

DISPOSITIF D'ENTREE DE PORT PAR TEMPS DE BRUME.

Système MARIQUE — S.A.I.T.

INTRODUCTION.

Un navire disposant des moyens ordinaires de navigation peut, même par temps de brume épaisse, approcher normalement jusqu'à quelques kilomètres de l'entrée de son port de destination. A ce moment, cependant, ce navire a besoin d'une aide pour procéder à l'entrée proprement dite du port dont l'accès est généralement délimité par des jetées.

On peut concevoir deux manières différentes d'assurer cette aide :

1^o on peut baliser complètement le chemin que doit suivre le navire, et c'est là le principe du câble de Loth et des radio-alignements,

2^o on peut, au contraire, lui donner le moyen de savoir instantanément où il se trouve par rapport à l'entrée, et lui laisser l'entièr^e liberté de déterminer la meilleure route à suivre suivant les circonstances, vent, marée, courant, etc., comme il le ferait par temps clair.

Il est très difficile à un navire de quelqu'importance de suivre strictement un alignement court au voisinage d'une côte, comme cela est nécessaire pour passer entre deux jetées écartées seulement de cent ou deux cents mètres. En effet, un navire a une grande inertie, il offre une grande prise au vent et au courant, et un temps non négligeable se passe entre le moment où le capitaine conçoit une manœuvre et celui où elle reçoit un commencement d'exécution, puisque tout se fait par personne interposée. A priori, les solutions qui sont bonnes pour un avion où l'on peut compter sur l'obéissance instantanée de l'appareil aux reflexes du pilote, ne peuvent pas convenir à un navire.

Contrairement à ce que l'on pourrait croire, à l'entrée d'un port, un navire ne peut pas ralentir sa course autant qu'il le

voudrait, il est obligé de maintenir une certaine vitesse (dix à quinze kilomètres à l'heure au moins) pour que son gouvernail puisse agir efficacement et pour éviter d'être déporté. A l'entrée même, l'avant du navire qui a pénétré entre les jetées est soustrait à l'action du courant, tandis que l'arrière y reste encore soumis, et si le navire va trop lentement, il est fortement dévié de sa route à ce moment, et risque d'aller heurter les estacades.

Un radioalignement ne tient évidemment pas compte de ces facteurs éminemment variables avec l'heure et la saison et qui, en outre, dépendent des conditions locales. C'est pourquoi la deuxième manière d'aider un navire dans son entrée du port en laissant au capitaine toute initiative de manœuvre, semble grandement préférable.

Cette seconde méthode est basée sur l'emploi d'un ensemble d'appareils, les uns installés à terre, les autres à bord du navire. C'est leur combinaison qui permet au capitaine de faire pénétrer à l'aveugle, son bâtiment entre les jetées qui délimitent l'accès du port.

Problème à résoudre.

Le problème qui se pose est donc d'indiquer au capitaine d'un navire, **où se trouve** et **comment se trouve** son bâtiment par rapport à l'entrée du port, en laissant à son appréciation l'usage des données mises ainsi à sa disposition.

On sait qu'on peut facilement déterminer sur une carte géographique la position d'un mobile M (fig. 1) quand on connaît les angles α et β que font avec la direction du Nord, les directions MA et MB dans lesquelles on voit deux points A et B de positions connues. Il suffit, en effet, de tracer par les points a et b, qui représentent sur une carte ces points A et B, des droites qui font avec la direction du Nord respectivement les angles $\alpha + 180^\circ$ et $\beta + 180^\circ$. Le point m de croisement de ces droites représente à l'échelle de la carte, la position du mobile M. Le triangle abm est semblable au triangle ABM.

Par temps clair, A et B seraient les emplacements de deux phares; mais comme il s'agit de temps brumeux, A et B deviendront des **radiophares**, et la détermination des angles α et β se fera par radio au moyen d'un radiogoniomètre.

