

LES ONDES COURTES EN T. S. F. OU LA RADIOTÉLÉGRAPHIE DIRIGÉE

Par Guy MALGORN

LA télégraphie sans fil dirigée remonte aux débuts de l'invention, car Hertz lui-même employait des réflecteurs aux extrémités émettrice et réceptrice, afin de renforcer les signaux et de montrer que les ondes électriques qu'il avait découvertes obéissent, dans une certaine mesure, aux lois ordinaires de la réflexion optique. Marconi lui-même, au cours de ses premières expériences, se servait de réflecteurs pour augmenter sensiblement la portée et réaliser un fonctionnement uni-directionnel.

La découverte par Marconi de la grande augmentation de portée obtenue par l'emploi des grandes longueurs d'onde et la réalisation d'une antenne verticale mise à la terre, destinée à rayonner les ondes, mirent fin, pendant longtemps, aux essais tentés pour ne rayonner les ondes que dans une direction déterminée. Les longueurs d'onde devinrent de plus en plus grandes, et, comme la première application de la télégraphie sans fil — communications entre la terre et les navires, ou entre navires — nécessitait un rayonnement des ondes dans toutes les directions, les systèmes uni-directionnels furent bientôt à peu près complètement abandonnés.

Actuellement, la portée atteinte est à peu près la portée maximum que l'on puisse espérer sur la terre ; quant aux longueurs d'onde, elles ont augmenté au point que les fréquences correspondantes approchent des limites d'audibilité. L'intervalle possible de longueurs d'onde est de plus en plus occupé, de sorte que, malgré l'emploi des ondes entretenues et des récepteurs extrêmement sélectifs, on peut prévoir le moment où, pour augmenter le nombre des services radioélectriques, il sera indispensable d'avoir

recours à des systèmes employant de très bonnes caractéristiques directionnelles.

Enfin, sur terre comme sur mer, on a été amené à utiliser des appareils permettant de déterminer la direction du poste émetteur. Le radiogoniomètre — ou cadre — est, en effet, d'un usage courant à bord des navires, car il leur permet de déterminer leur position, malgré la brume, dans les passages dangereux.

Le radiogoniomètre est une solution du problème de la radiotélégraphie dirigée. L'emploi des très courtes longueurs d'onde — inférieures à 20 mètres — en est une autre, comme nous le verrons en détail plus loin ; mais, auparavant, nous allons reprendre — et l'on nous permettra même de nous y étendre — les différents points que nous venons seulement d'esquisser.

Les longueurs d'onde employées en T. S. F.

La meilleure façon de comprendre le mécanisme des ondes est d'étudier celles qui se produisent à la surface des liquides. Nous connaissons tous les ondulations de la mer ou « vagues » et les séries d'ondes concentriques créées par la chute d'une pierre dans un étang parfaitement tranquille. Une feuille de carton ondulé représente également assez bien des ondes.

On appelle alors *longueur d'onde* la distance la plus courte mesurée entre deux crêtes voisines (fig. 1 à la page suivante). Les ondes successives (les rides dans le cas de notre étang) sont d'autant plus rapprochées que la longueur d'onde est plus courte. Les vagues de la Méditerranée, très rapprochées les unes des autres, ont une courte longueur d'onde ; les vagues de l'Océan, au contraire, ont une grande longueur d'onde.

Chaque onde se déplace avec une certaine



HENRICH HERTZ

Le physicien allemand qui découvrit les ondes électromagnétiques employées pour la télégraphie et la téléphonie sans fil.

vitesse appelée *vitesse de propagation* de l'onde. On peut imaginer, par exemple, une mouette rasant l'eau et se déplaçant de façon à rester constamment au-dessus d'une crête bien déterminée, dans le cas des vagues produites à la surface de la mer ; la vitesse à laquelle devra voler la mouette pour se maintenir au-dessus de cette crête, sera la vitesse de propagation de la vague.

Quant à la *fréquence*, c'est le nombre d'ondes produites par seconde. Si notre mouette, au lieu de se déplacer de façon à suivre les vagues, restait immobile, elle verrait défiler sous elle un certain nombre d'ondes ; supposons (ce qui n'est pas, car la fréquence des vagues n'est pas aussi précipitée) que, pendant une seconde, la mouette compte deux ondes ; la fréquence des vagues sera de deux.

On conçoit aisément qu'il existe une relation entre les trois grandeurs que nous venons de définir. Il est facile, en effet, de voir que la longueur d'onde, exprimée en mètres, est égale à la vitesse de propagation, en mètres par seconde, divisée par la fréquence. Reprenons notre exemple des vagues. Dans l'océan Atlantique, les vagues sont espacées d'environ 100 mètres de crête à crête, c'est-à-dire que leur longueur d'onde est de 100 mètres ; elles se déplacent à la vitesse d'environ 40 kilomètres à l'heure, soit environ 100 mètres à la seconde ; leur fréquence, qui s'obtient en divisant la vitesse par la longueur d'onde, est d'un dixième, c'est-à-dire qu'il passe régulièrement en un point déterminé une vague toutes les dix secondes.

