7-12 | 1,8-3,3 |
| 3 | 3 | 13-18 | 3,4-5,2 |
| 4 | 4 | 19-26 | 5,3-7,4 |
| 5 | 5 | 27-35 | 7,5-9,8 |
| 6 | 6 | 36-44 | 9,9-12,5 |
| 7 | 7 | 45-54 | 12,5-15,2 |
| 8 | 8 | 55-65 | 15,3-18,2 |
| 9 | 9 | 66-77 | 18,3-21,4 |
| 9 | 10 | 78-90 | 21,6-25,1 |
| 9 | 11 | 91-104 | 25,2-29 |
| 9 | 12 | > 104 | > 29 |

Les forces du vent 10, 11, 12 sont exprimées par les mots tempête onze à douze.

W quatrième chiffre « temps passé » (code 90) depuis l'heure de la dernière observation.

Code 90

- | | |
|--|------------------------------------|
| 0, beau ou ciel peu nuageux. | 5, bruine. |
| 1, ciel variable. | 6, pluie. |
| 2, ciel couvert ou très nuageux. | 7, neige ou pluie et neige mêlées. |
| 3, tempête sable, neige ou poussières. | 8, averses. |
| 4, brouillard ou brume épaisse. | 9, orage. |

N Cinquième chiffre. Etendue totale du ciel couvert (voir code 60).
 Quatrième groupe de chiffres PPP-TT.
 PPP, pression barométrique, code 80.

Code 80. — Pression barométrique en millibars et en dixièmes de millibars (on omet le chiffre initial 9 ou 10), les valeurs se rapportent au niveau de la mer.

Code 6. — Température de l'air en degrés centigrades. Les valeurs sont données directement, on ajoute 50 aux températures sous zéro.

EXEMPLES 10°1 = 10° .10°6 = 11° 0°0 = 00
 — 0°5 = 51 — 20 = 70 — 21 = 71 30° = 30

Cinquième groupe de chiffres UCH app.
 U Humidité relative de l'air en %, code 84.

Code 84

| | |
|----------------|-----------------|
| 1, 0 % à 19 %. | 6, 60 % à 69 %. |
| 2, 20 » à 29 » | 7, 70 » à 79 » |
| 3, 30 » à 39 » | 8, 80 » à 89 » |
| 4, 40 » à 49 » | 9, 90 » à 94 » |
| 5, 50 » à 59 » | 0, 95 » à 100 » |

CH deuxième chiffre nature des nuages supérieurs, code 13.

Code 13

| | |
|---|---|
| 0, pas de nuages supérieurs. | 6, cirrus ou cirrostratus dépassant 45° au-dessus de l'horizon. |
| 1, cirrus fins isolés. | 7, voile de cirrostratus couvrant tout le ciel. |
| 2, cirrus fins ne formant pas une couche continue. | 8, cirrostratus n'augmentant pas et couvrant tout le ciel. |
| 3, cirrus d'enclume denses. | 9, cirrocumulus prédominants associés à des cirrus ou nuages supérieurs invisibles. |
| 4, cirrus dont la quantité augmente. | |
| 5, cirrus en bande polaire ou cirrostratus ne dépassant pas 45° au-dessus de l'horizon. | |

a, troisième chiffre — caractéristique de la tendance barométrique, code 2.

Code 2

| | |
|--|--|
| 0, en hausse, puis en baisse (1). | 5, en baisse, puis en hausse. |
| 1, en hausse, puis stationnaire ou en hausse plus lente (1). | 6, en baisse, puis stationnaire ou en baisse plus lente (2). |
| 2, irrégulier (1). | 7, irrégulier (2). |
| 3, stationnaire ou en hausse (1). | 8, en baisse (2). |
| 4, en baisse ou stationnaire, puis en hausse. | 9, stationnaire ou en hausse, puis en baisse, puis baisse plus rapide. |

(1) La pression barométrique est plus haute ou la même que trois heures auparavant.

(2) La pression barométrique est plus basse que trois heures auparavant.

pp tendance barométrique au cours des 3 heures précédentes en cinquième de millibars.

Sixième groupe de cinq chiffres utilisés seulement aux observations de 0,700 et de 1.800 heures TMG — RRMM ou *mmE*.

RR. Quantité d'eau recueillie (à 0,700 pour les 1.300 précédentes et à 1.800 pour les 1.90 précédentes).

Code 74

| | |
|----------------------------|---|
| 56 60 mm. (56 — 65 mm.) | 91 0,1 mm. |
| 57 70 » (66 — 75 » | 92 0,2 » |
| 58 80 » (76 — 85 » | 93 0,3 » |
| 59 90 » (86 — 95 » | 94 0,4 » |
| 60 100 » (96 — 105 » | 95 0,5 » |
| 61 110 » (106 — 115 » | 96 0,6 » |
| etc. | 97 Un peu de précipitation non mesurable. |
| 88 380 mm. (376 — 385 mm.) | 98 Plus de 400 mm. |
| 89 390 » (386 — 395 » | 99 mesure impossible. |
| 90 400 » (396 — 405 » | |

TxTx. Troisième et quatrième chiffre.

Température minimum au cours d'une période de 13 heures se terminant à 0,700 heures où MM température maximum au cours d'une période de 11 heures se terminant à 18 heures.

E. Cinquième chiffre. Etat du sol, code 24.

Code 24.

| | |
|--|--|
| 0, sol sec. 1, sol humide. 2, sol détrempe. 3, sol gelé dur et sec. 4, sol en partie couvert par la neige ou la grêle. 5, sol couvert de glace. | 6, sol couvert de neige fondante. 7, sol gelé couvert d'une couche de neige de 15 centimètres. 8, sol gelé couvert d'une couche inférieure à 15 centimètres. 9, sol couvert d'une couche de plus de 15 centimètres. |
|--|--|

Sixième groupe s'appliquant aux stations côtières RRSVsE.

RR. Quantité d'eau recueillie (voir code 74). S. Etat de la mer code 75.

Code 75.

| | |
|---|--|
| 0, plate. 1, calme ridée. 2, belle. 3, peu agitée. 4, agitée. | 5, houleuse. 6, très houleuse. 7, grosse. 8, très grosse. 9, énorme. |
|---|--|

W. Visibilité vers la mer (voir code 4). E. Etat du sol (voir code 24).

Sixième groupe s'appliquant aux bateaux-feu. RRtdKDK.

RR. Eau recueillie (voir code 74) ; *t* différence de température entre l'air et la mer (code 80).

Code 80. — La différence est exprimée en degrés centigrades.

| | |
|--|--|
| 0, supérieur à 5° (1). 1, 3°1 à 5° (1). 2, 1°6 à 3° (1). 3, 0°6 à 1°5 (1). 4, 0° à 0°5 | 5, 0° à 0°5 (2). 6, 0°6 à 1°5 (2). 7, 1°5 à 3° (2). 8, 3°1 à 5° (2). Supérieur à 5° (2). |
|--|--|

1° La température de l'air est supérieure à celle de la mer.

2° La température de l'air est inférieure à celle de la mer.

K. Quatrième chiffre. Etat de la houle, code 51.

Code 51

| | |
|--|--|
| 0, pas de houle. 1, courte ou moyenne faible. 2, longue faible. 3, courte modérée. 4, houle moyenne. | 5, longue modérée. 6, courte haute. 7, moyenne haute. 8, longue haute. 9, confuse. |
|--|--|

Dk, direction d'où vient la houle, code 20.

Code 20. — 2 = E 6 = W 4 = S 8 = N 0 = Pas de houle.

Observations de navires en mer

Les observations de navires en mer sont de la forme ci-dessous, soit six ou sept groupes.

Les quatre premiers groupes sont : YQLLL, IIIGG, DDFWW, PPVTT.

Y code 95, jour de la semaine où les observations ont été effectuées ; 1, dimanche ; 2, lundi ; 3, mardi ; 4, mercredi ; 5, jeudi ; 6, vendredi ; 7, samedi. Q, Octant du globe où se trouve le navire, code 70.

Code 70

| | | | | |
|------------------|---|--------------|---|-------------|
| Hémisphère nord. | 0 | 0° à 90°W | 1 | 90° à 180°W |
| | 2 | 180° à 90°E. | 3 | 90° à 0°E |
| Hémisphère sud. | 4 | 0° à 90°W | 5 | 90° à 180°W |
| | 6 | 180° à 90°E. | 7 | 90° à 0°E |

LLL, latitude en degrés et en dixièmes de degré, les dixièmes de degré étant obtenus en divisant le nombre de minutes par 6 sans tenir compte du reste.

Deuxième groupe IIIGG.

III, longitude en degrés et en dixièmes de degré, les dixièmes étant obtenus en divisant le nombre de minutes par 6 sans tenir compte du reste.