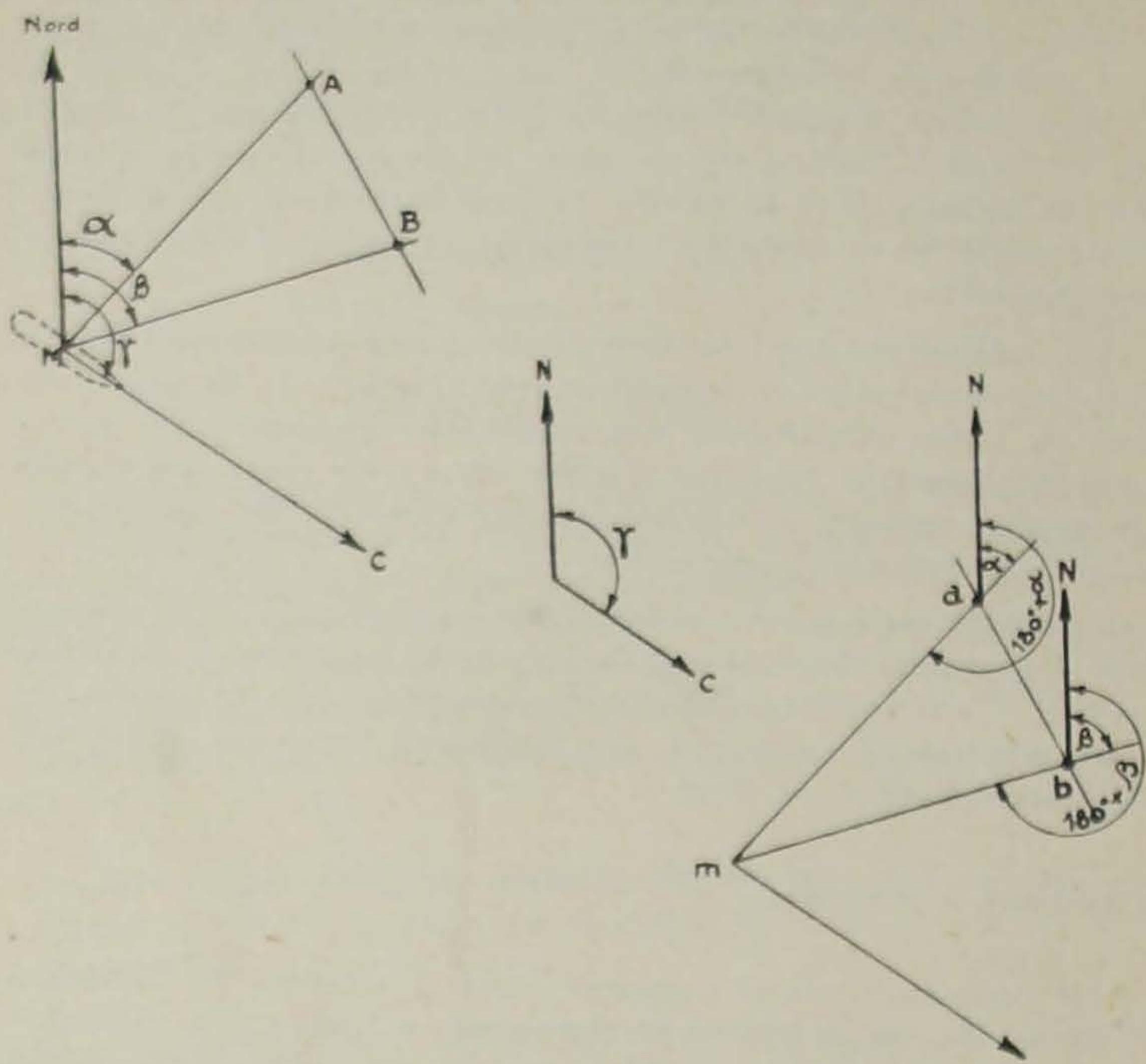


FIG. 1

L'orientation du navire peut facilement être déduite de l'angle γ lu sur la boussole et déterminé par l'axe du navire MC et la direction du Nord.

Dès lors le problème doit comprendre les 3 opérations suivantes :

- 1^o déterminer les directions des deux radiophares A et B dont les emplacements doivent être choisis judicieusement;
- 2^o reporter sur une carte géographiques les angles $\alpha + 180^\circ$ et $\beta + 180^\circ$ trouvés de façon à obtenir le point m par recouplement des deux direction am et bm : la position du navire est ainsi déterminée;
- 3^o déterminer l'orientation du navire.

CONDITIONS PARTICULIERES DU PROBLEME.

I. Emplacement des radiophares.

Comme il s'agit d'avoir une grande précision dans les relevements d'angles à petite distance de l'entrée du port, le passage étant assez étroit, la base AB de la figure précédente doit donc être aussi voisine que possible de ce passage, et il semble logique d'installer les radiophares sur les jetées mêmes. Les radiophares sont installés aux extrémités des jetées qui sont généralement balisées par des feux quoiqu'on perde ainsi toute précision au moment même où le navire se trouve justement entre les deux radiophares et qu'aux distances supérieures à quelques centaines de mètres, comme la base est très petite, on ne peut plus compter que sur un effet de direction.

II. Nécessité d'un appareil automatique.

Au moment où l'utilisation de l'appareil devient nécessaire, le navire se trouve tout près des radiophares, il se déplace assez rapidement comme nous l'avons indiqué plus haut, les directions des radiophares changent tout le temps et la variation angulaire est d'autant plus rapide que l'on se rapproche davantage de l'entrée comme le montre la fig. 2 qui a été tracée pour une entrée de 175 m. de large.

Les appareils radioélectriques que l'on emploie pour déterminer la direction des émetteurs, sont, en principe, constitués par un cadre mobile autour d'un axe vertical et connecté à un récepteur. Quand on fait tourner le cadre, l'intensité de réception passe par un minimum aigu aux moments où le plan du cadre est perpendiculaire à la direction de l'émetteur, ce qui permet de déterminer cette direction avec beaucoup de précision. Dans les radiogoniomètres ordinaires la recherche des minima se fait en faisant tourner le cadre à la main; mais quand la direction de l'émetteur change rapidement, il devient très difficile de « suivre » ainsi les directions de minimum, parce qu'elles se déplacent trop vite; le temps de déterminer la direction des deux radiophares, et de les reporter sur la carte, et le navire est déjà loin de la position trouvée.

Un appareil automatique s'impose donc qui fasse instantanément les deux relevements et les reporte sur la carte. L'organe de base d'un tel appareil est un radiogoniomètre à lecture directe.