Remarquons, en passant, que si un navire marchant droit à la lame, tangué, au grand dam des passagers, c'est qu'il ne marche pas assez vite et qu'il est dépassé par la lame dont la vitesse moyenne, avons-nous vu, est

de 40 kilomètres à l'heure ; par conséquent, il se trouvera tantôt dans un creux, tantôt sur une crête de vague et sera secoué.

Dans le cas de la pierre lancée dans l'eau, la vibration initiale se transmet de proche en proche par l'intermédiaire des molécules d'eau qui agissent les unes sur les autres. Dans le cas des ondes électromagnétiques, il faut nécessairement qu'il existe un milieu doué de propriétés élastiques, et dans lequel les vibrations se propagent également de proche en proche. Ce milieu invisible et impondérable est *l'éther*.

La vitesse de propagation de ces ondes à travers l'espace est très sensiblement celle de la lumière et l'on admet pratiquement qu'elle atteint 300.000 kilomètres par seconde.

A ce propos, il est intéressant de signaler que les différentes radiations, telles que les ondes lumineuses, calorifiques et électromagnétiques, sont toutes de même nature : elles se propagent sous forme d'ondes et ne diffèrent

entre elles que par leur longueur, qui se mesure, avons-nous vu, par la distance entre deux crêtes successives. Les plus grandes longueurs d'onde employées actuellement sont celles des ondes électromagnétiques : entre 25.000 mètres et 200 mètres environ. Viennent ensuite les rayons calorifiques dont la longueur d'onde est de 0,005 mm. environ ; l'œil ne les distingue pas encore. Puis viennent les rayons de lumière rouge que l'œil commence à percevoir

(longueur d'onde : 0,0007 mm.) ; la perception se fait de mieux en mieux lorsque la longueur d'onde diminue jusqu'à 0,0005 mm., longueur d'onde correspondant à la lumière jaune-verdâtre. Au-dessous de 0,00035 mm. (lumière violette), l'œil ne perçoit plus les rayons, qui sont alors appelés *ultra-violets*. Enfin, en réduisant encore la longueur

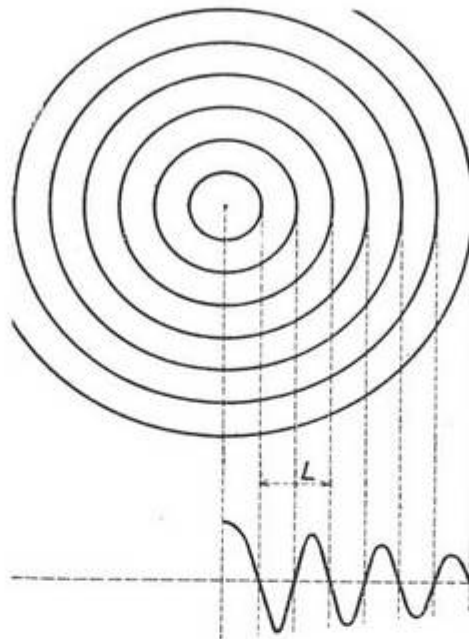


FIG. 1. — LA LONGUEUR D'ONDE EST REPRÉSENTÉE PAR LA LONGUEUR « L » DANS LE CAS DES RIDES CIRCULAIRES PRODUES PAR UNE PIERRE LANCÉE DANS L'EAU D'UN BASSIN

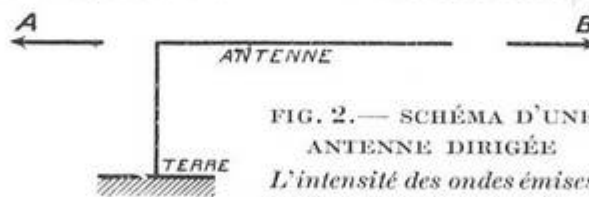


FIG. 2. — SCHEMA D'UNE ANTENNE DIRIGÉE
L'intensité des ondes émises est beaucoup plus forte dans la direction A que dans la direction B. De même, à la réception, les ondes venant de la direction A sont entendues avec beaucoup plus de force que celles venant de la direction B.

d'onde, on arrive aux rayons X dont la longueur d'onde varie de 0 mm. 00000005 (rayons « mous ») à 0 mm. 00000003 (rayons « durs »). Les rayons gamma, qui sont des rayons particuliers émanés par les substances radioactives, telles que le radium, ont une longueur d'onde encore plus faible qui ne dépasse pas 0 mm. 00000001.

L'analogie que nous venons de signaler entre les ondes électromagnétiques et les ondes lumineuses, a été imaginée pour la première fois par Maxwell et confirmée par les mémorables expériences de Hertz. Cette analogie a suggéré l'idée de réaliser des communications sans fil à distance à l'aide de ces ondes électromagnétiques, comme on le faisait déjà par rayons lumineux dans la télégraphie optique.

Il suffit évidemment, pour cela, d'émettre des ondes hertziennes pendant des intervalles plus ou moins longs correspondant, par exemple, aux points et aux traits de l'alphabet Morse.

Mais on se heurte tout de suite à une difficulté spéciale. La télégraphie optique, en effet, ne parvient aux distances de communication relativement considérables qu'elle réalise, qu'en concentrant les rayons lumineux dans une direction bien déterminée, à l'aide de miroirs et de lentilles. Or, cette concentration n'est possible qu'autant que les miroirs et les lentilles ont des dimensions très considérables par rapport aux longueurs d'onde utilisées : si cette condition ne peut pas être réalisée, les rayons lumineux s'épanouissent très largement, une notable portion de l'énergie mise en jeu est dépensée en pure perte.