GG, heure de l'observation en TMG.

Troisième groupe DDFWW.

DD, direction d'où souffle le vent avec indication des rafales (code 22).

F, force du vent, échelle de Beaufort (code 30).

WW, temps au moment de l'observation (code 90) avec les modifications suivantes :

19, indices qu'un cyclone tropical s'est formé.

18, indices qu'un cyclone tropical se forme.

Quatrième groupe PPVTT.

PP, pression barométrique en millibars (code 80).

V, visibilité horizontale (code 85).

TT, température de l'air en degrés centigrades (code 6).

Les quatre premiers groupes sont toujours utilisés, cependant les observations pour être complètes doivent comporter sept ou six groupes de cinq chiffres.

La formule F 232 comporte sept groupes.

La formule F 261 comporte six groupes.

Formule F 232. Sept groupes

Cinquième groupe 3 CL, CM, CH, N

CL, nature des nuages inférieurs (code 11).

CM, nature des nuages moyens (code 12).

CH, nature des nuages supérieurs (code 13).

N, étendue totale du ciel couvert de nuages (code 60).

Sixième groupe de cinq chiffres T, K, DK, W, NN.

T, différence de température entre la mer et l'air (code 16).

K, état de la houle (code 51).

DK, direction de la houle (code 20).

W, temps passé (code 90).

NN, étendue du ciel couvert de nuages bas (code 60).

Septième groupe, de cinq chiffres dVs à PP.

d, direction du navire (code 25).

Code 25. — 2, vers l'est ; 6, vers l'ouest ; 0, stationnaire ; 4, vers le sud ; 8, vers le nord.

Vs, vitesse du navire (code 33).

Code 33. — Vitesse en milles à l'heure.

| | |
|------------------|-----------------------|
| 1, 1 à 3 milles. | 6, 16 à 18 milles. |
| 2, 4 à 6 » | 7, 19 à 21 » |
| 3, 7 à 9 » | 8, 22 à 24 » |
| 4, 10 à 12 » | 9, plus de 24 milles. |
| 5, 13 à 15 » | |

a, troisième chiffre. Caractéristique de la tendance barométrique (code 2).

PP, tendance barométrique au cours des trois heures précédentes en cinquièmes de millibars.

EXEMPLE. — si PP = 27, la valeur de la tendance barométrique pendant les trois dernières heures est de 5 millibars 4.

Formule F 261

Cinquième groupe 6, K, DK, C, N.

6, chiffre indiquant que l'on se sert de la formule F 261.

K, caractéristique de la houle au large (code 51).

DK, direction d'où vient la houle (code 20).

C, nature des nuages dominants (code 3).

Code 3

| | |
|------------------|------------------------------|
| 1, cirrus. | 6, Stratocumulus |
| 2, cirrostratus. | 7, Nimbostratus. |
| 3, cirrocumulus. | 8, cumulus ou fractocumulus. |
| 4, altocumulus. | 9, Cumulonimbus. |
| 5, altostratus. | 0, stratus ou fractostratus. |

N, cinquième chiffre, nébulosité totale (code 60).

Sixième groupe Td, d, A, W, CH.

Td, différence entre la température de l'air et celle de la mer (code 80).

d, direction du navire (code 25).

A, valeur de la tendance barométrique en un seul chiffre.

Code 1. — Variation en trois heures en 1/2 millibars.

| | | |
|---------------------------------------|---|---------------------------------------|
| 0, stationnaire 0 ou 1. | } | 5, en baisse lente 2 ou 3. |
| 1, en hausse lente 2 ou 3. | | 6, en baisse 4 à 7. |
| 2, en hausse 4 à 7. | | 7, en baisse rapide 8 à 12. |
| 3, en hausse rapide 8 à 12. | | 8, en baisse très rapide, plus de 12. |
| 4, en hausse très rapide, plus de 12. | | |

W, quatrième chiffre temps passé (code 90).

CH, cinquième chiffre nature des nuages supérieurs (code 13).

Formule F 291

Légèrement différente de la formule F 261.

Cinquième groupe de cinq chiffres 9, S, K, DK, W.

9, chiffre indiquant que l'on emploie la formule F 291.

S, état de la mer (code 75).

K, caractéristique de la houle au large (code 51).

DK, direction d'où vient la houle (code 20).

W, temps passé (code 90).

Sixième groupe C, N, NB, A, TD.

C, nature des nuages prédominants (code 3).

N, nébulosité totale (code 60).

A, valeur et caractéristique de la tendance barométrique (code 1).

TD, différence entre la température de la mer et celle de l'eau (code 80).

NOTA. — On remplace par x les observations non faites. En principe on commence les observations dix minutes avant l'heure synoptique, de façon à pouvoir passer ces observations à l'heure synoptique même. Les principales heures synoptiques sont 0700 à 1.800 heures TMG.

Avis de variations brusques. — I, avis d'aggravation du temps ;
II, avis d'amélioration du temps.

WrCCgg MMMMM
BBBBB IIICLCM wwVhNh DDFWN.

Wr indication de l'élément faisant l'objet principale de l'avis.

Code 93.

| | | |
|-------------------|----------------|------------------|
| 3 visibilité | 4 nuages bas | 5 précipitations |
| 6 vent | 7 orage, grain | 8 tempête sables |
| 9 état de la mer. | | |

GGgg heure et minute où le phénomène se produit ; MMMMM avis d'aggravation ; BBBBB avis d'amélioration. On transmet ensuite les trois premiers groupes du code normal.

Modèles de traductions de météogrammes

Stations terrestres. — 39960, 03758, 18618, 99024, 89803, 03561.
399, indicatif Horta (aux Açores).

6, nuages bas déchiquetés de mauvais temps (code 11).

0, nuages moyens invisibles (code 12).

Deuxième groupe 03756.

03, ciel couvert (code 92).

7, objets invisibles à 20 kilomètres (code 85).

5, hauteur base des nuages 600 à 1.000 mètres (code 43).

8, ciel 10/10 couvert (code 60).

Troisième groupe 18616.

18, vent de SSW sans rafales ni grains (code 22).

6, vitesse du vent 36 à 44 km/h (code 30).

1, temps passé ciel variable (code 90).

8, étendue ciel couvert 10/10 (code 60).

Quatrième groupe 99024.

990, pression 990 millibars (code 80).

24, température de l'air 24° (code 6).

Cinquième groupe 89803.

8, humidité de l'air 80 à 89 % (code 84).

9, nuages supérieurs invisibles (code 13).

8, tendance barométrique en hausse (code 2).

03, précipitation 3 millimètres dans les 13 dernières heures (code 74).

Sixième groupe 03561.

03, précipitation 3 millimètres (code 74).

5, mer très houleuse (code 75).

6, visibilité vers la mer 10 kilomètres (code 85).

1, sol humide (code 24).

Observations de navire en mer

70285, 47418, 16402, 17724, 38065, 23495, 69830.

Premier groupe 70285.

7, observations faites un samedi.

0, navire se trouvant dans l'hémisphère nord, entre 0° et 90°W.

285, par 28°30' de latitude nord.

Deuxième groupe 47418.

474, par 47°25' de longitude W.

18, observations faites à 18 heures TMG.

Troisième groupe 16402.

16, vent du sud (code 22).

4, force 19/26 km/h (code 30).

02, ciel nuageux (code 92).

Quatrième groupe 17724.

17, pression 1.017 mbs (code 80).

7, objets invisibles à 20 kilomètres (code 85).

24, température 24° (code 6).

Cinquième groupe 38065. Formule 232.

3, formule 232.

8, gros cumulus et stratocumulus (code 11).

0, pas de nuages moyens (code 12).

6, nuages supérieurs stratus (code 13).

- 5, ciel 7 à 8/10 couvert (code 60).
 Sixième groupe 23495.
 2, température de l'air supérieure à 1°6 à 3° à celle de la mer (code 80).
 3, houle courte modérée (code 51).
 4, venant du sud (code 20).
 9, temps passé orage (code 90).
 5, ciel 8 à 8/10 couvert (code 60).
 Septième groupe 69830.
 6, navire allant vers l'ouest (code 25).
 9, vitesse plus de 24 nœuds (code 33).
 8, baromètre en baisse (code 2).
 30, tendance barométrique 6 millibars.

Les Codes Météorologiques et la guerre

Les alliés ont apporté les modifications suivantes au code météorologique mis à jour à Berlin en 1939. Ce code dénommé Code F110 comporte :

IIICLCM WWVRN DDFWN PPTTs TsCHAPP.

Les modifications comportent les quatrième et cinquième groupes.

PP pression en millibars entiers.

TT température en degrés entiers.

TsTs température du point de rosée en degrés entiers.