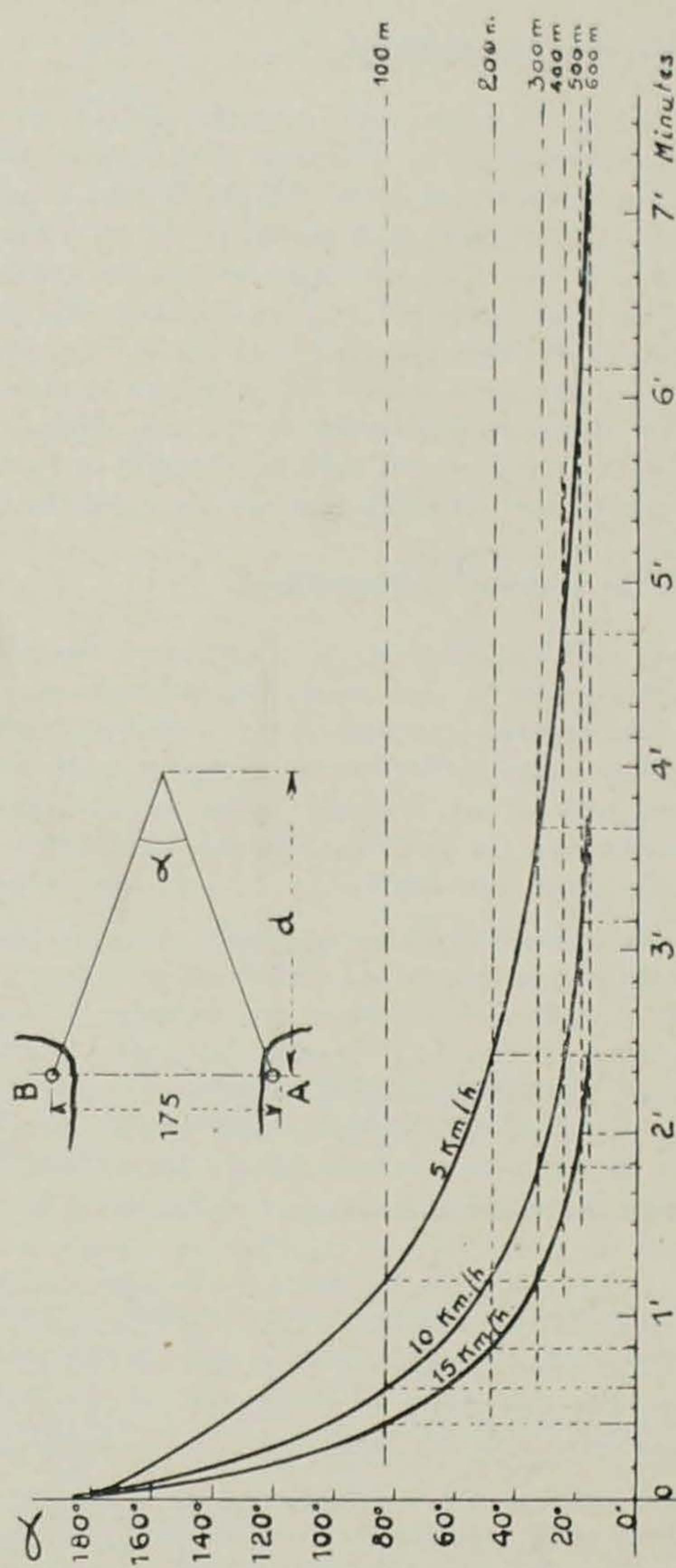


FIG. 2

PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT.

I. L'appareil de bord.

L'appareil radiogoniométrique automatique utilisé à bord, fait usage de lampes à néon d'un type spécial qui tournent en synchronisme avec un cadre à une vitesse telle que l'image lumineuse présentée sur un écran transparent par la luminosité des tubes, paraisse permanente. La caractéristique de ces lampes à néon est que la longueur de la colonne luminescente est une fonction de la tension appliquée (fig. 3). Les réglages