Les ondes lumineuses ayant une longueur d'onde moyenne d'environ 5/10.000^e de millimètre, des lentilles et des miroirs de quelques centimètres de diamètre suffisent pour les concentrer dans une direction déterminée.

Au contraire, les ondes électromagnétiques que l'on est conduit à employer en T. S. F., ont toujours quelques centaines de mètres de longueur ; pour les concentrer efficacement dans une direction donnée,

il faudrait employer des lentilles et des miroirs de plusieurs kilomètres de diamètre. On ne peut, évidemment, y songer. Nous allons cependant voir bientôt qu'on étudie la possibilité d'employer en télégraphie ou

téléphonie sans fil des ondes extrêmement courtes, de 1 à 20 mètres seulement. Ces ondes jouissent de la propriété de se réfléchir, tout comme les ondes lumineuses. On a donc pu, au moyen de réflecteurs spéciaux, réaliser des portées relativement considérables ; les signaux étant projetés dans une seule direction, tout comme un faisceau lumineux, on possède là le moyen de réaliser des communications secrètes que ne peuvent intercepter les personnes situées en dehors de cette direction.

Avantage des grandes longueurs d'onde

L'énergie mise en jeu par les oscillations électriques qui se développent dans un circuit oscillant — c'est-à-dire composé d'un condensateur et d'une bobine de self-induction — augmente proportionnellement à la capacité du condensateur. On est donc conduit, pour obtenir des oscillations énergiques, à augmenter la capacité du condensateur. Mais, d'autre part, la longueur des ondes émises est fonction de la capacité du circuit oscillant : toute augmentation de capacité se traduit par une augmentation de la longueur des ondes émises. On est ainsi amené à employer des ondes longues toutes les fois que l'on veut réaliser des portées un peu considérables : en pratique, les ondes utilisées ont toujours plusieurs centaines de mètres de longueur, ainsi que nous l'avons dit précédemment.

Du reste, ces grandes longueurs d'onde ont un autre avantage. Nous avons vu plus haut que, par suite de leur longueur, les ondes électromagnétiques ne pouvaient être concentrées dans une direction déterminée ; elles s'épanouissent largement, d'autant plus que les ondes employées sont plus longues. Avec des ondes de quelques centaines de mètres, cet épa-

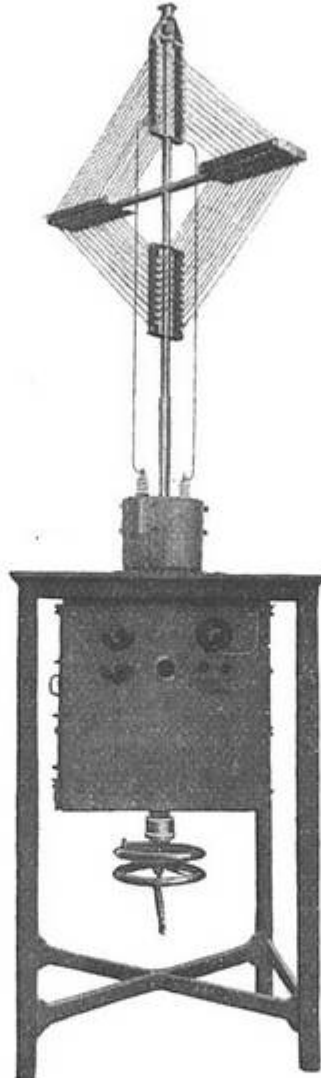


FIG. 3. — VUE D'UN RADIOGONIOMÈTRE

Les appareils récepteurs sont contenus dans la boîte visible sous le cadre, dont l'orientation est obtenue au moyen du volant placé à la partie inférieure.

nouissement est très important et permet à ces radiations de ne pas être arrêtées par les obstacles dus au relief du sol, ou simplement à la courbure du globe, tandis que des ondes plus courtes seraient complètement arrêtées, quand bien même elles seraient beaucoup plus énergiques.

C'est ainsi, par exemple, qu'un corps opaque intercalé dans un faisceau lumineux, dont la longueur d'onde est toujours très faible, projette derrière lui une ombre, c'est-à-dire une région de l'espace où la lumière ne pénètre pas, tandis que la houle de la mer, dont les ondulations sont beaucoup plus longues, franchit sans difficulté, en les contournant, des obstacles même considérables.

Mais les grandes longueurs d'onde employées actuellement constituent une limite, que, pour plusieurs raisons, on n'a guère intérêt — ni possibilité — de dépasser. On est ainsi obligé de « loger » toutes les communications dans un intervalle relativement restreint — de 200 à 25.000 mètres — et l'on fixe à chaque service une gamme d'ondes particulière dont il ne doit pas sortir; c'est ainsi que les navires de commerce communiquent sur la longueur d'onde de 600 mètres, que l'on a réservé aux avions un intervalle variant de 850 à 950 mètres, etc...