La comparaison des chiffres TT et TsTs permet de prévoir la formation des brouillards à une heure près, ce qui est très intéressant pour l'aviation.

Ce code est utilisé actuellement par toutes les nations qui ont participé à la guerre.

Modifications futures des messages synoptiques OPACI

Les modifications suivantes au code de Berlin seront apportées dans un temps indéterminé, celui-ci présentant certains défauts. L'indicatif de trois chiffres ne répond plus aux besoins actuels. La pression doit être donnée en trois chiffres, la précision au dixième de millibar étant nécessaire aux besoins de l'aéronautique. Nécessité de deux chiffres pour exprimer la hauteur de la base des nuages, la visibilité et la force du vent pour obtenir une grande précision. Le code suivant remplacera le code de Berlin.

IIIII NDDVV VVwwW PPPTT TdTd app. CNLCLhihi

7 NmCmhmhm 8RRReRt 9RRTeTe

qui peut être suivi des groupes additionnels.

OVgVgV1V1 2TeTeYY ISpSpspsp 3TgTgES LTsTsSVs.

Nous retrouvons beaucoup de lettres utilisées précédemment dans le code de Berlin où nous renvoyons le lecteur. Les autres lettres sont :

VV vitesse du vent, remplace F en échelle Beaufort.

TdTd remplace TSts et a la même signification.

h1hi remplace h pour la hauteur des nuages bas.

h1hm est la hauteur des nuages moyens.

DMDH sont les directions respectives de déplacement des nuages

moyens et des nuages supérieurs.

RèRt représentent le caractère des précipitations et le moment où

elles se sont produites.

TèTè, remplace avec la même signification TMTM de l'ancien code.

Dans les groupes additionnels :

VgVg vitesse du vent dans les points des rafales.

VLVL vitesse du vent dans les minima des rafales.

YY heure du maximum et du minimum de température.

Spspsp descriptions des phénomènes spéciaux.

TgTg température au sol.

NOTA. — Le code pratiquement utilisé actuellement en météorologie

est le code F110 dérivé du code de Berlin, les lecteurs pourront donc

utiliser ce dernier code jusqu'au quatrième groupe, lire les 6 chiffres

suivants selon le code F110 et reprendre le code de Berlin pour les

quatre chiffres restant.

APPENDICE II

Afin de faciliter à nos lecteurs l'application des matières de ce volume, nous donnerons quelques exercices non résolus posés à des examens de radiotélégraphistes de la marine marchande, des brevets de navigateurs aériens de lieutenant au long-cours et de radiotélégraphistes d'aéronefs.

Bulletins météorologiques

CTX5. Monsato. Météo Portugal

| | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 38157 | 02653 | 12306 | 18517 | 90300 | 00460 |
| 3848X | 03627 | 30127 | 21717 | 9X300 | 00150 |
| 38600 | 00890 | 30100 | 20119 | 80303 | 00160 |
| 39500 | 00890 | XX00 | 20518 | 80802 | 00X80 |
| 3988X | 51748 | 22468 | 19320 | 09602 | 02371 |
| 39930 | 02546 | 24326 | 15222 | 90802 | 02261 |

ECA. Madrid. Météo Espagne

| | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 37570 | 01862 | 08103 | 17826 | 43604 | 00290 |
| 36323 | 02853 | 00015 | 03822 | 50803 | 00230 |
| 64424 | 02951 | 08213 | 18227 | 55602 | 00310 |
| 36850 | 05852 | 08213 | 17625 | 88603 | 00280 |
| 36524 | 05753 | 10114 | 18125 | 63602 | 00270 |
| 64157 | 22752 | 08X64 | 19825 | 69802 | 97X70 |
| 37800 | 05890 | 08116 | 17625 | 86903 | 00180 |
| 37770 | 01890 | 22113 | 18425 | 71301 | 00281 |
| 81000 | 01890 | 12213 | 15626 | 63300 | 00280 |
| 40404 | 05790 | 02314 | 12123 | 80507 | 00270 |

Programme de l'examen pour l'obtention du diplôme spécial de radiotélégraphiste de la Marine marchande, partie A et B

A. Notions de navigation. — Forme de la terre. Coordonnées géographiques. Mille. Nœud. Carte marine. Minutes de longitude et de latitude. Déclinaison. Déviation. Caps et relèvements au compas magnétique et vrais. Gisements. Estime sur la carte. Point par plusieurs relèvements. Courbe de déviation. Etablissement de cette courbe. Gonioisement. Orthogisement. Orthorelèvement, son calcul pratique. Correction Givry. Loxorelèvement, son calcul pratique. Temps moyen local. Temps moyen du premier méridien. Temps simultanés. Heure légale. Fuseaux. Compteurs et chronos. Etat absolu. Réglage d'un chrono par signal horaire. Comparaisons. Marche diurne. Problèmes simples relatifs aux chronos. Sondeur U. S., principe, description d'une installation pratique, usage. Appareils d'autoalarme. Radio-phares. Dispositif de guidage électromagnétique pour les navires.

B. Notions de météorologie. — Facteurs d'observation : température et pression. Vent. Humidité. État du ciel, nébulosité. Précipitations. Unités employées. Instruments. Office national météorologique. Bulletin quotidien. Messages météo. Forme et interprétation. Code de 1935 de Varsovie.

Examens de radiotélégraphistes de la marine marchande
Juin 1937. 1^{er} question, valeur 10 (2 heures)

Heure légale. Fuseaux horaires définitions.

Heure légale civile du fuseau de numéro N. au moment où l'heure civile moyenne de Greenwich est T, date *n*. Problème réciproque.

Application 1) L'heure civile moyenne de Greenwich est 18 h. 34 m. le 5 avril. Quelle est l'heure légale civile correspondante du fuseau n° 19 ?

2) L'heure légale du fuseau n° 8 est 6 h. 25 le 14 juillet. Quelle est l'heure correspondante de Greenwich ?

2^e question (valeur 10)

Goniogisement. Orthogisement. Orthorelèvement. Loxorelèvement. Correction Givry, sa valeur, sens dans lequel elle doit être portée.

NOTA. — L'usage de tout document quel qu'il soit est interdit.

3^e question (1 heure)

Mesures des températures et des pressions atmosphériques, instruments employés à bord.

Octobre 1937. 1^{re} question, 2 heures (valeur 10)

Compteurs et chronomètres état absolu marche diurne, comparaisons. Réglage d'un chronomètre par signal horaire.

2^e question (valeur 10)

Courbe de déviations d'un radiogoniomètre, établissement pratique de cette courbe, forme générale d'utilisation.

3^e question (1 heure)

Office national météorologique, bulletins quotidiens, messages météo. L'usage de tout document quel qu'il soit est interdit.

Juin 1938. 1^{re} question. Durée 2 heures (valeur 12)

Définition des coordonnées géographiques d'un lieu terrestre.

Définition de l'heure locale TMG d'un lieu de longitude G.

Relation entre TMG et l'heure correspondante *Tmg* de Greenwich.

Relation entre les heures locales simultanées TMG et TMG' de deux lieux de longitude G et G'. Convention des dates simultanées de deux lieux.

APPLICATION. — Deux lieux ont pour longitudes :

$$G = 129^{\circ}06'45''W \qquad G' = 86^{\circ}48'30''E$$

Calculer TMG quand *Tmg* = 4 h. 36 m. 12 s. le 15 août et quand

$$Tmg = 20 \text{ h. } 43 \text{ m. } 56 \text{ s. le 15 août.}$$

Calculer *Tmg* quand *Tmg'* a les mêmes valeurs.

2^o Calculer *Tmg* et *Tmg'* quand *Tmg* = 2 h. 48 m. 16 s. le 21 juin et quand *Tmg* = 23 h. 44 m. 08 s le 21 juin.

3° On a $T_{mg} = 16 \text{ h. } 40 \text{ m. } 27 \text{ s.}$ le 31 décembre, calculer T_{mg}' , on a : $T_{mg}' = 3 \text{ h. } 24 \text{ m. } 52 \text{ s.}$ le 31 décembre calculer TMG.

2^e question (valeur 8)

Radiophares. Description utilisation.

L'usage de tout document quel qu'il soit est interdit.

Radiotélégraphistes de la marine marchande. — Examen d'octobre 1945.

1^{re} question (valeur = 6)

Dispositif de guidage électromagnétique pour les navires.

2^e question (valeur = 8)

Le 1^{er} juillet à 14 heures (heure et date du 9^e fuseau), l'heure du chronomètre est $A = 11 \text{ h. } 23 \text{ m. } 11,8 \text{ s.}$

Le 11 juillet à la même heure $A' = 11 \text{ h. } 23 \text{ m. } 11,8 \text{ s.}$

Quels sont le 11 à OHMP, l'état absolu et la marche du chronomètre ?

