

LE RADAR - LES UTILISATIONS MILITAIRES

A. PERLAT

Ingénieur en Chef de la Météorologie

(Extrait de la Revue Diagrammes - 25 - Mars 1959)

La D. A. T. - Comment distinguer les avions amis et ennemis ? - Un radar sur un obus. Bouleversement dans la tactique des combats navals. - L'éternel duel du canon et de la cuirasse.

C'est à la Défense Aérienne du Territoire (D.A.T.) qu'il appartient de protéger le pays contre toute attaque aérienne. La mission de la D.A.T. est donc d'une part de donner l'alerte pour permettre au service de la protection civile d'appliquer les mesures prévues, d'autre part d'abattre l'ennemi avant qu'il ait pu remplir sa mission de destruction.

Il est inutile de souligner le rôle du radar pour remplir une telle tâche puisqu'il permettra tout d'abord d'effectuer une surveillance constante du ciel. Mais une organisation complexe est nécessaire pour permettre à la D.A.T. de remplir sa mission. En effet, de nombreux avions sillonnent le ciel, et que ce soit au cours d'une attaque brusquée survenant d'une manière inattendue ou bien après l'ouverture des hostilités, il est nécessaire d'identifier les différents avions dont la présence est connue par les échos qu'ils donnent sur l'écran des radars de surveillance. Par ailleurs, l'attaque de l'ennemi ne pourra être menée qu'en guidant jusqu'à lui les chasseurs chargés de l'abattre. Dans la dernière phase du combat, un guidage précis sur l'objectif est encore nécessaire la nuit ou dans les nuages, et c'est un radar de bord qui déclanchera le tir du chasseur. Des canons anti-aériens disposés sur le territoire devront être automatiquement pointés vers l'objectif, la vitesse des bombardiers modernes étant trop rapide pour que le personnel chargé de servir les canons ait le temps de procéder au calcul nécessaire. C'est encore le radar qui sera chargé de pointer les canons.

Radar pour la surveillance du ciel

Le problème de la surveillance du ciel est résolu en plaçant en différents points du territoire un certain nombre de stations équipées à la fois de radars panoramiques à longue portée, capables de détecter des aéronefs jusqu'à 400 kilomètres si le vol est suffisamment haut. Un radar balayant le plan vertical et pouvant être dirigé par l'opérateur dans la direction d'un objectif détecté par le radar de surveillance permet d'en déterminer l'altitude. Etant donné la restriction apportée par la courbure de la terre aux possibilités de détection des avions volant bas, le réseau des stations

radar est encore complété par des guetteurs au sol signalant les avions aperçus ou entendus.

Dans un radar panoramique classique, le faisceau, nécessairement très ouvert dans le plan vertical, est rendu aussi étroit que possible à l'horizontale pour obtenir une grande portée, ce qui implique un aérien de grandes dimensions. Aussi est-on conduit à installer deux radars, l'un pour la couverture haute, l'autre pour la couverture basse. Des modèles spéciaux de radars pour la surveillance de l'espace ont été construits récemment par l'industrie française.

Dans les radars à "faisceaux étagés" deux aériens, placés dos à dos, sont chacun alimentés par deux antennes convenablement placées. On obtient ainsi quatre lobes étagés dans le plan vertical tout en se recouvrant largement. L'ensemble tourne autour d'un axe vertical, l'énergie émise étant concentrée dans des faisceaux étroits. La "couverture" ainsi réalisée s'étend jusqu'à 540 kilomètres à 30 000 mètres d'altitude avec une précision de 0°6 en direction et de 700 mètres en distance.

Les échos reçus sur chacun des faisceaux sont dirigés vers des récepteurs distincts et peuvent être traduits à volonté sur les indicateurs. Le dispositif donne une idée approximative de l'altitude puisqu'on sait sur quel faisceau se trouve l'avion détecté.

