

RADARS DE BORD ET RADARS PORTUAIRES.

Par M. A. VAN LIERDE,
Ingénieur.

Sommaire.

Le rapport de M. Van Lierde constitue une sorte d'introduction devant lui permettre de limiter son exposé verbal à l'examen de quelques cas particuliers et de résultats pratiques.

Partant de l'expression Radar, l'auteur examine le sens de chacun des éléments qui composent ce terme et en tire des conclusions pratiques. Il montre où des progrès doivent être réalisés et indique les solutions à adopter: robustesse de construction et standardisation du matériel. Il termine son exposé par quelques considérations sur les radars portuaires.

Samenvatting.

Het verslag van dhr Van Lierde is een soort inleiding die hem moet toelaten zich bij zijn spreekbeurt te beperken tot het onderzoek van enkele bijzondere gevallen en van praktische resultaten. Uitgaande van het woord Radar, gaat de verslaggever de betekenis na van ieder element dat deze term samenstelt en haalt er praktische gevolgtrekkingen uit. Hij toont waar verbeteringen aan te brengen zijn en wijst op de aan te nemen oplossingen: stevigheid der constructie en standardisatie van het materieel. Om te eindigen, geeft hij enkele beschouwingen over de havenradars.

Summary.

The report of M. Van Lierde is in fact an introduction allowing him to limit his verbal relation to a review of some particular matters and practical results. Going out of the word « Radar » he examines the meaning of each element composing this expression and draws practical conclusions. He shows where some improvements have to be realised and indicates the solutions to adopt.: robustness of construction and standardisation of materials. He ends by giving some considerations about harbour radars.

Notre intention est d'examiner les possibilités et les limitations du radar mis au service de la Marine marchande.

En ces dernières années, on a désigné sous le terme général de radar, des applications tellement diverses, qu'il semble opportun, pour fixer les idées, de définir à nouveau le terme radar dans le cadre de l'application que nous allons envisager.

Le mot « Radar » est la représentation condensée de Radio Directionning And Ranging, ce qui veut dire, en traduction libre, détermination à l'aide des *ondes radioélectriques* de la *direction* et de l'*éloignement* d'un but.

Examinons de plus près, le sens de chaque élément composant le terme :

ONDES RADIOELECTRIQUES

Laissons de côté les propriétés générales de ces ondes et les procédés par lesquels elles sont engendrées, pour ne nous occuper que de leur mode de propagation. Celui-ci est directement fonction de la fréquence des courants qui ont engendré les ondes ; aussi les divise-t-on en ondes longues, moyennes, courtes et ultra-courtes suivant que les courants qui leur ont donné naissance sont de basse, moyenne, haute ou très haute fréquence.

Quelle que soit la fréquence, les ondes radioélectriques se propagent toutes avec la vitesse de la lumière, soit 300.000 km à la seconde, mais leur degré d'absorption par le milieu dans lequel elles se propagent est totalement différent.

Dans le cas du Radar on fait usage et nous verrons bientôt pourquoi, d'ondes très courtes, donc engendrées par des courants à très haute fréquence.

Ces ondes sont très fortement absorbées par le milieu dans lequel elles se propagent, elles n'ont donc qu'une portée extrêmement réduite ; on admet qu'elles se comportent comme les rayons lumineux ; qu'elles sont, par conséquent, fortement réfléchies et diffractées par tous les objets qui se trouvent sur leur trajet et qu'elles ne dépassent guère l'horizon visible de leur point de départ.

Pour les utiliser, on dispose d'un générateur de courants à très haute fréquence, d'une antenne qui transforme ces courants en ondes qui se propagent à la vitesse de

300.000 km à la seconde et qui sont réfléchies par les obstacles qu'elles rencontrent sur leur route ou sont diffractées par ceux-ci de telle sorte qu'elles peuvent atteindre des obstacles qui ne sont pas directement visibles du point de départ et être réfléchies par ceux-ci. Les ondes réfléchies reviennent à leur antenne d'origine pour y déterminer des courants de fréquences identiques à ceux qu'ils ont engendrés et les courants sont amplifiés pour être capables d'actionner les appareils enregistreurs.