2° Le 12 juillet le temps moyen du fuseau n° 9 est 20 h. 05 m. 04 s. Quelle heure marque le chronomètre ?

3° Quels sont au même instant, la date et l'heure moyenne locale dans un milieu de longitude $G = 176^{\circ}57'W$?

3^e question (valeur = 6)

Un navire dont la position approchée est $\varphi = 45^{\circ}54'N$, $G_e = 3^{\circ}15'W$ se fait relever par un poste côtier situé par $\varphi = 44^{\circ}06'N$, $G = 2^{\circ}21'E$ au 273° vrai.

1° Calculer le loxorelèvement du navire.

2° Sachant qu'au même instant le cap du navire est N 24 W. On demande le gisement instrumental du poste émetteur. On donne : déclinaison magnétique $D = 8^{\circ}NW$, déviation du compas $d = 3^{\circ}NE$, déviation radiogoniométrique $\delta = -4^{\circ}$. On connaît $\sin 45^{\circ} = 0,7$.

L'usage de tout document est interdit.

MÉTÉOROLOGIE (1 heure).

Humidité de l'air. Instrument de mesure psychromètre, hygromètre. Quels résultats peut-on tirer de leur observation pour la prévision du temps.

L'usage de tout document est interdit.

Examen de juin 1945

NAVIGATION.

1^{re} question (valeur = 6)

On relève au gonio le radiophare de la Coubre dont les coordonnées sont $\varphi = 45^{\circ}42'N$, $G = 1^{\circ}14'W$, et l'on obtient le gonio-gisement 319° . La courbe de déviation du gonio donne pour cette mesure $d = -6^{\circ}$. Le point estimé est $\varphi = 44^{\circ}20'N$, $G = 6^{\circ}00'W$, le cap au compas $C_c = S 60 E$, la déclinaison $D = 12^{\circ}NW$, la déviation du compas $d = 7^{\circ}NE$.

Quel est le loxorelèvement à porter sur la carte ?

2^e question (valeur = 8)

Le 20 mars au matin dans un lieu de longitude $G = 100^{\circ}E$ un chronomètre marque $A = 8 \text{ h. } 27 \text{ m. } 38 \text{ s.}$, et la montre de poche grossièrement réglée sur le

temps du fuseau marque 2 h. 20 m. Le 15 mars à ÓHMP le registre chronométrique donne : $Tmp - A = 10 \text{ h. } 56 \text{ m. } 12 \text{ s}$; $a = -4 \text{ s. } 5$.

1° Quel est avec exactitude le temps civil local ?

2° Quel est le temps civil du fuseau et la date, au même instant dans un lieu de longitude $G' = 130^\circ\text{W}$?

3^e question (valeur = 6)

Définition du mille marin et du nœud. Point estimé sur la carte marine. Transport d'un relèvement.

NOTA. — L'usage de tout document est interdit.

MÉTÉOROLOGIE.

1^{re} question (valeur = 10)

Etat du ciel et nébulosité. Différentes espèces de nuages. Indications sur leurs altitudes. Systèmes nuageux.

2^e question (valeur = 10)

Quel est le rôle de l'Office National Météorologique ? Comment les navigateurs peuvent-ils lui apporter leur concours dans la prévision du temps ?

L'usage de tout document est interdit.

Examen de juin 1942

1^{re} question (valeur = 6)

Définition des coordonnées géographiques. Définition de la déclinaison magnétique, de la déviation et de la variation du compas magnétique.

APPLICATION. — Un navire a pour cap au compas N 18 E, la déclinaison est 22°NW , la déviation du compas 4°NE .

1° Trouver le cap magnétique et le cap vrai.

2° Ce navire faisant route à 12 nœuds avait pour point à 22 h. 00 m. le 2 mars, heure du fuseau $L = 37^\circ30'\text{N}$, $G = 107^\circ55'\text{W}$. On demande la position du navire à 02 h. 00 m. le 3 mars, heure du fuseau.

3° Quelles sont les heures de Greenwich qui correspondent aux deux heures précédentes.

2^e question (valeur = 14)

On prend au radiogoniomètre de bord le gisement de divers postes, émettant à peu près sur la même longueur d'onde et dont les relèvements vrais sont connus. Les résultats des observations se trouvent consignés dans le tableau ci-dessous.

| Cap vrai du navire | Gisement instrumental | Relèvement vrai du poste — de 0 à 360° |
|--------------------|-----------------------|---|
| N 55 W | 36° | 352° |
| S 80 W | 4° | 265° |
| S 11 E | 100° | 265° |
| S 21 E | 187° | 350° |
| S 79 E | 168° | 265° |
| N 52 E | 150° | 190° |
| S 65 E | 69° | 190° |

Dresser le tableau de déviations en fonction du gisement instrumental et construire la partie correspondante de la courbe des déviations.

2° Sachant qu'ultérieurement le gisement instrumental d'un radiophare est 130° , alors que le cap vrai du navire est $N 18^\circ W$. Quel est le relèvement vrai orthodromique du radiophare ?

3° Sachant que les coordonnées géographiques du radiophare sont : $L = 45^\circ 30' S$, $G = 140^\circ 40' E$ et que le point estimé du navire est $Le = 44^\circ 20' S$, $GE = 135^\circ 10' E$, effectuer au relèvement précédent la correction Givry.

MÉTÉOROLOGIE.

Comment chiffre-t-on un message de sondage aérologique pour un navire à la mer ?

Quel est le mot conventionnel qui doit figurer en tête du message ?

2° Déchiffrer le message

30426 — 35818 — 04414 — 11608.

3° Qu'est-ce que le bulletin quotidien de renseignements de l'O. N. M. ? Quels renseignements donne-t-il ? A quoi sert-il ?

L'usage de tout document est interdit.

Examen de juin 1944

1^{re} question (valeur = 8)

Carte marine. Minute de latitude. Minute de longitude. Mesure de la distance de deux points sur la carte.

2^e question (valeur = 12)

Le navire étant mouillé en un point de longitude $170^\circ 40' E$, on a pris le 21 juin au matin la comparaison suivante entre le compteur M et le chronomètre A

$$M' = 7 \text{ h } 15 \text{ m } 31 \text{ s} \quad A' = 3 \text{ h } 08 \text{ m } 10 \text{ s.}$$

Dans la soirée du même jour on reprend la comparaison des mêmes montres

$$M'' = 5 \text{ h } 45 \text{ m } 26 \text{ s} \quad A'' = 1 \text{ h } 38 \text{ m } 15 \text{ s.}$$

1° Quelle heure A indiquait le chronomètre à un instant intermédiaire, lorsque le compteur marquait $M = 2 \text{ h. } 07 \text{ m. } 42 \text{ s.}$?

2° A l'instant considéré une pendule P indique

$$P = 6 \text{ h } 51 \text{ m } 07 \text{ s,}$$

et la montre de poche grossièrement réglée sur le Tmf $16 \text{ h. } 12 \text{ m.}$ On sait que $Tms - P = 10 \text{ h. } 20 \text{ m. } 42 \text{ s.}$ à $MTms = 15 \text{ h. } 40 \text{ m.}$ le 15 juin et que la marche p de P est $+ 3 \text{ s. } 53$.

Calculer l'état absolu de A à l'instant M.

3° Sachant que $Tms - A = 7 \text{ h. } 11 \text{ m. } 05 \text{ s.}$ le 12 juin à $Tms = 7 \text{ h. } 35 \text{ m.}$, calculer la marche et l'état du chronomètre A au OHMO le 22 juin.

MÉTÉOROLOGIE.

Pression barométrique. Différents types de baromètres. Utilisation des observations.

Examen Brevet Supérieur de navigateur aérien. — Epreuves des 2-3 juillet 1941.

1^{er} sujet

Guidage et signalisation.

Détermination de la position d'un aéronef par les procédés radioélectriques. Examen comparatif des divers procédés au point de vue de la précision et de la commodité d'application.

Examen Brevet élémentaire de navigation aérienne. — Epreuves des 4-5 juin 1942.

1^{er} sujet

Guidage et signalisation.

Fonctionnement de la radiogoniométrie. Causes d'erreur, importances des erreurs, moyens de les corriger. Cas particulier du radiogoniomètre de bord.

2^e sujet

Différents types de radiophares fixes et tournants. Principe de fonctionnement, utilisation. Précision du guidage.

3^e sujet

Utilisation du radiogoniomètre pour l'atterrissage sans visibilité, atterrissage par la méthode ZZZ. Avantages et inconvénients de cette méthode.

Examen des 11 et 12 juin 1941

1^{er} sujet

Description et usage des dispositifs radioélectriques de bord. Le candidat décrira en particulier les dispositifs qu'il a utilisés lui-même.