Etant donné le nombre énorme de communications établies sur la surface du globe, il a fallu régenter le service des postes radiotélégraphiques de la manière que nous venons d'indiquer. Mais, surtout, l'on a été conduit à rechercher les moyens de limiter les interférences ou « brouillages » dus aux autres postes. L'emploi des ondes entretenues, d'une part, et de récepteurs sélectifs, d'autre part, a amélioré la situation, mais n'a pas résolu de façon définitive le problème. Il arrivera probablement un moment où l'on sera obligé d'avoir recours à des appareils rayonnant les ondes électromagnétiques dans une direction bien déterminée, ce qui non seulement réduira la gêne due aux interférences, mais aussi assurera, dans une certaine

mesure, le secret des communications télégraphiques recherché depuis très longtemps.

Moyens employés pour diriger les ondes

Les antennes dirigées et les cadres. — Une antenne dirigée consiste en une antenne coudée possédant une partie verticale peu développée et une partie horizontale très développée par rapport à la précédente (fig. 2). L'expérience montre qu'une telle antenne donne une réception maximum quand le correspondant est dans le plan de l'antenne et du côté opposé à l'extrémité libre de celle-ci. Elle est minimum, au contraire, quand le correspondant est dans le plan de l'antenne et du côté de l'extrémité libre. Dans les directions intermédiaires, la puissance de réception de l'antenne dirigée prend des valeurs intermédiaires entre le maximum et le minimum.

L'effet de direction est d'autant plus marqué que la nappe horizontale est plus développée par rapport à la nappe verticale. Une telle antenne peut être indistinctement utilisée soit pour l'émission, soit pour la réception.

Au lieu de connecter le récepteur à l'antenne et à la terre, on peut aussi le connecter à un circuit fermé, constitué par plusieurs spires planes dans des plans parallèles. On démontre et on constate que le cadre ainsi formé capte un maximum d'énergie lorsque le plan des spires, supposé vertical, passe par le poste émetteur.

Considérons (fig. 4) en projection horizontale l'antenne émettrice. Les ondes émises par cette antenne se propagent sous forme de sphères concentriques à l'antenne. On conçoit aisément que le cadre embrasse un maximum d'ondes, c'est-à-dire que le son capté soit plus fort, lorsque son plan est dirigé vers l'antenne émettrice. Le nombre d'ondes reçu est, au contraire, presque nul et le son reçu minimum, lorsque le plan du cadre est tangent aux ondes, c'est-à-dire qu'il est perpendiculaire à la direction de l'antenne.

Ces propriétés existent aussi bien pour l'émission que pour la réception, c'est-à-dire

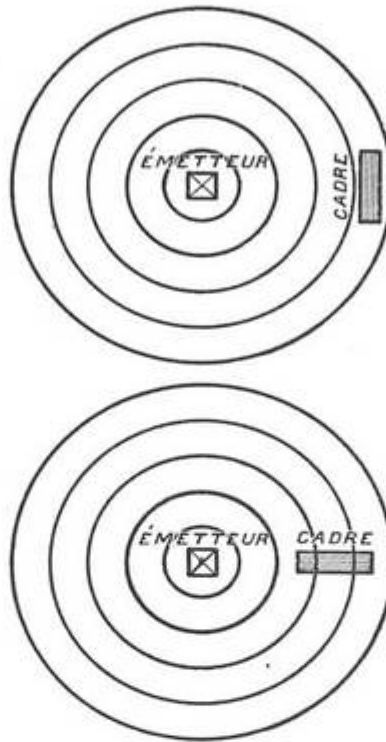


FIG. 4. — EXPLICATION DE LA RÉCEPTION UNI-DIRECTIONNELLE D'UN CADRE

Figure supérieure : quand le cadre est tangent aux ondes, l'énergie reçue est nulle. Figure inférieure : quand le cadre est perpendiculaire aux ondes, l'énergie reçue est maximum.

que l'on peut se servir d'un cadre pour émettre des ondes et que l'énergie émise est maximum dans la direction du plan du cadre. On emploie, d'ailleurs, très rarement les cadres à l'émission, car ils ne permettent pas de réaliser des portées aussi considérables que les puissantes antennes actuelles.

Nous ne nous étendons pas davantage sur la question des cadres ou radiogoniomètres, qui mériteraient d'ailleurs une étude technique beaucoup plus approfondie.

Avant de passer à l'étude de la méthode qui justifie le titre de notre article, signalons qu'il existe un autre type d'antenne, appelé antenne Beverage, du nom de son inventeur, qui permet de réaliser des propriétés directionnelles à la réception. Cette antenne est constituée par un long fil horizontal dont la longueur est approximativement celle de l'onde à recevoir. Nous nous proposons d'en reparler dans un autre article.

L'emploi des réflecteurs en T. S. F.

Le système de réflecteurs

fut un des premiers essayés en télégraphie sans fil, mais avec assez peu de succès, car l'emploi de réflecteurs de dimensions raisonnables implique l'emploi de très courtes longueurs d'onde, de l'ordre de quelques mètres seulement. La très forte absorption de ces ondes sur terre ou sur mer et la difficulté de leur communiquer beaucoup d'énergie, expliquent l'insuccès des premières expériences tentées sur ce sujet.