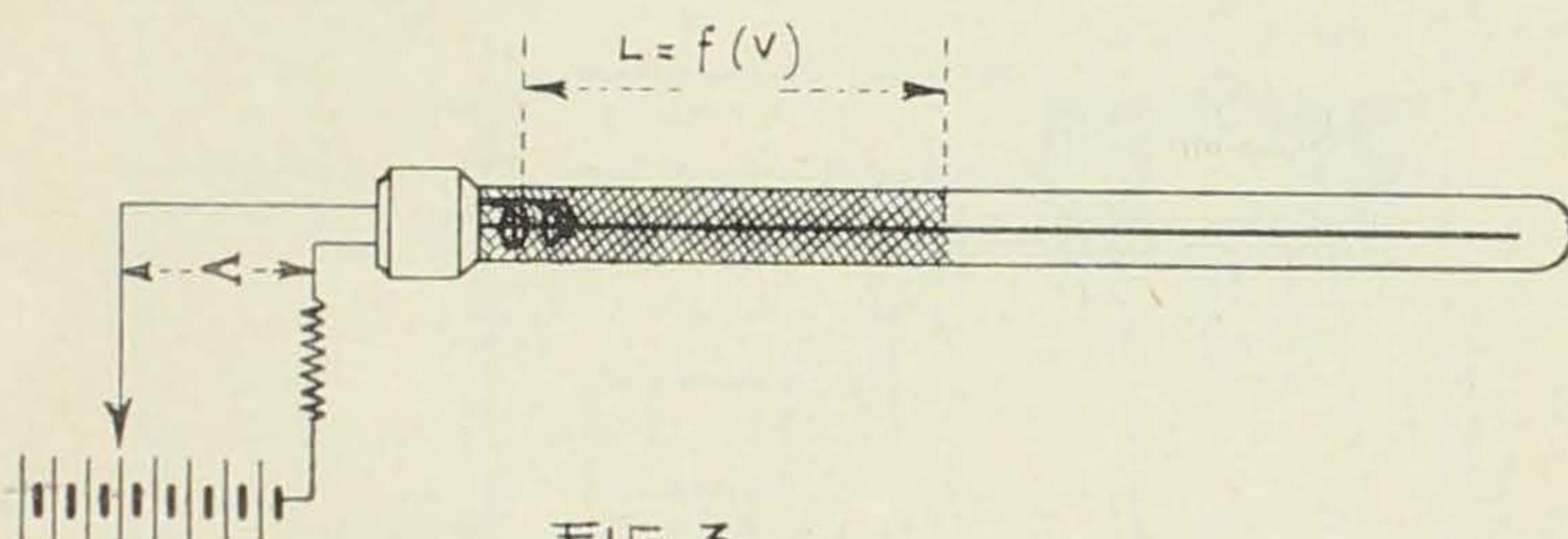


FIG. 3

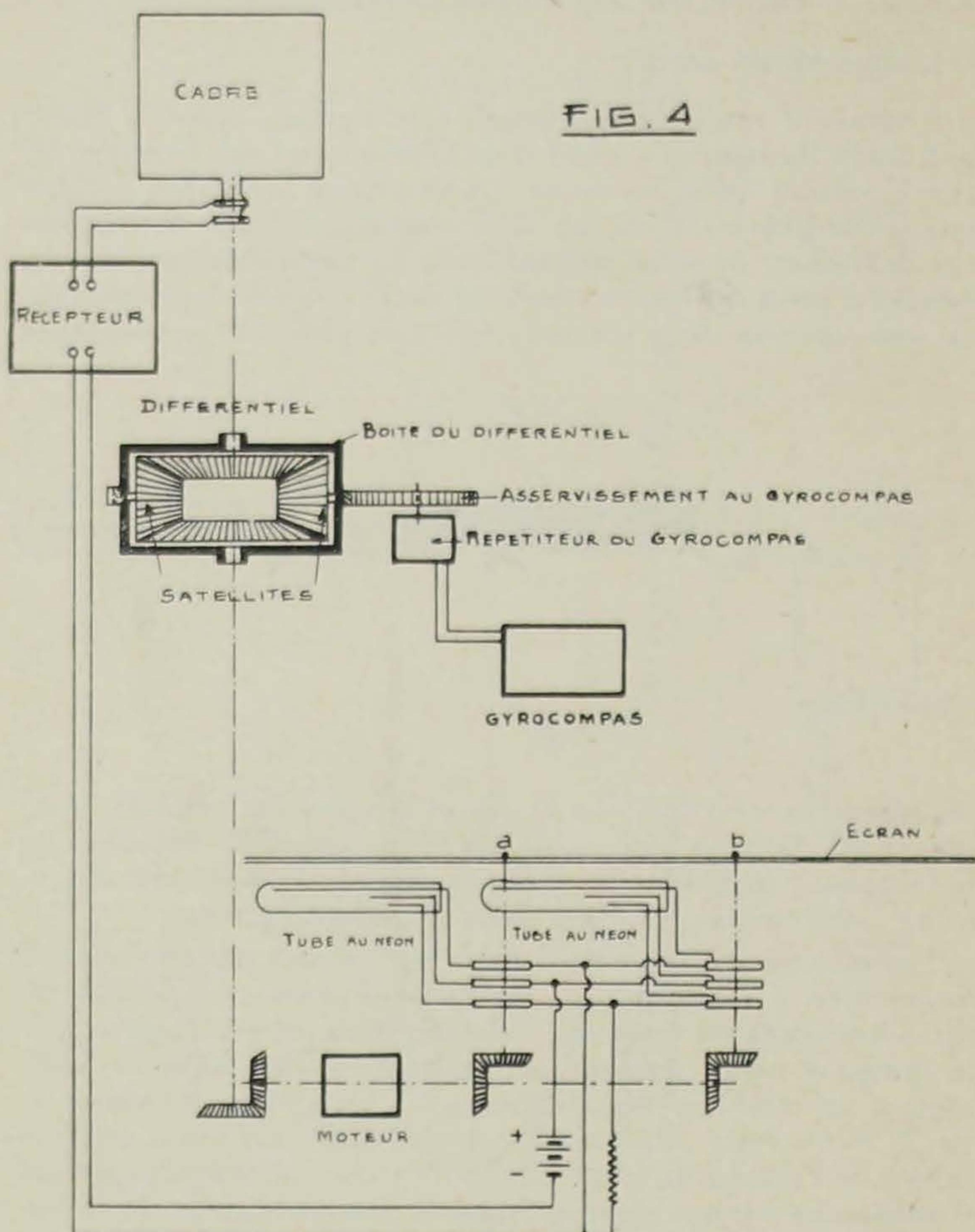
du récepteur sont tels que la lampe à néon est allumée complètement dans les minima de réception et que la longueur de la colonne luminescente diminue quand l'amplitude de la force électromotrice induite dans le cadre augmente.

Les minima du cadre sont donc représentés par des pointes lumineuses. En pratique, il est facile d'obtenir des traits de 40 centimètres de longueur (diamètre du cercle couvert par la lampe à néon pendant sa rotation) et de quelques millimètres de large, ce qui correspond à une plage d'extinction de 2° à 3° ; cette précision est amplement suffisante pour le relevé de l'entrée du port. Un artifice de construction permet d'utiliser les minima pour indiquer la direction réelle du radiophare et non la direction à 90° comme dans les radiogoniomètres ordinaires. La figure 4 représente le schéma de principe de cet appareil, dénommé « **Appareil de bord** » par opposition aux radiophares installés sur les jetées et dénommés « **Appareils terrestres** ».

Cet appareil comprend :

Un moteur d'entraînement;

Un cadre tournant autour d'un axe vertical;



Un récepteur réglé sur la longueur d'onde commune des radiophares;

Un système d'engrenages analogues à un différentiel d'automobile asservi au gyrocompas;

Deux lampes à néon tournant à la même vitesse que le cadre, placées sous un écran commun perpendiculaire à leurs axes de rotation. Les points de percée de ces axes dans l'écran désignés plus loin comme étant les centres des figures lumineuses.

II. Appareils terrestres. — Radiophares.

Le principe de l'appareil de bord ou de détermination des directions étant décrit, voici quelques indications sommaires sur l'installation d'entrée de port.

Le schéma de principe de l'**installation terrestre** est représenté à la figure 5. De chaque côté de l'entrée, on installe un radiophare; ces deux émetteurs A et B sont réglés sur la même longueur d'onde, mais émettent alternativement, c'est-à-dire que les silences de l'un correspondent aux temps d'émission de l'autre et vice versa, grâce à un petit commu-