2^e sujet

Détermination de la position d'un aéronef.

Radiogoniométrie par postes à terre ou postes de bord.

Comparaison des systèmes au point de vue facilité d'emploi et précision.

Examen des 18 et 19 juin 1941

1^{er} sujet

L'organisation et le fonctionnement du service goniométrique. Matériel à terre, matériel de bord, règles de service.

2^e sujet

La navigation dans la brume, rôle des différents appareils de guidage. Comment éviter des collisions.

Examen de lieutenant au long-cours. Théorie. — Juin 1926.

Radiogoniomètre. 1^o Description succincte.

2^o Expliquer comment on prend dans un poste situé à terre le relèvement du navire.

3^o Expliquer comment à bord du navire on utilise le relèvement signalé (on examinera tous les cas possibles).

Examen. Brevet supérieur navigation aérienne mars 1944.

1° Etant donné un radiogoniomètre à cadre pour ondes hectométriques installé à bord d'un aéronef.

Pour quelles mesures et comment peut-on et doit-on utiliser cet appareil au cours de la navigation.

Quelles sont les diverses causes d'erreur ou de gêne susceptibles d'en perturber le fonctionnement ou l'exploitation ?

Précautions à prendre et règles à respecter.

2° Indiquer sommairement de quels appareils devra ou pourra se composer l'installation radioélectrique d'un hydravion commercial gros porteur effectuant des traversées régulières Europe-Amérique du Nord après cessation des hostilités. (On supposera une infrastructure entièrement réalisée).

Nombre et caractéristiques générales des émetteurs récepteurs et appareils spéciaux ou annexés.

Utilisation ou but envisagé. Puissance ou portée moyenne, type d'onde et gammes de fréquences utilisés (ordre de grandeur).

Examen de la licence d'opérateur radiotélégraphiste d'aéronef

Programme des matières relatives aux méthodes et dispositifs de guidage électromagnétiques utilisés dans la navigation aérienne

Radiogoniométrie

Relèvement, caps, positions.

Erreurs dues aux cartes.

Compas, déclinaison. Limite d'application.

Radiogoniomètres à cadre mobile. Description et fonctionnement.

Mesure d'un relèvement.

Lever de doute à 180 degrés (principe).

Erreurs des radiogoniomètres à cadre.

Erreurs d'azimut. Erreurs en latitude.

Courbes de correction. Erreurs de nuit.

Radiogoniomètres de nuit. Principe et fonctionnement.

Précision des mesures radiogoniométriques.

Méthodes de navigation par radiogoniométrie.

Radiogoniomètres de bord.

Radio-compas. Principe et fonctionnement.

Radiophares de navigation

Radiophares à rayonnement circulaire. Fonctionnement et méthodes d'utilisation. Équipement de bord.

Radiophares à champ tournant. Description, fonctionnement et méthode d'utilisation, équipement de bord. Précision des mesures.

Radiophares à alignements, à signaux enchevêtrés à double modulation. Principe et description, équipement de bord.

Radiophares à interférences. Principe. Équipement de bord.

Dispositifs d'atterrissage

Méthode dite ZZ par l'emploi du radiogoniomètre.

Radiophares de direction sur ondes longues et sur ondes courtes. Principes, équipement de bord correspondant.

Radiophares de direction et d'altitude sur ondes courtes, principaux dispositifs, équipement de bord.

Câbles de guidage Loth, direction et altitude, principes, équipement de bord correspondant.

Examen de licence d'opérateur Radiotélégraphiste d'aéronef de 1^{ère} classe

31 juillet 1945.

Épreuve écrite sur les systèmes et dispositifs de guidage électromagnétique.

Radiogoniométrie. — 1^o Radiogoniométrie de nuit. Principe et fonctionnement. Avantages et inconvénients. Courbes de correction. Précision des mesures radiogoniométriques.

Dispositifs d'atterrissages. — 2^o Méthode dite ZZ par l'emploi du radiogoniomètre. Description et exemple, critique.

Radiophares de navigation. — 3^o Radiophares à champ tournant. Description, fonctionnement et méthode d'utilisation, équipement de bord. Précision des mesures.

Durée : 3 heures.

Application

Brevet élémentaire de Navigateur aérien.

Nous allons donner ci-dessous la marche à suivre pour un problème essentiellement radiogoniométrique donné en septembre 1946 à l'examen du brevet élémentaire de navigateur aérien.

Problème. — Un avion de vitesse propre 310 km/h. volant de jour au-dessus d'une couche magéuse au cap au compas 298° est relevé simultanément par le radiogoniomètre de Dijon au relèvement vrai *gte* 161° et de Vichy au relèvement vrai (*gte*) 084° à 11 h. 14 m. Tenant le même cap au compas, il relève lui-même avec son radiogoniomètre de bord l'émetteur d'Orly au gisement 043° à 11 h. 44 m. — au gisement 081° à 12 h. 16 m. — gisement 112° à 12 h. 32 m., à 12 h. 40 m. le cap est pris et la vitesse propre modifiée pour arriver à Cherbourg à 13 h. 45 m.

En admettant le vent constant sur tout le parcours considéré, donner : 1^o Le vent (direction et force) ; 2^o Les coordonnées du point de changement de route à 12 h. 40 m. ; 3^o La nouvelle vitesse propre adoptée et le cap au compas pour aller à Cherbourg ; 4^o L'heure à laquelle l'émetteur de Rennes sera relevé par le travers de la route et le gisement de cet émetteur à cet instant. Déclinaison magnétique à adopter pour tout le problème 8° NW (— 8°). Déviation du compas — 1^o au cap compas 270° — 2^o au cap compas 300° — 2^{o5} au cap compas 330°.

Marche à suivre. — Tracer à partir de Dijon et de Vichy les droites donnant les coordonnées du point de départ $G = 5^{\circ}35'E$ $L = 46^{\circ}18'N$ qui est le point de partance.

Calculer la variation W .

Calculer le cap vrai.

Tracer la route sur la carte.

Tracer le triangle des vitesses dans l'unité de temps, l'heure, ce qui donnera la direction et la vitesse du vent.

La route vraie tracée sur la carte, transformer les gisements d'Orly en relèvements, tracer les droites à partir de la station d'Orly, on trouve.

11 h. 44 152° soit 46°42'N 3°55'E 70 km. NE Vichy.

12 h. 16 189° soit 47°08'N 2°02'E 30 km. NW Bourges.

12 h. 32 220° soit 47°25'N 0°45'E 5 km. SE Tours.

Calculer la distance parcourue en 8 minutes pointer la nouvelle position qui est 47°30'N 0°10'E.

Mesurer la distance restante à parcourir pour aller à Cherbourg, en déduire la vitesse de l'aéronef pour aller à ce dernier point.

Tracer une perpendiculaire de l'émetteur de Rennes à la route de l'aéronef, en déduire le temps nécessaire pour atteindre cette position. Le gisement sera donc $gtv \pm \gamma$, γ courbe quadrantale, soit $270 \pm \gamma$.

Une carte de France, développement de Mercator est nécessaire pour la résolution de ce problème.

BIBLIOGRAPHIE

- La Sécurité Maritime*, par JEAN MARIE et CHARLES DILLY, Société d'Éditions Géographiques.
- Traité pratique de Navigation aérienne*, par A.-B. DUVAL et L. HEBRARD, Gauthier-Villars.
- Radiosignaux à l'usage des navigateurs*.
- 1^{er} volume : Radiogonio. Radiophares. Signaux horaires, Imprimerie Nationale.
- 2^e volume : Météorologie, Imprimerie Nationale.
- Usage des Cadres et Radiogoniométrie*, par le commandant MESNY, Chiron, éditeur.
- Traité de Cosmographie*, par A. GRIGNON, Vuibert, éditeur.
- Les Ultrasons*, par FRANCIS DRAVEIL, Presses Universitaires de France.
- Le livre de Météorologie du pilote*, par DEDEBANT et VIAUT.
- QST Français et Radioélectricité Réunis*, n° 31, octobre 1926, par le commandant X.
- La Navigation Maritime*, par JEAN MARIE et CHARLES DILLY, Société d'Éditions géographiques.
- L'Onde Electrique*, n° 195-196, par BUSIGNIES.
- Conseils de Pilotage et de Navigation Pratique*, par G. LAFANNECHÈRE.
- La Radio en France*, Dunod, éditeur.
- Cours de navigation et complément de navigation*, par BERTIN, École du Génie Civil, 152, avenue Wagram, Paris.
- Cinématique, Statique, Cosmographie*, par JACQUET. Librairie Hachette.
- Météorologie et navigation aérienne*, par Georges BARBÉ, Éditions Berger Levrault.
- Les cahiers de Toute la Radio*, Société des Éditions Radio.
- La navigation sans logarithmes*, de P. DE NEUFVILLE. Société d'Éditions géographiques, Paris.
-