En 1916, Marconi reprit, en Italie, l'étude de la question pour certains buts de guerre. Les ondes utilisées avaient 2 à 3 mètres de longueur. L'émetteur était du type à étincelles éclatant dans de l'air comprimé. Les réflecteurs employés consistaient en un certain nombre de fils métalliques accordés sur l'onde à transmettre et disposés sur un cylindre à base parabolique dont le foyer

était occupé par l'antenne. Le système émetteur pouvait tourner et l'on en étudiait les effets sur un poste récepteur utilisant un simple détecteur à galène. La portée ainsi réalisée fut d'une dizaine de kilomètres.

Les expériences furent continuées à Carnarvon, en 1917. En employant un émetteur à air comprimé perfectionné, une longueur d'onde de 3 mètres et un réflecteur d'ouverture égale à deux longueurs d'onde et de hauteur égale à une longueur d'onde et demie, on réussit à atteindre une portée de près de 40 kilomètres, sans qu'il fût nécessaire d'employer un réflecteur à la réception.

Ces expériences ont attiré l'attention sur un phénomène de propagation assez peu connu, à savoir : l'augmentation très rapide d'intensité du champ électrique avec la hauteur au-dessus du sol. L'augmentation est proportionnelle au rapport de la hauteur au-dessus du sol à la longueur d'onde ; assez peu sensible pour les ondes de quelques centaines de mètres,

elle est très marquée pour les ondes de quelques mètres. C'est ainsi que la portée obtenue à Carnarvon avec une onde de 3 mètres, était supérieure à 35 kilomètres, lorsque le poste émetteur était placé à l'altitude de 180 mètres et le poste récepteur à l'altitude de 90 mètres. Or, avec le poste émetteur au niveau de la mer, le poste récepteur étant toujours à la même hauteur, la portée était réduite à moins de 12 kilomètres. En plaçant le poste émetteur à des hauteurs intermédiaires, on obtint des portées échelonnées entre les deux valeurs-limites précédentes. Enfin, en plaçant le poste émetteur et le poste récepteur au niveau de la mer, on a réalisé une portée de moins de 7 kilomètres avec les mêmes appareils.

Après quelques essais préliminaires avec des postes à lampes, une série d'expériences

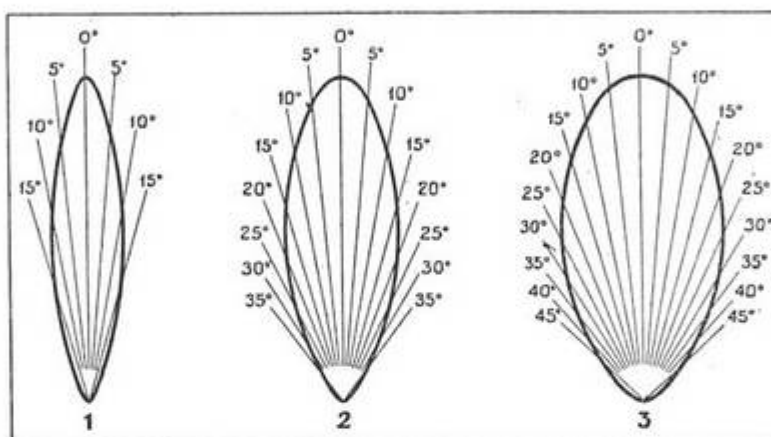


FIG. 5. — COURBES MONTRANT LA VARIATION DE L'INTENSITÉ LORSQU'ON S'ÉCARTE DE L'AXE DU RÉFLECTEUR ; LES TROIS COURBES CORRESPONDENT A DES RAPPORTS DIFFÉRENTS DE LA LONGUEUR D'ONDE A LA LARGEUR D'OUVERTURE DU RÉFLECTEUR

1. Longueur d'onde, 4 m. 28 ; ouverture = 2,57 longueurs d'onde.
 — 2. Longueur d'onde, 5 m. 54 ; ouverture = 1,99 longueurs d'onde.
 — 3. Longueur d'onde, 6 m. 14 ; ouverture = 1,63 longueurs d'onde.

plus précises fut effectuée entre Hendon et Birmingham, au mois d'août 1921. Le poste émetteur comportait deux lampes de moyenne puissance (700 watts) en parallèle ; le courant de plaque était de 4.000 volts, 175 milliampères. En employant des réflecteurs aux deux extrémités, on réussit à transmettre la parole dans de bonnes conditions, ce qui représente une portée d'environ 150 kilomètres. Des mesures ont montré que l'énergie reçue quand on emploie les deux réflecteurs — l'un à l'émission, l'autre à la réception — est deux cents fois plus grande que lorsqu'on n'emploie aucun réflecteur. Il

faudrait donc, pour transmettre la même énergie sans réflecteur, non plus 700 watts, mais 140 kilowatts environ. Des mesures locales faites autour de la station émettrice ont montré que le champ électrique en avant de la station est augmenté approximativement dans la proportion de 4 à 1, par l'emploi d'un réflecteur à l'émission ; des mesures analogues relatives à la station de réception ont montré que l'emploi d'un réflecteur à la réception renforce le champ élec-

trique dans le même rapport. Il en résulte que l'énergie — proportionnelle au carré de l'intensité du champ électrique — est augmentée par l'emploi de deux réflecteurs, dans la proportion de $4^2 \times 4^2 = 256$ fois.