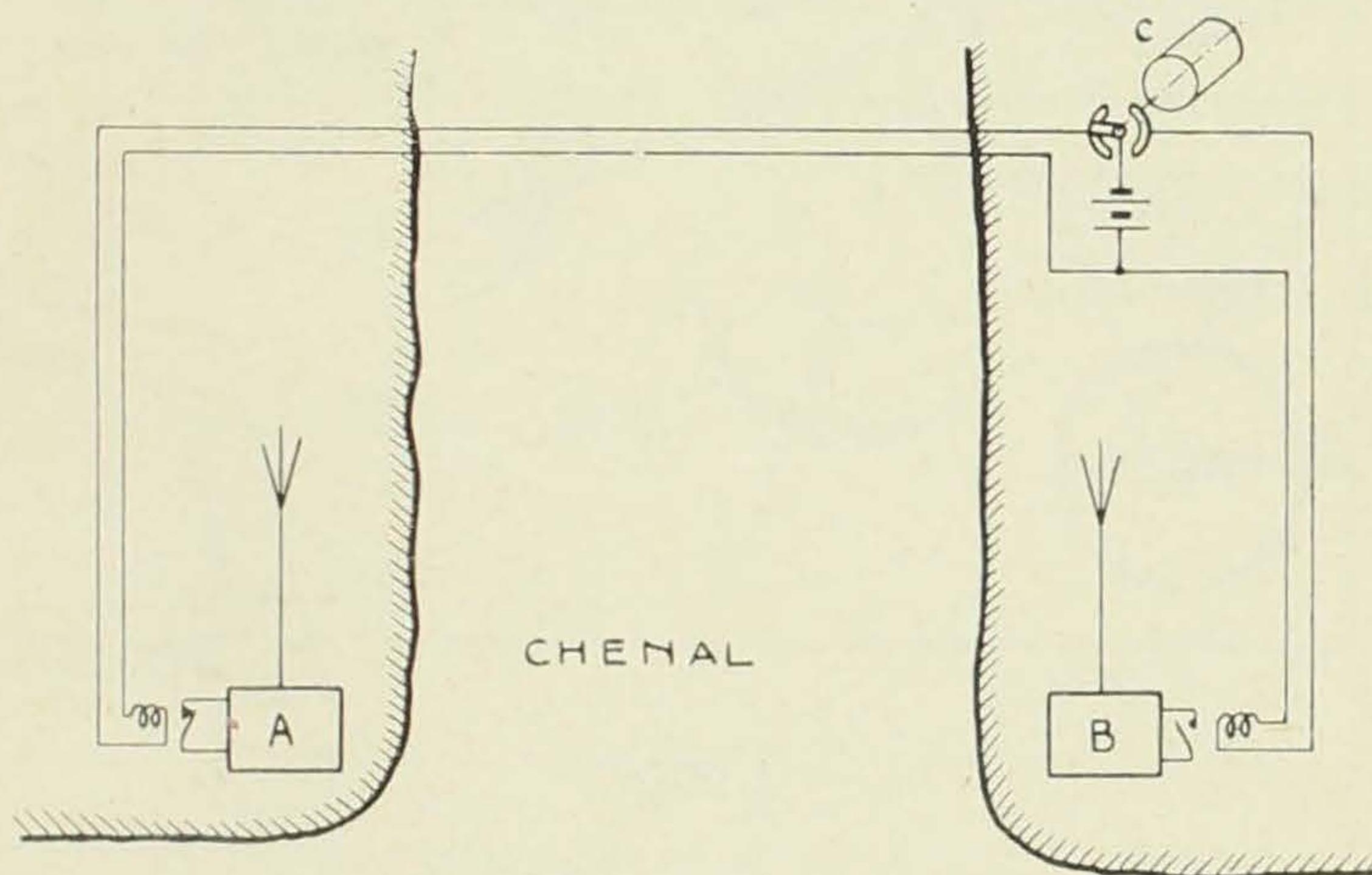


Fig. 5

tateur C représenté sur le schéma. En pratique, il est nécessaire d'avoir un très court recouvrement des émissions pour éviter les faux « minima » correspondant à l'absence totale d'émission.

On a choisi une longueur d'onde voisine de 100 mètres par suite de l'impossibilité d'utiliser des ondes plus longues qui sont encombrées. Ces ondes, qui sont défavorables pour la goniométrie à grande distance, semblent convenir aux petites distances nécessaires pour l'entrée de port.

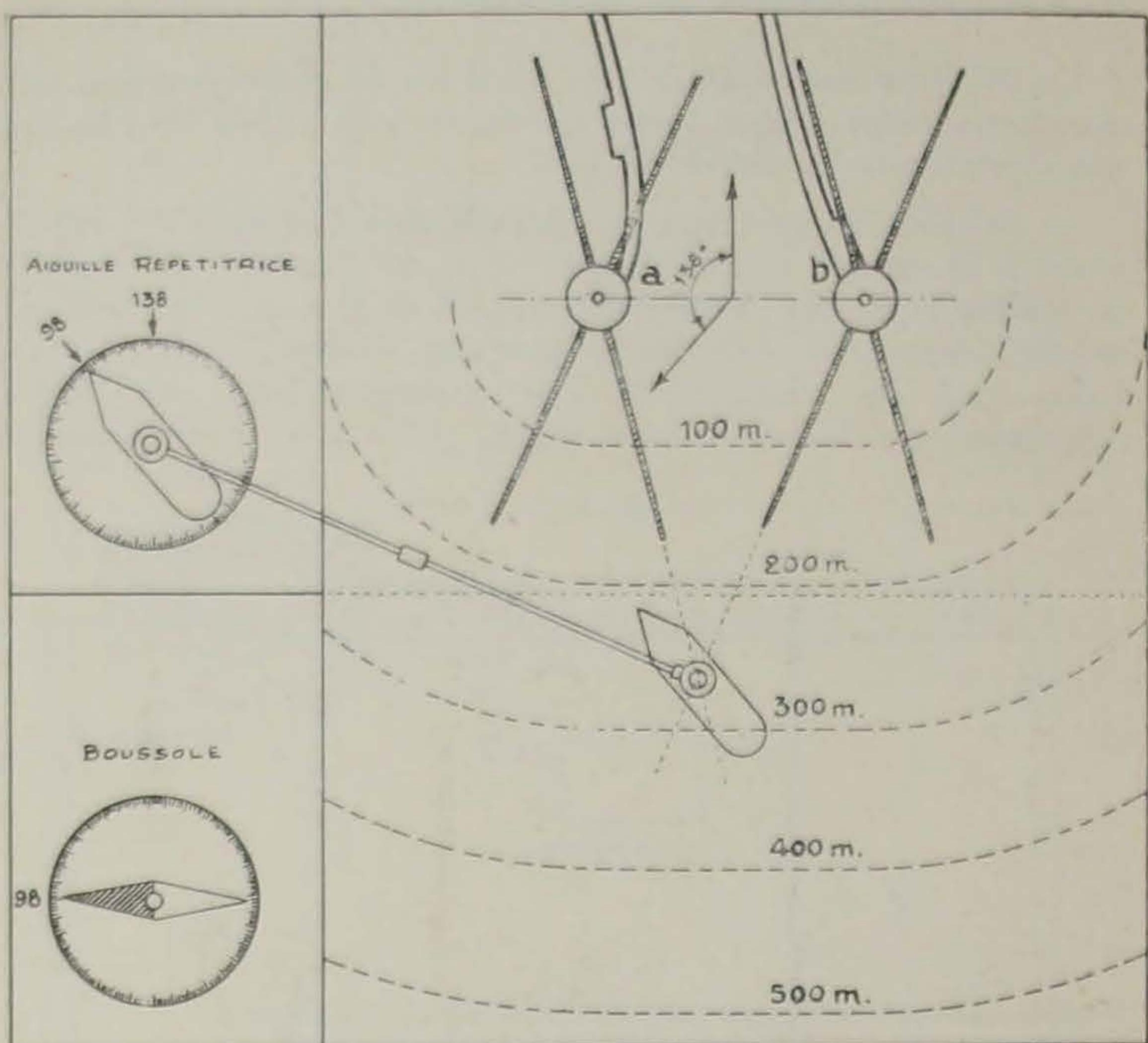


FIG. 6

SOLUTION DU PROBLEME.