DIRECTION

Si, au lieu de permettre la propagation des ondes dans toutes les directions, on les concentre en un mince faisceau qui n'ira toucher que les obstacles situés dans une direction déterminée et dans un angle très réduit, on n'enregistrera au retour que la réflexion produite par des obstacles se trouvant dans cet angle, autrement dit une image de ces obstacles. Cette image sera d'autant plus nette que l'angle du faisceau sera plus réduit; d'abord parce que l'énergie rayonnée sera concentrée dans ce faisceau, ensuite, parce que n'apparaîtra que l'image des obstacles se trouvant dans cet angle à l'exclusion de ceux se trouvant au voisinage.

Or, pour produire cette concentration, il faut entourer l'antenne d'un réflecteur, exactement comme on le fait pour une source lumineuse dont on veut concentrer l'éclairement sur un objet déterminé.

La concentration du faisceau dépend des dimensions du réflecteur; plus l'angle de concentration doit être réduit, plus le réflecteur doit être grand.

D'autre part, plus les ondes sont longues, plus grande doit être l'antenne d'émission, et *ipse facto* plus grandes doivent être les dimensions du réflecteur destiné à concentrer l'émission en mince pinceau.

C'est la raison fondamentale pour laquelle on fait usage d'ondes ultra-courtes en Radar, de façon à pouvoir conserver antenne et réflecteur dans des dimensions acceptables.

D'autant plus, que l'on ne veut pas se contenter d'obtenir des images dans une direction déterminée, mais que l'on veut obtenir une vue panoramique de tout ce qui entoure l'antenne radar et que, à cet effet, il est, de toute évidence, indispensable de faire tourner l'antenne avec son réflecteur.

C'est ainsi que l'on en est arrivé à utiliser des ondes de 3 cm. de longueur. Avec une antenne adaptée à cette dimension et un réflecteur parabolique de 1,20 m. de largeur, cette onde donne un faisceau de 1,8°. Si pour la même longueur d'ondes, on veut réduire le faisceau à 0,7° le réflecteur doit avoir une largeur de 2,80 m.

Cette dimension est considérée comme prohibitive pour un radar à installer à bord d'un bateau, elle est, par contre, considérée comme très acceptable pour un radar installé à poste fixe, par exemple un radar portuaire.

Il s'est élevé, au début de l'utilisation du Radar dans la Marine marchande, une controverse entre constructeurs américains et anglais, au sujet de la supériorité réciproque des ondes de 10 et de 3 cm de longueur.

Il est certain qu'en cas de pluies diluviennes ou de tempêtes de neige, celles-ci constituent un écran qui réduit la visibilité beaucoup plus pour les ondes de 3 cm que pour celles de 10 cm.

De même si la mer est houleuse, l'effet de réverbération sur les fortes vagues est plus important pour les ondes de 3 cm que pour celles de 10 cm et l'effet de brouillage qui en résulte est plus difficile à éliminer.

Par contre pour obtenir la même concentration du faisceau avec les ondes de 10 cm qu'avec celles de 3 cm, il faut un réflecteur trois fois plus grand.

La tendance actuelle est d'attacher plus de prix à la précision qu'aux perturbations qui peuvent se produire dans certains cas plutôt exceptionnels. Du moins telle est la doctrine généralement admise pour les radars de bord, et pour autant que les navires ne naviguent pas régulièrement dans des régions sujettes à de fortes pluies et à des tempêtes de neige.

Par contre, en ce qui concerne le radar portuaire, les dimensions du réflecteur étant moins sujettes à limitation, on a tendance à revenir à l'emploi des ondes de 10 cm de longueur pour obvier aux effets de brouillage dus à de fortes houles.

ELOIGNEMENT

La détermination de la distance du but est, en principe, ce qui est le plus simple à réaliser. En effet, comme il s'agit d'un phénomène d'écho, il suffit d'apprécier le temps

qui s'écoule entre le moment du départ des ondes et celui de leur retour, pour connaître la distance parcourue puisque la vitesse de propagation est connue.

On émet donc les ondes sous forme d'impulsions de très courte durée et l'appareil enregistreur note l'intervalle de temps qui sépare l'instant d'émission, de l'instant de réception du signal renvoyé par le but.