Les réflecteurs permettent non seulement le renforcement de l'énergie émise, mais aussi la transmission dans une direction déterminée : à vrai dire, l'une est d'ailleurs la conséquence de l'autre, car l'augmentation de portée réalisée provient de ce que les ondes émises, au lieu de se disséminer dans l'espace, sont concentrées dans une direction bien définie. La figure 5 montre la variation de l'intensité des signaux reçus quand on s'écarte de l'axe du réflecteur. On se rend compte que ce réflecteur ne permet d'entendre les signaux que dans une zone bien déterminée. En arrière de

cette zone, on n'entend rien du tout ; sur les côtés, on entend de moins en moins à mesure que l'on s'écarte de l'axe. La légère dissymétrie de la courbe s'explique par la pente du terrain où avait lieu l'expérience et par des réflexions locales dues à des arbres ou à des fils situés à proximité.

Un troisième avantage du système est qu'en radiotéléphonie aucune « distorsion » de la parole ne se produit, avantage très appréciable, car les amateurs sans-filistes ne savent que trop combien les appareils de

téléphonie avec fil peuvent, dans certains cas, causer une distorsion de la parole, c'est-à-dire donner lieu à une reproduction plus ou moins imparfaite de la voix.

L'emploi des courtes longueurs d'onde pour la détermination de la position des navires

Une autre application du système pourrait consister à l'utiliser dans les passages dangereux pour permettre aux navires de déterminer exactement leur position par temps de brume.

Des expériences ont été effectuées dans ce but dans le Firth of Forth (Angleterre). Le poste émetteur était placé dans l'île d'Inchkeith ; il était du type à étincelles et émettait une onde de 4 mètres de longueur ; le réflecteur, de 8 mètres d'ouverture, était constitué par une série de fils disposés d'une façon spéciale sur des pylônes ou des mâts, de façon à former un cylindre à base parabolique (fig. 9). Le réflecteur, mobile autour de son axe, faisait un tour complet toutes les deux minutes, et un signal distinctif était envoyé à chaque demi-quart du compas (un quart du compas équivaut à $11^{\circ}15'$). Le poste récepteur, comportant une seule lampe, était porté par un navire, le *Pharos*. La portée obtenue fut de 7 milles marins (13 kilomètres) ; le relèvement (c'est-à-dire la direction) du poste émetteur put être