TABLE DES MATIÈRES

| | |
|---------------------------------------|------|
| PRÉFACE | V |
| AVANT-PROPOS | VII |
| <i>La T. S. F. salvatrice</i> | VII |
| <i>Le naufrage du Titanic</i> | VII |
| Le Titanic | VIII |
| La route suivie | VIII |
| Rôle de la T. S. F. | VIII |
| L'accident | IX |
| La T. S. F. pendant le naufrage | XI |
| La fin du Titanic | XII |

CHAPITRE I. — NAVIGATION. MÉTÉOROLOGIE

| | |
|--|----|
| I. NAVIGATION | 1 |
| But de la navigation | 1 |
| Forme de la terre | 1 |
| Coordonnées géographiques | 2 |
| Longitude et latitude géographiques | 2 |
| Mesure de la latitude | 2 |
| Mesure de la longitude | 2 |
| Mille marin | 3 |
| Nœud | 3 |
| <i>Cartes</i> | 3 |
| Développement de Mercator | 3 |
| Minute de longitude et de latitude | 4 |
| Cartes aéronautiques | 4 |
| Cartes marines | 5 |
| Cartes d'État-Major | 6 |
| Tracé d'une route loxodromique | 7 |
| Tracé d'une route orthodromique. Cartes spéciales | 8 |
| Tracé de l'arc de grand cercle sur une carte de Mercator | 8 |
| Projection gnomonique | 8 |
| Cartes d'Hilleret | 10 |
| Cartes Gernez | 11 |
| Calques Favé pour le tracé de l'orthodromie sur les cartes de Mercator | 11 |
| Cartes orthodromiques Louis Kahn | 12 |
| Cartes du monde au millionième | 12 |
| Cartes à projection polaire | 13 |
| Carte orthodromique Bourgonnier | 14 |
| <i>Compas</i> | 14 |
| Ligne de foi | 15 |
| Déclinaison | 15 |
| Déviation | 15 |
| Variation | 15 |
| Tableau et courbe de déviation | 15 |
| Caps | 16 |
| Cap au compas | 16 |
| Cap magnétique | 16 |
| Cap vrai | 16 |
| Correction des caps | 16 |
| Règle pratique | 16 |

| | |
|---|----|
| Exemples | 17 |
| Dérive | 17 |
| Exemples | 17 |
| <i>Relèvements</i> | 17 |
| Alignement | 17 |
| Relèvement | 17 |
| Taximètre | 18 |
| Exemples | 18 |
| <i>Navigation par l'estime</i> | 18 |
| Mesure de la vitesse | 19 |
| Point estimé | 19 |
| Point par relèvements simultanés | 20 |
| Un correcteur de position | 20 |
| <i>Mesure du temps</i> | 24 |
| Mouvement diurne | 24 |
| Jour sidéral | 24 |
| Cercle horaire, angle horaire d'une étoile | 24 |
| Méridien d'un lieu. Premier méridien | 24 |
| Jour solaire vrai | 25 |
| Jour solaire moyen | 25 |
| Relation entre le jour sidéral et le jour solaire moyen | 25 |
| Heure sidérale | 25 |
| Heure moyenne | 25 |
| Heure légale | 25 |
| Fuseaux horaires | 25 |
| Temps vrais civils simultanés | 25 |
| Exemple | 25 |
| Autre problème | 26 |
| Compteurs et chronomètres | 26 |
| État absolu du chronomètre | 27 |
| Marche diurne | 27 |
| Comparaison | 27 |
| Prendre une comparaison | 27 |
| Réglage d'un chronomètre par signal horaire | 27 |
| II. MÉTÉOROLOGIE. NOTIONS SOMMAIRES | 29 |
| <i>Nécessité de la Radio</i> | 29 |
| Forme d'une dépression | 30 |
| <i>Les instruments utilisés en météorologie</i> | 31 |
| Mesure des températures | 31 |
| Thermomètres | 31 |
| Mesure de l'humidité | 32 |
| La pression atmosphérique | 32 |
| Unité de pression atmosphérique | 33 |
| Autre emploi du baromètre | 33 |
| Mesure du vent | 33 |
| <i>Organisation du service météorologique en France</i> | 34 |
| <i>Les différents bulletins météorologiques</i> | 35 |
| Météogrammes collectifs | 35 |
| But des émissions collectives | 36 |
| Émission de cartes météorologiques | 36 |
| Météogrammes pour la marine | 36 |
| Météogrammes pour l'aviation | 36 |
| Les émissions techniques | 36 |
| Codes de Varsovie et de Copenhague | 36 |

| | |
|---|----|
| CHAPITRE II. — LA T. S. F. INFORMATRICE. LA RADIO A BORD | |
| Aériens utilisés | 37 |
| <i>Les postes de Navires</i> | 38 |
| La partie électrique des postes de bord | 38 |
| Vérification avant la mise en route | 39 |
| Mise en route | 39 |
| Pannes | 39 |
| <i>Le poste B41K ou BM100</i> | 40 |
| Mise en route | 42 |
| Pannes | 43 |
| <i>Poste émetteur SADIR de 1KW type E288</i> | 44 |
| Constitution de l'émetteur | 44 |
| Maître oscillateur | 44 |
| Étage intermédiaire | 44 |
| Amplificateur final | 44 |
| Dispositif de couplage à l'antenne | 45 |
| Manipulation télégraphique | 45 |
| Modulation basse fréquence | 45 |
| Téléphonie | 45 |
| Alimentation de l'émetteur | 45 |
| Ondémètre de réglage | 46 |
| Mise en route | 46 |
| <i>Installations pratiques à bord des navires</i> | 47 |
| <i>Stations radioaériennes</i> | 47 |
| Généralités | 47 |
| La navigation transocéanique | 49 |
| Le champ électromagnétique en altitude | 50 |
| <i>Description d'un poste de bord type Farman 2233 d'Air France</i> | 50 |
| <i>Description du Poste SARAM type 3-12</i> | 51 |
| Boîte de commandes | 51 |
| Émetteur | 51 |
| Description détaillée de l'émetteur | 51 |
| Meuble d'émission | 51 |
| Fonctionnement | 53 |
| Manipulation | 53 |
| Récepteur | 55 |
| Modulatrice et oscillatrice. Récepteur 3-12 | 56 |
| Alimentation | 57 |
| Installation totale | 58 |
| <i>Récepteur auto alarm pour les S. O. S.</i> | 59 |
| Récepteur | 60 |
| Sélecteur auto alarm | 60 |
| Boîte intermédiaire | 61 |
| CHAPITRE III. — LA T. S. F. DIRECTRICE. LA RADIOGONIOMÉTRIE | |
| Généralité | 63 |
| Principe | 64 |
| Caractéristiques d'un cadre | 65 |
| Lever de doute | 65 |
| Compensation du cadre | 66 |
| Prise de relèvement. Mode opératoire | 67 |
| <i>Exemple de calcul d'un radiogoniomètre à cadre</i> | 67 |
| Valeur de la capacité d'accord du cadre | 67 |
| Coefficient de recouvrement | 67 |
| Calcul du cadre | 68 |