Le radar "à trois dimensions" réalise à lui seul les mesures de distance, d'azimut et d'inclinaison, avec un seul aérien, ce qui permet de connaître les trois coordonnées définissant la position dans l'espace des objectifs quel qu'en soit le nombre. Le faisceau très fin du radar balaie d'une manière continue et rapide le plan vertical (dans un secteur de 15°) tandis que l'aérien tourne autour d'un axe vertical. Le matériel réalisé permet de régler le balayage entre 0 et 15° ou 15 et 30° d'inclinaison. La portée peut atteindre 260 kilomètres, la précision en azimut est de 1°, la précision en altitude de 200 mètres à 180 kilomètres de distance.

Tous les renseignements recueillis sont transmis téléphoniquement à un centre d'opération; reportés à intervalles fréquents sur des cartes à grande échelle, ils font connaître la direction des raids par l'observation des positions successives.

La distinction entre avions amis et ennemis est obtenue par la connaissance de tous les vols normaux grâce à des liaisons avec les centres civils de contrôle aérien et les terrains militaires. Une méthode déjà utilisée au cours de la dernière guerre permet d'identifier automatiquement un avion ami en plaçant à bord de ce dernier une petite balise répondeuse. Celle-ci, recevant une impulsion émise par le radar de surveillance, émet aussitôt après une série d'impulsions captées à la station radar et dont la durée et la fréquence de répétition sont tenues secrètes, le code étant modifié aussi souvent que nécessaire pour empêcher l'ennemi de l'utiliser.

Les avions ennemis une fois identifiés, l'autorité militaire responsable, connaissant la position des patrouilles de chasseurs amis en vol, peut décider de leur confier l'interception du raid ennemi ou bien donne l'ordre de décollage à une patrouille de chasse en alerte sur le terrain et confie à une des stations radar bien placée le soin de guider les chasseurs vers l'ennemi. C'est ce que fera l'opérateur radar qui est en mesure d'identifier sur son écran radar les échos correspondant aux avions ennemis et aux chasseurs chargés de les détruire. Par radiotéléphonie, il guidera les chasseurs sur l'ennemi en leur indiquant les changements utiles de cap ou d'altitude, de manière à les amener en position favorable pour l'attaque, le chasseur apercevant alors l'ennemi. Bien entendu cette action doit pouvoir être menée quel que soit le temps, en zone nuageuse si c'est nécessaire, ou la nuit. Les avions de chasse "tout temps" effectuent les attaques même sans visibilité en utilisant un radar de bord placé dans le nez de l'appareil et constamment surveillé par un navigateur radariste qui guide le pilote. Les contrôleurs d'interception placés au sol guident le chasseur "tout temps" jusqu'au moment où ce dernier verra l'ennemi sur l'indicateur de son propre radar.

D. C. A.

Les avions ennemis qui ont réussi à échapper aux chasseurs sont pris à partie par des batteries de canons antiaériens mobiles, déplacées d'un point à l'autre ou stationnées auprès d'installations susceptibles de constituer un objectif pour l'attaquant. Les batteries qui vont avoir à intervenir sont alertées par un centre d'opérations, mais étant donné la vitesse des avions modernes de combat, le calcul des éléments du tir (pointage en direction et en portée) doit être effectué dans les moindres délais; aussi c'est un calculateur électronique qui effectue ce calcul et pointe les canons par télécommande. Le radar fournit directement au calculateur les positions des avions, lui laissant le soin de déterminer l'emplacement futur de l'avion au moment où le projectile tiré par le canon arrivera à bonne hauteur.

La précision de la mesure de distance donnée par le radar est inégalable mais les mesures angulaires restent inférieures à celles qu'on obtient par une visée optique. Aussi l'on complète le dispositif par une lunette pointée dans la direction de l'avion par le radar lui-même. Si les conditions atmosphériques permettent au servant de voir le bombardier, il le maintient à partir de ce moment dans l'axe de la lunette dont la direction est alors transmise au calculateur.

Le radar Cotal, qui détecte un bombardier à plus de 60 kilomètres, assure la poursuite automatique dans un rayon de 45 kilomètres avec une précision de 10 mètres en portée et de plus d'un dixième de degré en direction. Il équipe les batteries antiaériennes, ensembles de matériels complexes et cependant conçus pour être montés sur camions.

Les engins "sol-air" remplaceront probablement sous peu les canons antiaériens, mais le déclenchement du tir par engin pose des problèmes équivalents.