En pratique une grosse difficulté réside dans la très courte durée des phénomènes. En effet, l'onde parcourant 300.000 km à la seconde, si l'on veut apprécier une distance de 150 m, le chemin aller et retour est de 300 m et l'onde le parcourra en un millionième de seconde ou une microseconde.

Il faut évidemment que l'impulsion de départ soit terminée au moment où l'impulsion de retour arrive, c'est-à-dire que, pendant le court espace d'une microseconde, il faut :

1) que l'émetteur soit mis en marche et le récepteur insensibilisé ;

2) l'émetteur arrêté ;

3) l'antenne passée de l'émetteur sur le récepteur ;

4) le récepteur sensibilisé.

Il en résulte que l'ensemble de ces opérations ne dure qu'une fraction de microseconde et qu'il faut qu'il se répète d'une façon continue à une cadence absolument régulière.

Dans les radars de construction récente, on arrive à mesurer des distances inférieures à 20 m ; c'est-à-dire que le processus ci-dessus se passe en moins de $1/7$ de microseconde.

Aussi dans les radars de bord, la durée de l'émission est généralement limitée à 0,1 de microseconde, tandis que dans les radars portuaires, on la réduit jusque 0,06 de microseconde.

Si nous avons cru nécessaire de rappeler succinctement ces quelques principes de fonctionnement du radar, c'est pour pouvoir en déduire deux conclusions pratiques.

La première est que seuls des dispositifs électroniques, grâce à leur inertie pratiquement nulle, sont capables de réaliser l'ensemble des processus que nous venons de décrire. Nous constatons, d'ailleurs, dans d'autres domaines, une généralisation de l'emploi de ces mêmes dispositifs pour la même raison : absence d'inertie, notamment ils sont couramment utilisés pour la commande automatique de machines-

outils qui doivent effectuer une opération à une cadence rapide et absolument constante.

La seconde conclusion est que le fonctionnement du radar implique une succession d'émissions, réceptions et enregistrements qui doivent se produire pendant des temps de fraction de millionième de seconde et avec une régularité parfaite. Nous pouvons donc dire que le radar est une mécanique d'une extraordinaire précision vis-à-vis de laquelle celle des meilleurs chronomètres n'est que jeu d'enfants.

On conçoit que ce résultat ne peut être obtenu que par des appareils relativement compliqués, construits avec un soin extrême et qui sont et resteront toujours très délicats.

D'ailleurs puisqu'ils sont destinés à devenir un élément essentiel de la sécurité du navire en temps de brume, il ne peut être question de sacrifier certaines qualités pour en diminuer le prix.

Le gouvernement britannique, en particulier, a pris à ce sujet, une attitude extrêmement énergique ; dans la spécification type qu'il a établie à l'usage des constructeurs, il a inséré des conditions très sévères qui, à l'époque, paraissent même exagérément rigoureuses. Mais, aux conférences internationales qui ont étudié ce problème, les délégués du gouvernement britannique ont nettement défendu la thèse que les performances qu'ils réclamaient de la part du Radar Marine étaient des minima sous lesquels on ne pouvait descendre sous aucun prétexte et surtout, qu'ils ne pouvaient admettre que l'on mit en service sous le nom de radar des appareils qui n'eussent été que de grossiers détecteurs d'obstacles.

Aussi, si nous avons pu constater, il y a un peu plus d'un an, une sérieuse réduction de prix des appareils radar, ce n'est pas dû au fait qu'on ait pu y apporter de notables simplifications, mais, simplement, parce que certains constructeurs ont estimé qu'en réduisant le prix, ils allaient élargir considérablement le marché et ainsi pouvoir lancer des fabrications en série, amortir sur un grand nombre d'appareils, les frais d'étude et d'outillage forcément onéreux et arriver en fin de compte à des prix de revient plus bas. L'expérience a donné raison à leur initiative hardie, mais il ne faudrait pas en conclure que, les prix ayant baissé de moitié environ, il suffit d'attendre la reproduction du même processus et escompter une nouvelle et importante réduction de prix. Il

suffit de comparer le sondeur ultrasonore et le radar, au point de vue difficulté de réalisation d'une part et au point de vue prix d'autre part, pour se rendre compte que l'on est arrivé approximativement à un état stable. Nous pensons pouvoir en dire autant en ce qui concerne les perfectionnements techniques; il n'est guère probable qu'on puisse arriver aux mêmes résultats par des méthodes plus simples, on ne peut pas non plus escompter que des perfectionnements considérables puissent être apportés aux appareils actuels, afin d'améliorer encore beaucoup leurs performances.