| | |
|---|----|
| Calcul du nombre de spires..... | 68 |
| Hauteur effective du cadre | 68 |
| Calcul du bobinage en série avec le cadre | 69 |
| Calcul du bobinage secondaire | 69 |
| Calcul de la résistance HF | 69 |
| Résistance de la bobine de couplage | 70 |
| Calcul du coefficient de surtension de l'ensemble cadre bobine | 70 |
| Calcul du coefficient d'induction mutuelle | 70 |
| Lever de doute | 70 |
| Calcul du transformateur de liaison entre le montage symétrique et le superhétérodyne constituant le récepteur | 71 |
| Valeur des inductances primaire et secondaire | 71 |
| Calcul de la résistance HF de chaque circuit..... | 72 |
| Coefficient de surtension | 72 |
| Coefficient d'induction mutuelle | 72 |
| Coefficient de couplage | 72 |
| Nota | 72 |
| Caractéristiques du superhétérodyne | 72 |
| <i>Erreurs provenant de l'installation des Radiogoniomètres</i> | 73 |
| Erreur due à l'inclinaison de l'axe du cadre | 73 |
| Erreur d'excentricité | 73 |
| Erreur provenant du mode d'enroulement..... | 73 |
| Erreur due à une antenne proche..... | 73 |
| Erreur due à un cadre voisin | 74 |
| Erreur due à la propagation | 74 |
| Erreur due à l'opérateur | 74 |
| <i>Radiogoniométrie des stations terrestres</i> | 74 |
| Erreurs des stations fixes | 74 |
| Stations radiogoniométriques maritimes | 75 |
| Nota | 77 |
| Effet de montagne | 78 |
| <i>Radiogoniométrie des navires</i> | 78 |
| Déviations dues aux navires et aux aéronefs | 78 |
| Établissement de la courbe d'erreur..... | 78 |
| Correction de la déviation quadrantale | 79 |
| <i>Radiogoniométrie des aéronefs</i> | 79 |
| Erreurs dues aux avions en altitude..... | 79 |
| Abaque de correction | 80 |
| Mode opératoire | 80 |
| Erreurs provenant des observations en vol | 81 |
| <i>La Radiogoniométrie de nuit</i> | 81 |
| Nécessité du gonio de nuit | 81 |
| Constitution du radiogoniomètre Adcook | 82 |
| Principe de fonctionnement | 82 |
| Erreurs dues aux avions en altitude..... | 83 |
| Installation pratique des radiogoniomètres Adcook | 83 |
| <i>Radiogoniomètres en service</i> | 84 |
| Description du radiogoniomètre de bord SFR-BRGM 2/8 | 84 |
| Partie goniométrique | 84 |
| Amélioration du zéro | 84 |
| Lever de doute | 84 |
| Radiogoniomètre de bord d'aéronef | 84 |
| Radiogoniomètre terrestre sans effet de nuit | 87 |
| Description du radiogoniomètre RC6 de la L. M. T..... | 87 |
| Récepteur | 88 |
| Réglage de l'installation | 88 |

| | |
|--|-----|
| <i>La radiogoniométrie sur ondes courtes</i> | 89 |
| Radiogoniomètre à O. T. C. SADIR type OTC-C87T | 89 |
| Aérien | 89 |
| Boîte d'alimentation des relais électromagnétiques | 90 |
| Récepteur R87 | 90 |
| Lampes utilisées | 90 |
| Fonctionnement | 90 |
| Lever de doute | 91 |
| Réglage de l'aérien | 91 |
| Radiogoniomètre ondes courtes 6 à 11 mètres | 92 |
| <i>Radiogoniomètre ondes courtes Adcook</i> | 93 |
| Théorie mathématique du fonctionnement | 93 |
| Radiogoniomètre SADIR type 254 | 95 |
| Lever de doute | 96 |
| Description du radiogoniomètre 254 SADIR | 96 |
| Chercheur radiogoniométrique aérien | 97 |
| Aériens | 97 |
| Transformateurs d'antenne | 97 |
| Générateur de champ | 97 |
| Récepteur | 97 |
| Sensibilité | 98 |
| Sélectivité | 98 |
| Installation du radiogoniomètre | 98 |
| Réglages | 98 |
| Recherche d'une station | 98 |
| Lever de doute | 98 |
| Résultats obtenus | 98 |
| <i>La veille dans les stations radiogoniométriques</i> | 99 |
| <i>Radiogoniomètres automatiques</i> | 99 |
| Radiocompas des Établissements L. M. T. | 99 |
| Utilisation du radiocompas | 101 |
| Navigation au radiocompas | 101 |
| Le radiocompas RCV7 de Radio-Air | 102 |
| Fonctionnement | 102 |
| Constitution d'un ensemble radiogoniométrique Radio-Air type RCV7. | 103 |
| Le récepteur | 103 |
| Boîtes de commande à distance | 104 |
| Télécommande | 105 |
| Aérien | 105 |
| Cadre | 105 |
| Antenne fixe | 105 |
| Indicateurs visuels | 105 |
| Casques | 105 |
| Alimentation | 105 |
| Compensation de l'erreur quadrantale | 105 |
| Lever de doute | 106 |
| Conditions d'utilisation | 106 |

CHAPITRE IV. — UTILISATION DES RADIOGONIOMÈTRES COMME INSTRUMENTS NAUTIQUES

| | |
|--------------------------------------|-----|
| Stations radiogoniométriques | 107 |
| Stations radiophares | 107 |
| Belle-Ile. Au grand phare | 108 |
| Fonctionnement. Temps de brume | 108 |
| Temps clair | 108 |
| Déviations des radiophares | 108 |

| | |
|---|-----|
| Précision des relèvements pris par les stations radiogoniométriques ... | 108 |
| Précision des relèvements pris à bord | 109 |
| Utilisation des radiogoniomètres goniogisements gt | 109 |
| Gisement vrai gv | 109 |
| Orthogisement | 109 |
| Orthorelèvement | 109 |
| Problème | 109 |
| Exemples | 109 |
| Loxorelèvement | 109 |
| Correction givry | 110 |
| Calcul de la correction givry par abaque | 111 |
| Sens de la correction givry | 111 |
| Stations radiogoniométriques | 111 |
| Radiophares | 112 |
| Exemples d'utilisation des relèvements radiogoniométriques | 112 |
| Exemple 1 | 112 |
| Exemple 2 | 113 |
| Exemple 3 | 113 |
| Exemple 4 | 113 |
| Problèmes avec correction givry radiophares | 113 |
| Stations radiogoniométriques | 114 |
| <i>Relèvements à grande distance</i> | 114 |
| Emploi d'un graphique | 114 |
| Exemples radiophare | 116 |
| Station radiogoniométrique | 116 |
| Relèvement orthodromique calcul | 116 |
| Exemple de calcul | 118 |
| Goniographe | 118 |
| Mode d'emploi | 118 |

CHAPITRE V. — **RADIOPHARES**

| | |
|---|-----|
| Différents radiophares | 120 |
| <i>Radiophares de guidage</i> | 120 |
| Radiophares circulaires | 120 |
| Rayonnement d'un cadre | 121 |
| Radiophare à champ tournant parlant..... | 121 |
| Radiophare tournant S. I. P. L. type 85 B. utilisation..... | 121 |
| Principe de fonctionnement..... | 121 |
| Rayonnement de deux cadres perpendiculaires..... | 122 |
| Radiophare à système cadre antenne | 123 |
| Radioalignement O. T. C. cadre antenne à diagramme de modulation- type SADIR | 123 |
| Réalisation des Établissements SADIR | 125 |
| Émetteur | 125 |
| <i>Radiophares à antennes</i> | 127 |
| Rayonnement de deux antennes | 127 |
| Radiophare Aicardi | 128 |
| Radiophares balisants une route quelconque..... | 128 |
| Récepteur spécial visuel | 128 |
| <i>Inconvénients des radiophares sur ondes moyennes</i> | 129 |
| Effet de montagne | 129 |

CHAPITRE VI. — **RADIOATERRISSAGE**

| | |
|-------------------------------------|-----|
| Principe | 130 |
| Installations système S. F. R. | 131 |
| Récepteurs | 131 |

| | |
|--|-----|
| Appareils visuels pour la réception des signaux | 131 |
| Principe de l'appareil de mesure des balises 700 et 1700 périodes | 131 |
| Principe de l'appareil de mesure des points et des traits | 132 |
| Radioalignement sur ondes courtes Lorentz à interférences | 132 |
| Équipement de bord | 132 |
| Tableau de bord | 132 |
| <i>Radioguidage par câbles</i> | 134 |
| Système Loth pour aérodromes | 134 |
| Système Loth pour le guidage des navires | 134 |
| <i>Fonctionnement des stations radiogoniométriques aéronautiques</i> | 135 |
| Protection des aéronefs en vol | 135 |
| Description d'une installation de radio atterrissage Rotterdam | 136 |
| Méthode d'atterrissage zz | 136 |
| Méthode d'arrivée par variation des Q. D. M. | 138 |
| Contrôle local d'aérodrome ou Darkey | 139 |
| Description de l'émetteur à modulation | 139 |
| Récepteur d'étalonnage | 140 |
| Contrôle du courant d'antenne | 141 |
| Alimentation | 141 |
| Redresseur HT 1.200 volts | 141 |
| Redresseur HT 500 volts | 141 |
| Redresseur HT pilote | 141 |
| Redresseur des tensions de polarisation | 141 |
| Modulation | 141 |
| Puissance de la porteuse | 141 |
| Stabilité | 141 |
| Taux de distorsion | 141 |
| Courbe amplitude-fréquence | 142 |
| Émetteur | 142 |
| Étage maître-oscillateur | 142 |
| Étages basse fréquence | 143 |
| Équipement d'atterrissage sans visibilité S. I. P. L. type K53. | 143 |
| Utilisation | 143 |
| Erreur d'alignement | 143 |
| Balise | 144 |
| Radio-trajectoire | 144 |