Fusée de proximité.

Quel que soit le soin apporté à la préparation du tir, il est impossible de mettre tous les coups au but. Aussi le rendement du tir est-il considérablement augmenté si l'on réussit à faire exploser un projectile (obus ou engin) quand il passe à proximité de l'avion (ou de l'engin) visé.

Cette fois c'est le radar à ondes entretenues qui, par utilisation de l'effet Doppler-Fizeau, a permis de résoudre le problème. Nous avons vu qu'un tel procédé permet de mesurer, non pas la vitesse réelle d'un mobile réflecteur d'échos, mais sa vitesse de rapprochement (ou d'éloignement) mise en évidence par la fréquence des battements entre l'onde émise et l'onde reçue, d'autant plus élevée que la vitesse est plus grande.

Si un projectile, au lieu de percuter l'avion auquel il est destiné, passe seulement à proximité, la vitesse de rapprochement entre ces deux mobiles décroît lorsqu'ils se rapprochent, devient nulle lorsque la distance qui les sépare est minimum puis augmente à nouveau.

Cette variation de la distance est repérée par un radar Doppler à très faible puissance, dont la portée est inférieure à 50 mètres, mais capable d'être logé dans la fusée d'un obus tiré par un canon. Peu après le départ du projectile, mais déjà loin du sol, l'émetteur et le récepteur entrent en fonctionnement; un signal de battement est reçu seulement lorsqu'un réflecteur, en principe l'avion pris pour cible, renvoie un écho appréciable. Le récepteur est conçu pour amplifier seulement une bande étroite de fréquences correspondant à une gamme de faibles vitesses de rapprochement; un relais commandant l'explosion par envoi d'un courant électrique dans une résistance d'amorce est donc actionné juste avant que le projectile n'arrive par le travers de la cible qui se trouve alors dans la gerbe d'éclats.

L'ensemble des circuits et la source de courant tiennent dans un cylindre de 7 cm de diamètre et 15 cm de longueur; tous les éléments doivent résister à la fois à la très forte accélération subie au départ et aux vibrations de l'obus aux vitesses supersoniques. Les tubes sont du type miniature, semblables à des appareils aide-ouïe, mais beaucoup plus robustes. L'antenne est la fusée elle-même, isolée électriquement du corps de l'obus.

La source d'alimentation est une pile amorcée au départ du coup. L'électrolyte, contenu dans une fiole brisée par la secousse du tir, est projeté par la force centrifuge (due à la rotation de l'obus autour de son axe) dans des compartiments, disposés en

couronne, où se trouvent les éléments de la pile qui entre alors en activité; on évite ainsi d'avoir à fermer un contact au départ et l'on ne risque pas que les piles se "vident" au cours du stockage. L'explosion avant le retour au sol, même si le projectile passe trop loin du but, est assurée par un contact mécanique, commandé lorsque la vitesse de rotation diminue, et dont l'action est paralysée au repos en court-circuitant la résistance d'amorce par un contacteur à mercure, lui-même mis hors circuit par la force centrifuge dès que l'obus est tiré. Ainsi sont assurées la protection des secrets de fabrication en cas de retombée chez l'ennemi et la sécurité des personnes en territoire ami.

Un dispositif identique est utilisé pour provoquer l'éclatement des bombes lancées d'avion juste avant qu'elles ne touchent le sol. Le projectile n'étant alors soumis qu'à des accélérations faibles, la source de courant est un petit alternateur commandé par un moulinet.

Les réseaux radar.

Le développement des engins de destruction à grande portée et à grande vitesse, genre fusées ou "missiles", dont les grandes puissances annoncent chaque jour les essais et les performances, modifiera la conception de la défense aérienne d'un territoire, qui devra probablement recourir à des engins de défense analogues à ceux de l'attaque pour provoquer la destruction de ces derniers en vol, à haute altitude et le plus loin possible du pays défendu.

Le problème de la détection se pose à nouveau, car les radars classiques ne voient pas assez loin pour que la parade soit déclenchée en temps utile, même si le radar transmet ses informations à un "cerveau électronique" auquel serait confié le soin de "faire le nécessaire" en moins de temps qu'il n'en faut pour le dire.