I. Détermination des directions des deux radiophares A et B.

Les lampes à néon sont connectées en parallèle à la sortie du récepteur; par suite du fonctionnement alternatif des radiophares, elles s'illuminent toutes deux à la fois dans la direction de celui qui émet. On a donc pendant quelques instants la direction du radiophare A, puis celle du radiophare B, et ainsi de suite. En accélérant suffisamment le rythme des alternances d'émission, par suite de l'inertie de l'œil, on pourra avoir l'illusion que les deux directions sont obtenues en permanence. La figure 6 montre alors ce que l'on voit à travers l'écran. La première opération est ainsi réalisée.

II. Détermination de la position du navire.

Considérons les alignements lumineux qui se recoupent dans le bas de l'écran et admettons que le triangle formé par ces deux alignements et la droite qui joint les centres a et b soit semblable au triangle ABM formé par les radiophares et le navire. Superposons à l'écran une carte géographique tracée sur une matière transparente (du celluloïd, par exemple) à une échelle telle que les emplacements des radiophares A et B soient superposés aux centres a et b des figures lumineuses. Dans ces conditions, à cause de la similitude des triangles, le point de rencontre des deux alignements représente la position du navire sur la carte, et la deuxième opération est réalisée.

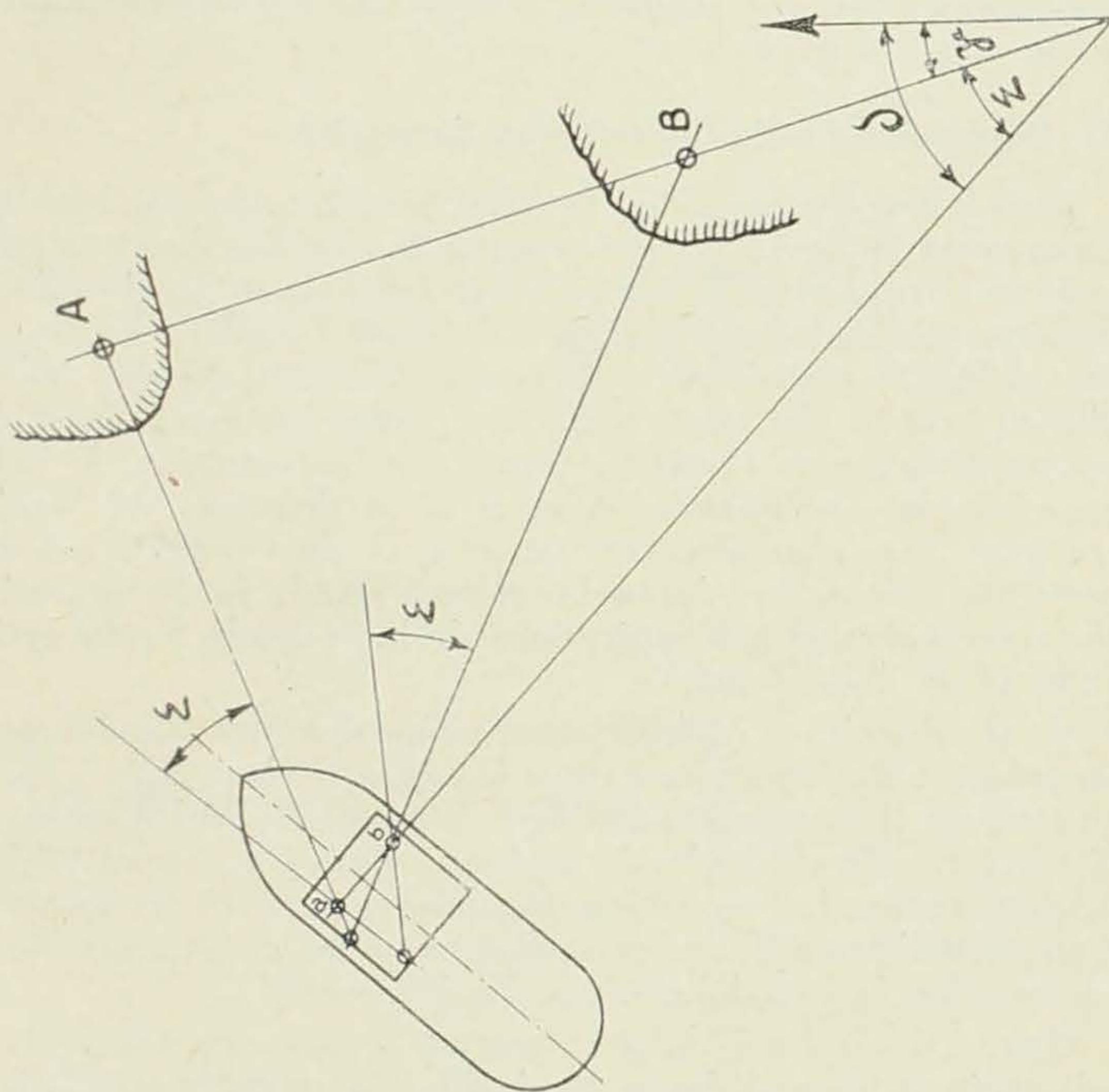


FIG. 7

Remarque. — A vrai dire, il existe un second point de rencontre, celui des deux autres alignements; mais il est facile de voir que si la ligne des centres représente l'entrée, ce second point représenterait le navire déjà entré dans le port, tandis que le premier le représente encore en mer. Il semble que dans la pratique, cette ambiguïté ne puisse pas être gênante.

On éviterait cela si les lampes à néon étaient alimentées chacune par un cadre, et si les radiophares émettaient sur des longueurs d'onde différentes; la lampe de gauche ne donnerait que l'alignement du radiophare de gauche et celle de droite, celui du radiophare de droite; mais cela exige deux longueurs d'onde par entrée de port, et à bord, deux récepteurs, donc complication de réglages; c'est pourquoi nous avons employé la solution du fonctionnement alternatif des radiophares sur une longueur d'onde qui permet de n'avoir qu'un cadre à bord.