CHAPITRE VII. — LA T. S. F. EXPLORATRICE

| | |
|---|-----|
| Les sondeurs ultra-sonores | 145 |
| Les ultra-sons | 145 |
| Principe du sondage | 145 |
| Le projecteur ultra-sonore | 145 |
| L'émetteur | 148 |
| L'amplificateur | 149 |
| L'indicateur de fond | 149 |
| Échoscope | 149 |
| Enregistreur Marti | 149 |
| Enregistreur Touly | 152 |
| <i>Les détecteurs d'obstacles</i> | 154 |
| Altimètre radioélectrique | 155 |

CHAPITRE VIII. — LE RADAR

| | |
|---|-----|
| Principe du Radar | 157 |
| L'oscillographe cathodique | 157 |
| Les bases de temps et de distance | 158 |

| | |
|--|-----|
| Persistence lumineuse | 159 |
| Composition générale du Radar | 159 |
| L'émission du faisceau dirigé | 160 |
| Le magnétron | 160 |
| Le klystron | 161 |
| Le récepteur | 161 |
| Équation du radar | 162 |
| Les différents radars | 163 |
| Radar panoramique | 163 |
| Précision des indications obtenues | 164 |
| <i>Les applications du Radar à la navigation</i> | 165 |
| Principe du G. E. E. | 165 |
| Installation G. E. E. à bord d'un avion | 166 |
| Système de navigation O. B. O. E. | 166 |
| Système de navigation Loran | 167 |
| Le navigateur Decca | 169 |
| Principe du récepteur | 169 |
| Discriminateurs | 171 |
| Émetteurs | 171 |
| Possibilité du navigateur Decca | 173 |
| Radar météorologique | 173 |
| Radar détecteur d'obstacles | 173 |
| Normalisation des radars britanniques | 173 |

CHAPITRE IX. — L'INSTALLATION RADIOÉLECTRIQUE DU PAQUEBOT « ILE DE FRANCE »

| | |
|--|-----|
| Description générale de l'installation émission | 174 |
| Réception | 174 |
| Description détaillée du groupement | 175 |
| Poste D/200 | 175 |
| Alimentation | 176 |
| Meuble d'émission | 176 |
| Poste B41K ou BM100 | 176 |
| Récepteur de trafic | 176 |
| Table de manipulation | 177 |
| Deuxième groupement | 178 |
| Émetteur | 178 |
| Récepteur | 178 |
| Commandes automatiques | 178 |
| Troisième groupement | 179 |
| Quatrième groupement | 179 |
| Poste émetteur récepteur radiotéléphonique transatlantique | 180 |
| Radiogoniomètre | 182 |
| Sondeur U. S. | 182 |

APPENDICE. — CODES DE VARSOVIE ET DE COPENHAGUE

| | |
|---|-----|
| <i>Observations de stations à l'intérieur des terres de stations côtières et de bateaux</i> <i>feu</i> | 183 |
| Code 11 | 183 |
| Code 12 | 183 |
| Code 92 | 184 |
| Code 85 | 186 |
| Code 43 | 186 |
| Code 60 | 186 |
| Code 22 | 187 |
| Code 30 | 187 |

| | |
|--|-----|
| Code 90 | 187 |
| Code 84 | 188 |
| Code 13 | 188 |
| Code 2 | 188 |
| Code 74 | 188 |
| Code 24 | 189 |
| Code 75 | 189 |
| Code 80 | 189 |
| Code 51 | 189 |
| Code 20 | 189 |
| <i>Observations de navires en mer</i> | 190 |
| Code 70 | 190 |
| Formule F232 sept groupe | 190 |
| Code 25 | 191 |
| Code 33 | 191 |
| Formule F261 | 191 |
| Code 3 | 191 |
| Code 1 | 192 |
| Formule 291 | 192 |
| Nota | 192 |
| Nota | 192 |
| <i>Modèles de traductions de météoigrammes</i> | 192 |
| Stations terrestres | 192 |
| <i>Observations de navires en mer</i> | 193 |
| Les codes météorologiques et la guerre | 194 |
| Modifications futures des messages synoptiques OPACI | 194 |

APPENDICE II

| | |
|---|-----|
| Bulletins météorologiques | 195 |
| Examens de radiotélégraphistes de la marine marchande | 195 |
| Juin 1937. 1 ^{re} question | 196 |
| 2 ^e question | 196 |
| 3 ^e question | 196 |
| Octobre 1937. 1 ^{re} question | 196 |
| 2 ^e question | 196 |
| 3 ^e question | 196 |
| Juin 1938. 1 ^{re} question | 196 |
| 2 ^e question | 197 |
| Examen brevet supérieur de navigation aérienne | 199 |
| 1 ^{er} sujet | 199 |
| Examen brevet élémentaire de navigation aérienne | 199 |
| Guidage et signalisation. 1 ^{er} sujet | 199 |
| 2 ^e sujet | 199 |
| 3 ^e sujet | 199 |
| Examen des 11 et 12 juin 1941 | 199 |
| 1 ^{er} sujet | 199 |
| 2 ^e sujet | 199 |
| Examen des 18 et 19 juin 1941 | 199 |
| 1 ^{er} sujet | 199 |
| 2 ^e sujet | 199 |
| Examen de lieutenant au long cours. Théorie (sujet) | 199 |
| Examen brevet supérieur de navigation aérienne mars 1944 (sujets) | 200 |
| BIBLIOGRAPHIE | 203 |

Théorie et pratique des amplificateurs, exposées par le calcul des imaginaires mis à la portée de tous avec de nombreux exemples numériques, par J. QUINET, ingénieur de l'École supérieure d'électricité, professeur à l'École centrale de T. S. F. *Préface* de C. GUTTON, membre de l'Institut. VIII-396 pages 16 × 25, avec 228 figures. 2^e édition.

Nouveau tirage sous presse.

Les techniciens de la construction radioélectrique trouveront dans ce livre les bases théoriques et les moyens pratiques d'améliorer la sélectivité, la sensibilité et la musicalité des récepteurs. Grâce à sa lecture, ils éviteront d'inutiles essais empiriques et pourront adopter immédiatement, sans perte de temps, la meilleure solution des problèmes qu'ils se sont posés.

Carènes et propulsion. De la galère à l'hydravion, par R. DUHAMEL, membre titulaire de la Société des ingénieurs civils de France, ex-chef d'études aux Sociétés Tellier, Nieuport, Avions Albert et Duhamel, S. P. C. A. et S. G. A. *Préface* de l'Amiral LACAZE, membre de l'Académie française. XII-592 pages 16 × 25, avec 126 figures. 1946. Broché..... 1.880 fr.

Les questions traitées dans ce livre en font un recueil unique en considération de ce qu'il traite d'une manière très approfondie un sujet qui intéresse le personnel des bureaux d'études des chantiers de constructions navales et de l'aéronautique ; il s'adresse également à l'architecte naval, à l'ingénieur, au technicien, au dessinateur d'études, aux dirigeants et aux membres des Clubs nautiques, aux petits constructeurs, aux élèves-ingénieurs, enfin à toutes les personnes intéressées par la navigation en général.

Électrotechnique à l'usage des ingénieurs (Bibliothèque de l'Enseignement technique), par A. FOUILLÉ, professeur d'électrotechnique à l'École nationale d'arts et métiers d'Angers. *Préface* de E. LEFRAND, professeur au Conservatoire national des arts et métiers.

Tome I. *Principes*. x-386 pages 16 × 25, avec 530 figures. 1946. Broché..... 580 fr.

Tome II. *Les machines*. XII-396 pages 16 × 25, avec 554 figures. 1947. *Sous presse.*

Tome III. *Les applications* *En préparation.*

Écrit par un ingénieur ayant une longue expérience de l'enseignement de l'électrotechnique, cet ouvrage constitue un cours complet qui comprend trois tomes où seront traitées l'ensemble des questions qui se posent le plus fréquemment à l'ingénieur ; il est clair et vraiment moderne, laisse de côté les sujets dont l'intérêt est seulement théorique et conduit par les voies les plus directes des principes fondamentaux aux applications les plus récentes. Il est destiné aux élèves ingénieurs ; il s'adresse également à tout ingénieur, quelle que soit son activité, qui veut avoir des vues claires et profondes sur l'électrotechnique moderne.

Radiotechnique aéronautique, par E. FROMY, docteur ès sciences, professeur à l'École nationale supérieure de l'aéronautique. VIII-360 pages 16 × 25, avec 237 figures 2^e édition sous presse.

Partant des notions fondamentales de physique générale, l'auteur conduit progressivement le lecteur à l'étude des notions dérivées qui sont à la base de la radiotechnique ; il réserve une place privilégiée aux imaginaires qui facilitent grandement les calculs en radiotechnique. Cet ouvrage s'adresse, non seulement aux ingénieurs radioélectriciens, aux techniciens et constructeurs d'appareils radio, mais aussi aux étudiants des écoles techniques.