Par contre, il est deux domaines où des progrès appréciables peuvent être réalisés. Nous savons tous qu'un appareil, quel qu'il soit, peut donner des résultats magnifiques lorsqu'il est installé à terre et être absolument inutilisable lorsqu'il est mis en service à bord d'un navire, pour la simple raison — souvent totalement perdue de vue — que les conditions du milieu dans lequel il se trouve transféré sont totalement différentes de celles dans lesquelles a été réalisé sa mise au point.

Si nous nous plaçons plus spécialement au point de vue électronique, il n'est pas douteux que tous les appareils traversent une période d'adaptation plus ou moins pénible pour eux, pour ceux qui doivent s'en servir et pour ceux qui doivent les maintenir en ordre de marche.

Cette période d'adaptation peut être abrégée si les services techniques des constructeurs daignent quitter le terrain si attrayant de la recherche pure et s'attacher à éliminer une multitude de petits défauts ridicules qui se font jour, successivement, mais qui suffiront à compromettre le renom de l'appareil, si bien conçu soit-il.

Elle peut être abrégée aussi, si les usagers veulent signaler de façon précise les défauts qu'ils ont constaté, à mesure qu'ils se présentent.

Cette période d'adaptation, enfin, peut être rendue moins désagréable, si l'utilisateur peut trouver dans les ports qu'il visite, l'aide technique nécessaire pour éliminer rapidement les vices de fonctionnement qui ont été constatés.

Dans le cas du radar, qui nous intéresse en ce moment, le problème est extrêmement difficile à résoudre. Nous l'avons vu précédemment, l'appareil Radar est, tant au point de vue électrique qu'au point de vue mécanique, un appareil

délicat ; il exige donc pour son dépannage un spécialiste compétent et très entraîné.

Circonstance aggravante : il y a en service actuellement un nombre important de types Radar différents, mais un nombre restreint d'exemplaires de chaque type.

Sans aller jusqu'à prétendre que chaque type requiert un spécialiste, il n'en est pas moins vrai que chaque constructeur a réalisé des appareils qui présentent des particularités qui leur sont propres et dont la connaissance ne s'acquiert que par l'expérience. Cette expérience, un technicien, même de valeur, ne peut l'acquérir s'il n'est appelé à s'occuper d'un type d'appareil que de loin en loin. Si même on veut se limiter à un nombre restreint de ports d'escale importants dans les différentes parties du monde, on se rend compte que l'organisation d'un service de dépannage du Radar sur une base mondiale, requiert un nombre de spécialistes considérable et la constitution de stocks de pièces de rechange essentielles sans qu'il soit possible d'assurer à cet énorme personnel, une activité suffisante et à cet investissement en matériel une utilisation qui puisse être rémunératrice. Et cependant, pour que le Radar puisse être un instrument vraiment efficace, il faut que la constance de fonctionnement puisse être garantie.

Nous n'y voyons que deux solutions : augmenter la robustesse de construction et standardiser le matériel. L'une et l'autre implique la limitation de la construction à un petit nombre de types éprouvés. Après nous être fait une idée exacte des propriétés et qualités du matériel Radar, nous pouvons maintenant examiner l'usage qu'on peut en faire.

Dans sa fonction essentielle, celle de permettre la navigation en pleine mer, par temps de brume, le Radar peut être considéré comme un instrument indispensable ; il paraît matériellement impossible qu'un navire équipé de radar puisse aller se jeter sur un autre navire ou sur tout autre obstacle se présentant sur sa route.

Notons ici que, pour certains types de radar, de tout ancien modèle, un obstacle n'était détectable que pour autant qu'il se trouvât à plus d'un demi-mille de distance.