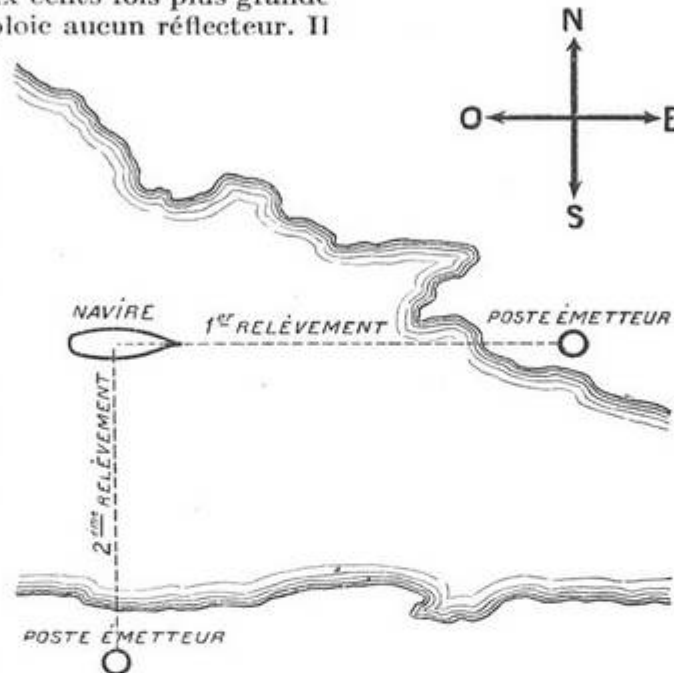


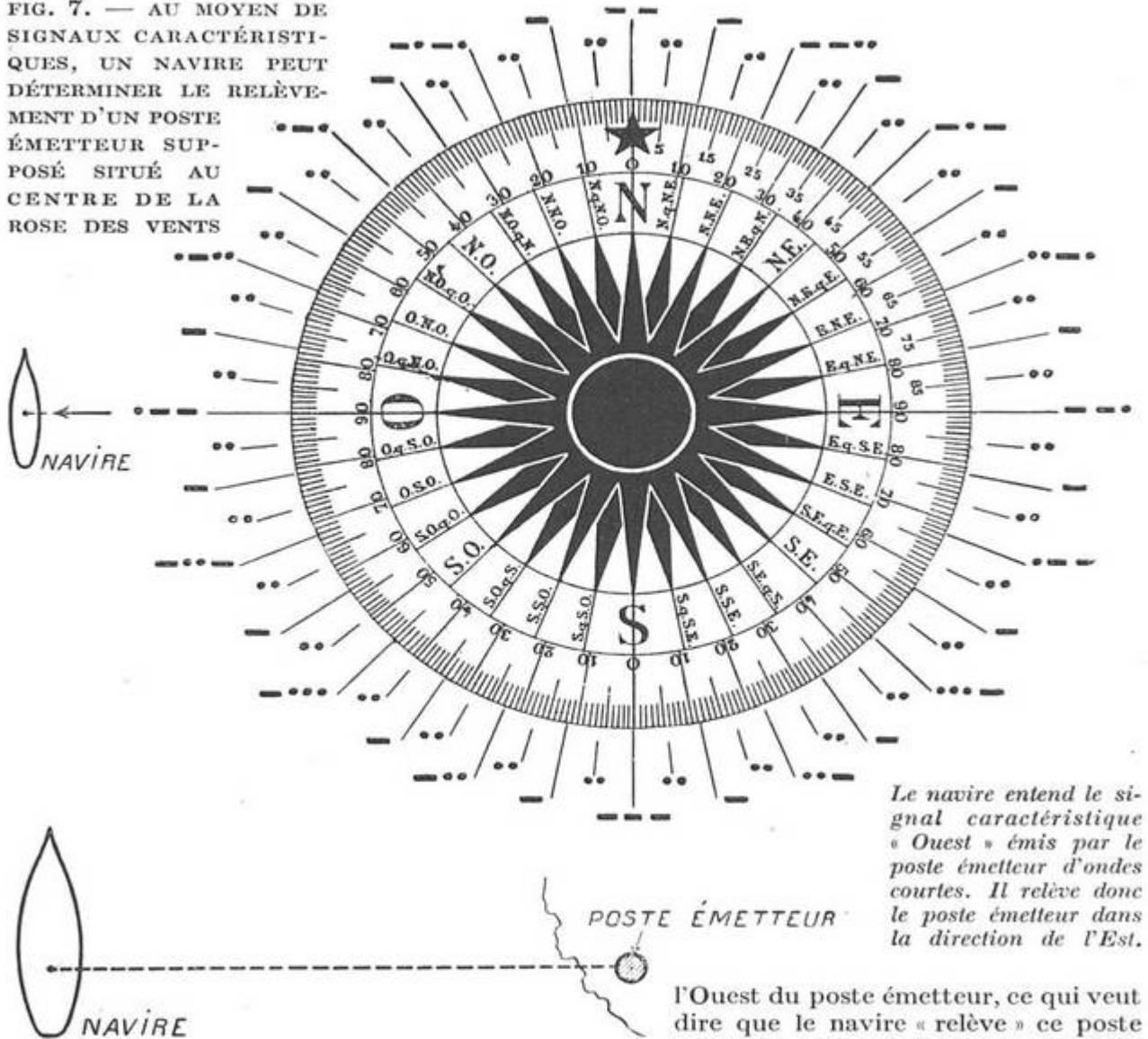
FIG. 6. — COMMENT UN NAVIRE RELEVÉ SA POSITION AU MOYEN DES RELÈVEMENTS SIMULTANÉS DE DEUX POSTES ÉMETTEURS D'ONDES TRÈS COURTES

déterminé à 1/4 de quart du compas, soit 2,8 degrés, précision très satisfaisante.

Les figures 5 et 8 représentent les courbes d'intensité obtenues, avec un réflecteur de 11 mètres d'ouverture, pour divers rapports de la longueur d'onde à la largeur d'ouverture du réflecteur. On voit que le faisceau s'élargit, c'est-à-dire que la réflexion de-

quarts et indiquer les directions intermédiaires au moyen de signes conventionnels. On entendra donc dans le récepteur quelques-uns de ces signes et une ou deux lettres. Supposons, par exemple, que le navire entende les lettres suivantes : t (—) i (- -) W (- — —) i (- -) t (—). En se reportant à la figure 7, on vérifie que le navire est à

FIG. 7. — AU MOYEN DE SIGNAUX CARACTÉRISTIQUES, UN NAVIRE PEUT DÉTERMINER LE RELÈVEMENT D'UN POSTE ÉMETTEUR SUPPOSÉ SITUÉ AU CENTRE DE LA ROSE DES VENTS



Le navire entend le signal caractéristique « Ouest » émis par le poste émetteur d'ondes courtes. Il relève donc le poste émetteur dans la direction de l'Est.

l'Ouest du poste émetteur, ce qui veut dire que le navire « relève » ce poste dans la direction Est. Supposons qu'en même temps le navire « relève » un autre poste émetteur terrestre dans la direction Sud. En traçant ces deux directions sur une carte (fig. 6), on obtiendra la position du navire à l'intersection de ces deux directions.

Ajoutons, cependant, que, dans ce cas spécial d'utilisation, un tel système n'offrirait pas de sensibles avantages sur le radiogoniomètre ; tel qu'elle est appliquée actuellement, la radiogoniométrie donne, en effet, des résultats entièrement satisfaisants.

vient moins directionnelle, lorsque ce rapport diminue. Ces courbes ont été calculées pour une portée de 7 kilomètres.

La meilleure méthode pour déterminer à bord d'un navire le relèvement d'une station émettrice consistera à munir le réflecteur mobile de segments établissant des contacts électriques, de façon à ce qu'un signal déterminé soit transmis à intervalles réguliers de la rose des vents. On pourra, par exemple, envoyer une lettre distinctive tous les deux

L'action des parasites sur les très courtes longueurs d'onde

Mais alors se pose, pour l'emploi des ondes courtes, le problème des interférences, c'est-à-dire de la gêne apportée à ces signaux par des perturbations extérieures. Les parasites, on le sait, constituent le principal obstacle aux communications par télégraphie sans fil ordinaire ; leur action perturbatrice est d'autant plus forte que la longueur d'onde est plus grande, et les différents systèmes antiparasites imaginés ont pu réduire cet effet perturbateur, mais non le supprimer entièrement. Au contraire, ces parasites cessent d'être gênants quand on emploie des ondes très courtes. Par contre, il se produit des interférences du fait des appareils d'allumage des voitures et des canots automobiles.