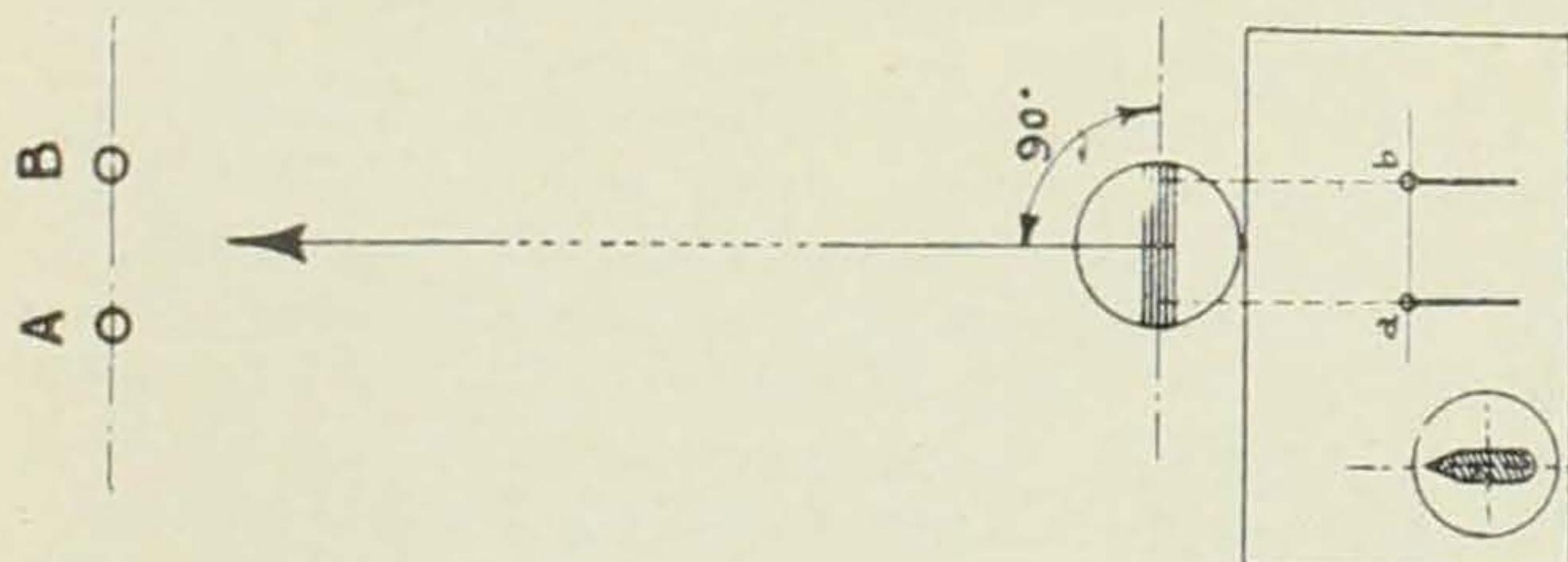
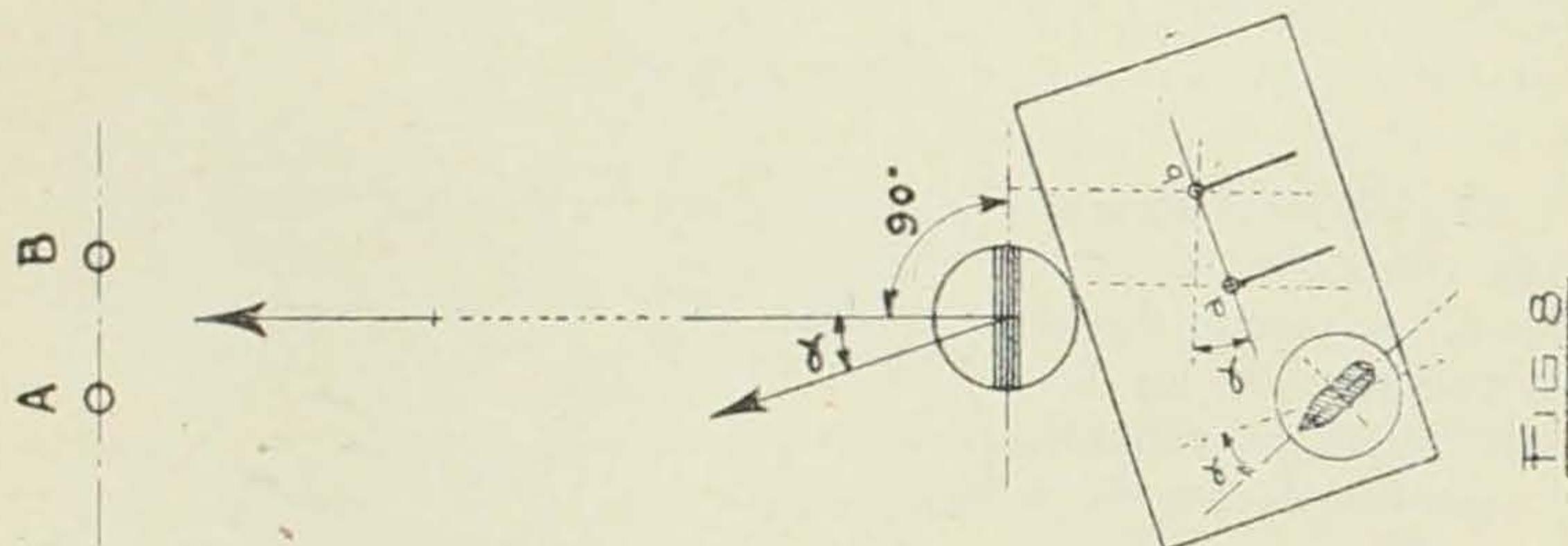
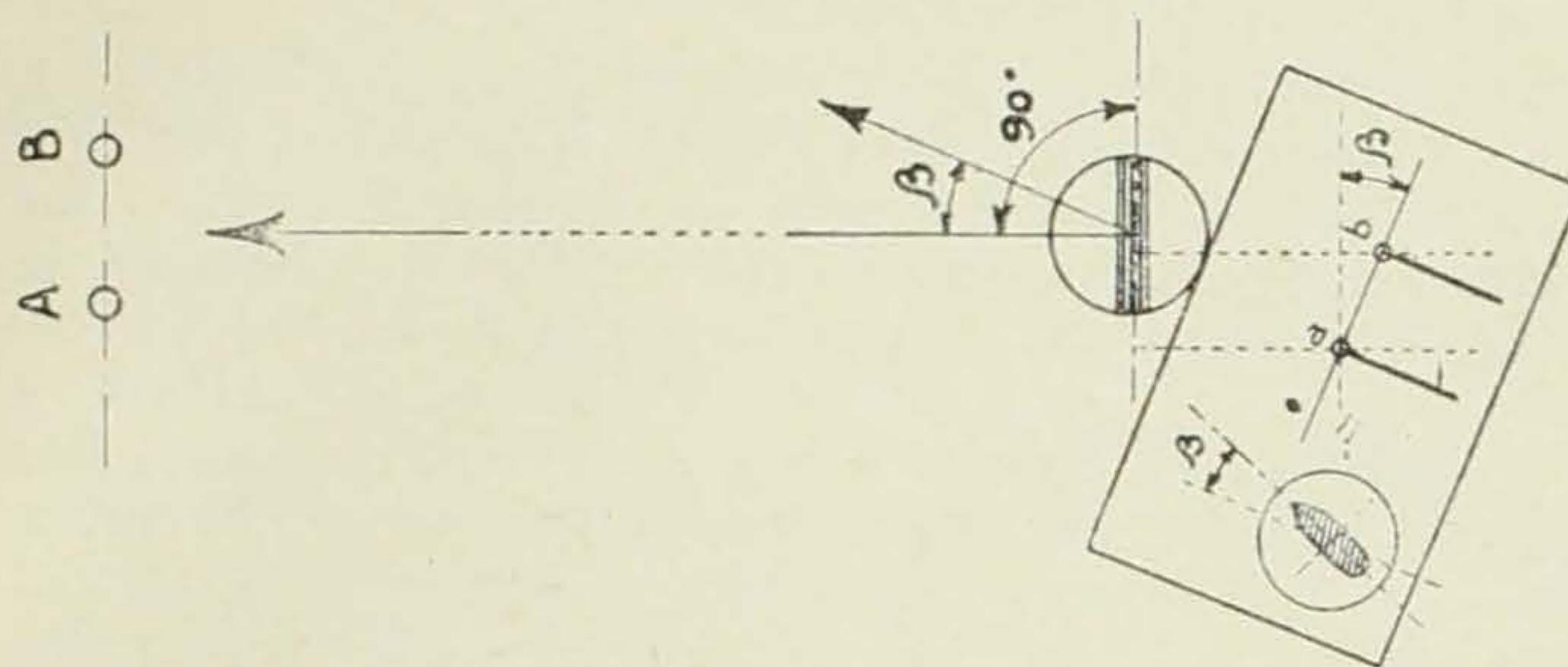
III. Détermination de l'orientation du navire.