Par conséquent, si un navire portant un tel appareil peut prendre ses dispositions pour éviter un autre navire qui vient à sa rencontre, il n'en est pas moins possible que ce dernier ne modifie brusquement sa route alors qu'il est à

moins d'un demi-mille, par conséquent en dehors du champ de vision du radar et qu'un accident se produise malgré tout.

Avec les appareils actuels dont la portée minima a été ramené à 50 et même 20 mètres, ce danger n'existe plus.

Le seconde application du radar est de permettre de trouver la position lorsqu'on se trouve au voisinage d'une côte par temps de brume.

Dans ce cas également, les renseignements fournis par le radar ont une valeur indubitable pour autant que celui qui utilise l'appareil se soit ou bien familiarisé aux images radar de la côte par des observations par temps clair, ou bien ait une pratique suffisante du radar pour pouvoir facilement transposer l'image radar en une image du relief de la côte fournie par la carte.

Enfin, le radar peut être utilisé pour l'entrée dans des ports et la navigation dans les estuaires plus ou moins encombrés.

Cette application appelle certaines réserves ; en effet, dans ce cas, l'image radar montre non seulement la configuration du port, ce qui est parfait, mais aussi tous les repères fixes et tous les navires et embarcations qui s'y trouvent soit à l'ancre, soit en mouvement.

Avec une certaine habitude, il est relativement facile de distinguer les navires en mouvement de ceux qui sont à l'ancre. Mais il est deux distinctions qu'un opérateur même très entraîné ne peut faire :

- 1) discerner avec suffisamment d'exactitude les dimensions relatives des navires qui apparaissent sur l'écran ;
- 2) distinguer un repère fixe, par exemple une grosse bouée d'un petit navire à l'ancre.

Ces deux imperfections proviennent du fait que pour les radars de bord, l'angle de projection reste assez large ainsi que nous l'avons vu en commençant et qu'il en résulte un allongement de toutes les images.

Il va de soi, que ces inconvénients sont moins importants pour un praticien qui navigue toujours dans les mêmes eaux et à qui la position des différents repères est tellement familière, qu'il les retrouve immédiatement sur l'image radar au milieu des nombreux obstacles accidentels qui apparaissent devant lui.

Nous pouvons en conclure que le radar bord est réelle-

ment un instrument indispensable pour qu'un navire puisse continuer sa route par temps de brume.

Quant au radar portuaire, son rôle serait de faciliter, par temps de brume, l'entrée des ports et la navigation dans les chenaux et estuaires.

Nous disons « serait » car en fait, cette application du radar n'en est encore actuellement qu'à la phase d'étude et d'expérimentation.

On peut même dire que si, en ce qui concerne le radar proprement dit, les conditions que doivent remplir les appareils ont été suffisamment déterminées, il n'en est pas de même lorsqu'il s'agit de fixer le mode d'utilisation du radar portuaire.

En effet, l'emplacement du radar ayant été judicieusement choisi, l'opérateur à son poste d'observation a, sur l'écran, une image très vivante du port et de tous les mouvements qui s'y produisent. Mais quel usage peut-il en faire ?

Sous la forme la plus simple, il peut noter ce qu'il observe et en faire un bulletin qui soit diffusé par radio comme information générale à tous les navires entrant ou sortant du port.

Les commandants et pilotes font, de ces informations, l'usage qu'ils jugent opportun.

On admet généralement que l'utilité de semblables informations ne justifie pas les dépenses en frais de matériel et de personnel qu'elles impliquent.

Un plan beaucoup plus ambitieux est de transformer le poste d'observation en un poste de contrôle qui fonctionnerait comme la tour de contrôle d'un champ d'aviation, qui ordonne l'atterrissage et l'envol des avions et qui assume seule, la responsabilité de tous les mouvements sur la plaine.

En marine, le même système est inapplicable, parce que le commandant ou le pilote reste entièrement responsable de la conduite du navire et en cas d'accident ne peut pour se disculper alléguer avoir reçu des renseignements erronés ou sujets à diverses interprétations. En conséquence, et logiquement, le commandant ou le pilote ne peut se baser que sur des observations qu'il a faites ou contrôlées lui-même et non sur des indications que peuvent lui fournir des services qui échappent à son autorité.