Le temps est peut-être proche où les systèmes d'allumage des automobiles devront

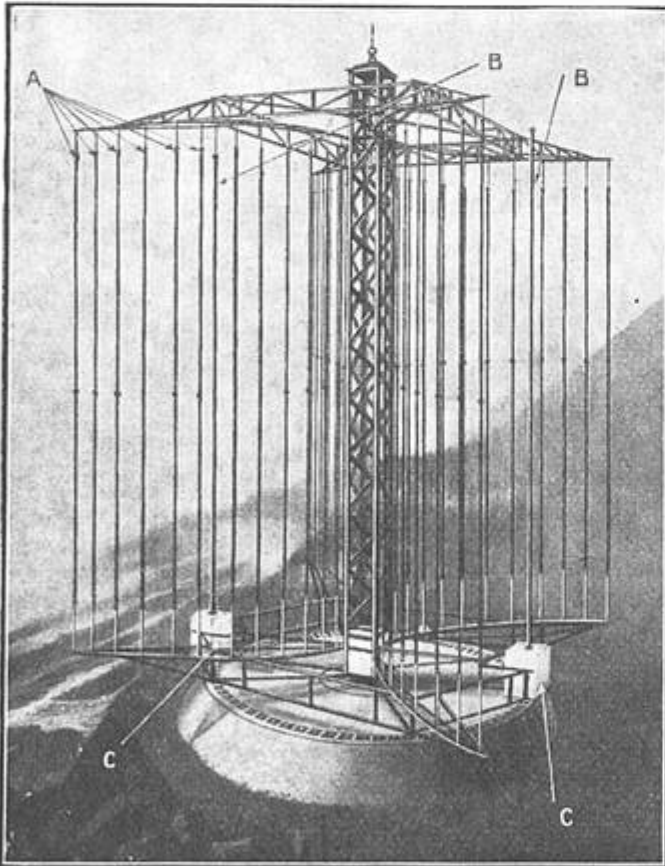
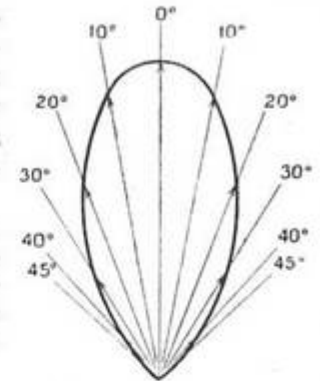


FIG. 9. — RÉFLECTEUR MOBILE UTILISÉ POUR L'ÉMISSION DES ONDES COURTES DANS UNE DIRECTION DÉTERMINÉE

Cet appareil se compose des fils A tendus suivant des génératrices de deux cylindres à base parabolique dont les foyers sont occupés par deux fils verticaux B servant d'antennes d'émission et reliés en C avec le poste émetteur d'ondes de très courte longueur.

FIG. 8. — DIMINUTION DE L'INTENSITÉ DES SIGNAUX REÇUS LORSQU'ON S'ÉCARTE DE L'AXE DU RÉFLECTEUR

Les rayons représentés sur la figure ont une longueur proportionnelle à l'intensité des signaux reçus.



être enfermés dans des écrans spéciaux pour empêcher toute action perturbatrice sur les signaux radiotélégraphiques à très courte longueur d'onde. Ajoutons, d'ailleurs, que les expérimentateurs, au cours d'expériences à

ce sujet, ont constaté que, si les automobilistes se rendaient compte, même approximativement, de l'irrégularité de leur allumage, ils « en tomberaient malades » !

Signalons enfin, pour terminer, qu'en utilisant le fameux oscillateur de Hertz et en lui ajoutant quelques dispositifs spéciaux, deux savants américains viennent de réussir à produire des ondes de 1 mm. 8 de longueur ; la plus courte longueur d'onde obtenue a même été de 0 mm. 8, mais le phénomène n'a pu être reproduit une seconde fois. Grâce à ces très courtes longueurs d'onde, nous nous rapprochons de la longueur d'onde des rayons calorifiques, qui est, comme nous l'avons vu précédemment, de 0,005 millimètre environ ; mais l'intervalle à combler, entre ces deux longueurs d'onde limites, est encore suffisamment grand ; cependant, MM. Rubens et Wood ont pu isoler, dans le rayonnement du manchon Auer, des radiations dont la longueur d'onde moyenne atteint 0 mm. 108. Enfin, MM. Rubens et Von Baeyer ont montré que la lampe à vapeur de mercure en quartz émet un rayonnement qui contient en quantité notable des radiations dont la longueur d'onde est d'environ un tiers de millimètre. L'intervalle inconnu se resserre donc peu à peu ; divers expérimentateurs ont tenté de le combler, mais sans succès ; d'autres, plus heureux, y parviendront-ils ? Trouvera-t-on, un jour, des ondes mystérieuses qui viendront prendre place dans cet intervalle inaccessible à nos sens ?

GUY MALGORN.