Mais il faut que les triangles ABM et abm soient semblables. Examinons la figure 7; nous voyons facilement que la similitude des triangles est obtenue si l'on fait tourner les directions données par les lampes à néon d'un angle ε égal à l'angle que fait la droite des centres a et b avec l'alignement des radiophares A et B . Cet angle peut être déduit immédiatement de la connaissance de l'angle γ formé par l'intersection de l'alignement des radiophares A et B et la direction du Nord (constant pour chaque entrée de port, et de l'angle δ qui dépend de l'orientation du navire et peut être lu sur la boussole. Un asservissement aux indications de la boussole ou du gyrocompas est donc possible.

Pour obtenir ce déplacement angulaire des alignements lumineux, nous intercalons entre le cadre et les lampes à néon un système d'engrenages analogue à un différentiel d'automobile qui permet de régler la position relative du cadre et des lampes à néon. La correction angulaire nécessaire est automatiquement obtenue si l'on peut disposer d'un gyrocompas pour commander le fonctionnement du différentiel.

Quand il n'y a pas de gyrocompas, on fait cette correction à la main au moyen d'une manivelle. Une aiguille répétitrice, par un jeu d'engrenages, indique automatiquement la correction qui est apportée. Cette aiguille se déplace devant un

cercle gradué qui, par un déplacement convenable du zéro, permet de tenir compte de l'angle constant γ qui dépend de l'alignement des radiophares. Pour réaliser la similitude des



triangles, il suffit alors d'agir sur le différentiel pour que l'aiguille répétitrice soit toujours devant les mêmes graduations que l'aiguille de la boussole.

Il nous reste maintenant à constater que la troisième opération (détermination de l'orientation du navire par rapport à l'entrée) est réalisée sans plus; cette orientation est, en effet, fidèlement représentée par l'orientation de l'aiguille répétitrice par rapport à la ligne des centres.

Cette constatation peut être aisément faite sur la figure 8 qui a été dessinée en supposant que les radiophares sont très éloignés du navire. On y a représenté, pour trois orientations du navire, la position du cadre correspondant au minimum de réception, la position des lampes à néon, d'abord sans correction (en pointillé), puis après correction (en trait plein) et enfin la position de l'aiguille répétitrice après correction. Par conséquent, on a l'**orientation du bateau** par rapport à l'**entrée du port**. Par un système d'engrenages et de tiges coulissantes, on peut reporter au point de rencontre des alignements des faisceaux lumineux un modèle en réduction du navire qui donne l'orientation exacte de celui-ci sur la carte (fig. 6).

CONCLUSION.

Si l'on peut asservir le différentiel à un gyrocompas, l'appareil donne automatiquement :
les alignements des deux radiophares qui, prolongés, donnent la position du navire;
le résultat du report sur la carte;
l'orientation du navire par rapport à l'entrée.

En l'absence de gyrocompas, les corrections conformément aux indications de la boussole doivent être faites à la main, mais l'opération est rendue très facile.

Il est évident qu'indépendamment de son utilisation comme dispositif d'entrée de port par temps de brume, l'appareil Marique - S.A.I.T. peut rendre les services d'un radiogoniomètre ordinaire en ne relevant qu'un seul radiophare émettant dans la gamme normalement couverte. L'appareil employé dans ces conditions restant automatique présentera un gros avantage sur le radiogoniomètre ordinaire. La lecture directe aura d'autre part une importance toute spéciale pour des navires dépendant de lignes régulières à grandes vitesses qui pourront par des relèvements alternés et réguliers éviter toute éventualité de collision.