Jusqu'à présent il n'a été question que d'expérience ; on n'a pas essayé de résoudre cette première difficulté d'utili-

sation ; cela ne veut pas dire qu'une formule de compromis ne puisse être trouvée.

Mais si le but final est néanmoins de donner des instructions de caractère plus ou moins formel, il faut forcément s'adresser aux différents navires, tour à tour ; ce qui exige une méthode sûre de communication avec eux et plus encore un moyen de les identifier sans équivoque possible. Dans tous les rapports sur les expériences effectuées ou actuellement en cours, ou bien cette difficulté est simplement passée sous silence ou bien une vague solution est esquissée qui, à la rigueur, peut être suffisante au stade expérimental, mais est absolument impropre à une exploitation normale.

Enfin, dernière et très grande difficulté, une installation de radar portuaire est très coûteuse en frais de premier établissement et d'exploitation, d'autant plus que les moments où elle sera nécessaire ne pouvant être prévus, il faut assurer un service permanent pour quelques jours d'utilisation par an.

Le bénéfice qu'elle procure en ces quelques jours est-il suffisant pour compenser la dépense ?

Il s'agit donc, en premier lieu, de chiffrer cette dépense et, par conséquent, de faire choix du matériel.

Dans les expériences qui ont été réalisées ou sont actuellement en cours, on a fait usage de deux types de matériel. Ou bien on a employé purement et simplement un radar de navire qui a été installé à terre, l'antenne étant montée sur un mât assez élevé mais gardant les dimensions et caractéristiques de l'antenne de navire.

Nous avons indiqué plus haut, quelles réserves il fallait formuler quant à l'emploi du radar de bord pour la navigation dans un port ou un estuaire. Les déficiences que nous avons signalées sont plus gênantes encore quand le même appareil est installé à terre et que l'on veut l'utiliser exclusivement comme radar portuaire. Notamment l'allongement des images, qui est la conséquence de l'angle de projection trop large ou si l'on préfère des dimensions insuffisantes de l'antenne, devient, dans cette application, un vice rédhibitoire. De même les dimensions de l'antenne conditionnent la faculté du radar de distinguer deux obstacles voisins, c'est ce que l'on appelle son pouvoir de discrimination et l'on dit qu'il est de 20 m si deux obstacles séparés de 20 m donnent deux images distinctes sur l'écran et non une image continue.

Pour la plupart des radars de bord, le pouvoir de discrimination est de l'ordre de 50 m et souvent plus ; c'est également nettement insuffisant pour un radar portuaire.

La conclusion qui s'impose est que, pour le radar portuaire, il faut utiliser des appareils ayant des performances nettement supérieures à celles des radars de bord, donc beaucoup plus coûteux.

De fait, là où il a été fait usage d'appareils spéciaux pour les expériences de radar portuaire — comme à Liverpool par exemple — il s'agissait d'installations très onéreuses.

Plus récemment, l'Administration des Ponts et Chaussées de France a fait acquisition d'un nouvel équipement expérimental pour le port du Havre. Dans ce cas aussi, il s'agit d'un matériel très coûteux. A une date toute récente, s'est manifestée chez quelques constructeurs une tendance qui rappelle celle qui a provoqué une réduction substantielle des prix des radars de bord. Ces constructeurs estiment qu'en produisant un appareil de haute qualité, mais de prix abordable, ils peuvent créer un marché suffisant pour justifier une fabrication de série et ils paraissent prêts à courir leur chance. Il va de soi que s'ils réussissaient la balance du coût et des avantages pourrait devenir favorable.

Il resterait à résoudre le problème d'utilisation, notamment par la mise sur pied d'un système efficace d'identification et de communication.

En résumé, nous pouvons dire que le radar de bord est arrivé à un état de perfectionnement technique tel, que son emploi peut être généralisé et qu'**ipso facto**, des améliorations interviendront encore par une adaptation plus complète aux conditions de l'exploitation maritime et par un développement des facilités de « service ».

Le radar portuaire doit encore parcourir la dernière étape de sa phase expérimentale, afin de pouvoir donner naissance à un type d'appareil qui ait les qualités requises sous des conditions économiques acceptables.

Les résultats acquis pour le radar de bord permettent d'envisager avec confiance l'avenir du radar portuaire.