Dans une première phase, un réseau de détection avancé a été réalisé en plaçant des radars de surveillance aussi loin que possible. Aux Etats-Unis et au Canada des chaînes de radars d'alerte ont été installées dans les régions glacées au nord du continent américain, sur des îles artificielles au large des côtes. Pour reculer l'horizon une flotte d'avions spécialement aménagés pour constituer de véritables stations radar aériennes, bien qu'analogues à celles de la D. A. T., tient l'air en permanence. Il ne s'agit plus ici de transporter un petit radar de bord du type déjà décrit, mais des radars de surveillance et les moyens de transmettre les informations recueillies.

Aussi ces stations sont-elles placées sur de gros appareils dérivés du quadrimoteur de transport Super-Constellation. Emportant plus de cinq tonnes de matériels radar et électronique, tant pour la surveillance que pour la navigation et les transmissions, servies par un équipage de trente hommes (pilotes, opérateurs, techniciens, cuisinier), ces stations radar volantes peuvent tenir

Un premier procédé de brouillage, utilisé au cours de la dernière grande guerre par les alliés, consiste à lancer d'un avion des bandes d'aluminium très minces et d'une longueur à peu près égale à la demi-longueur d'onde du radar à brouiller; on obtient ainsi une série de réflecteurs donnant des échos relativement intenses. Ces bandes, tombant lentement et répandues en grand nombre, donnent l'impression à l'opérateur radar d'une flotte d'avions. Les avions réels ne peuvent être distingués au milieu de ces nombreux échos. En jetant de telles bandes sur une grande surface, on constitue un écran au-delà duquel il est très difficile de distinguer une cible.

On peut également paralyser un radar en dirigeant sur lui un signal à une fréquence voisine de celle de l'émission du radar, dont le récepteur est alors brouillé; sur l'écran de l'indicateur apparaîtront de faux échos, au milieu desquels il devient très difficile de déceler l'objectif.

La défense contre le brouillage a progressé parallèlement et plusieurs dispositifs ont été trouvés pour neutraliser les effets de l'émission d'un brouilleur.

Le camouflage est obtenu en donnant à un objectif une forme telle que la réflexion des ondes incidentes se produise sur une surface très lisse renvoyant donc très peu d'énergie dans la direction d'où provient l'émission. On a également étudié des "peintures" recouvrant l'objectif à camoufler et constituées par une matière absorbant les ondes radio-électriques, comme le fait une surface noire pour les ondes lumineuses, au lieu de les réfléchir. On a enfin proposé que les missiles se propageant à très haute altitude créent leur propre réseau d'écrans, en provoquant en temps voulu, par l'explosion d'une charge, la projection d'éclats autour d'eux. La détection précise de ces engins pourrait alors devenir difficile.

Dans la mesure où les systèmes de détection seront plus efficaces et plus indispensables à la défense aérienne, l'attaquant sera plus tenté de les neutraliser, en les détruisant ou en les brouillant. Contre la première de ces réactions, l'électronicien ne peut pas grand-chose. Tout au plus, en réduisant le volume de ces matériels, donnera-t-il aux stations une certaine mobilité permettant leur déploiement au mieux des circonstances tactiques du moment. La perfection des systèmes de départ des informations permettra d'autre part de généraliser la dispersion et l'interconnexion des stations. L'ensemble bénéficiera alors de la capacité qu'ont les réseaux (qu'ils soient ferroviaires, électriques ou radar) de supporter quasi impunément les avaries locales. Par leurs dimensions, (certaines d'entre elles atteignent 20 mètres d'envergure) les antennes restent cependant très vulnérables et un progrès dans ce domaine ne semble pas immédiatement possible.

Quant au brouillage, l'électronicien s'y trouve en conflit avec lui-même et sans doute voyons-nous s'amorcer une nouvelle lutte de l'obus et de la cuirasse avec, selon les progrès de la

technique, des alternatives de prédominance et d'infériorité pour l'un et pour l'autre. Il s'agit là d'un problème qui ne recevra probablement jamais de solution définitive.