

et autorise des traitements élaborés permettant entre autres de calculer précisément la direction de la cible.

Grâce aux trois types d'informations recueillies (distance, vitesse et direction des cibles), le radar reconstruit et affiche une cartographie de son environnement.

Reprenons une torche pour illustrer le principe: la lumière projetée d'une lampe allumée pendant un bref instant se reflète dans tous les « miroirs » de l'environnement, c'est-à-dire tous les matériaux conducteurs d'électricité. Ce sont ces reflets qui fournissent une cartographie de l'environnement. Les bons conducteurs (comme les métaux) réfléchissent mieux que les mauvais (le bois ou certains plastiques), ce qui se traduit sur l'écran du radar par des zones plus contrastées et détaillées que d'autres.

ATTENTION AUX TURBULENCES

Cependant, bien que la puissance d'émission d'un radar soit généralement très élevée, le niveau du signal reçu en retour est, lui, très faible, et sa qualité fluctuante. En effet, la qualité de l'écho radar ne dépend pas seulement de la puissance du signal émis. Elle dépend aussi de sa fréquence et de sa composition; de l'orientation et de la taille des antennes d'émission et réception; de la distance entre le radar et la cible; des perturbations du milieu de propagation (turbulences atmosphériques, précipitations, masquages par le terrain...); de la taille, de la vitesse et des fluctuations de la cible; des performances de calcul disponibles pour le traitement des signaux reçus...

RADAR

Le mot « radar » est l'acronyme de l'anglais *radio detection and ranging* (« détection et télémétrie par ondes radio »).

Les gammes de fréquences d'émission des radars classiques varient, selon les applications, de quelques dizaines de mégahertz à environ 300 gigahertz.

Au niveau international, les bandes de fréquences, qu'elles soient civiles ou militaires, pour les radars ou pour les autres dispositifs, sont allouées tous les trois ans par l'Union internationale des télécommunications (UIT).

Ainsi, le radar est capable de discerner des surfaces et des objets plus ou moins conducteurs. Les applications sont multiples. L'eau étant bien conductrice, le radar est fréquemment utilisé en météorologie pour cartographier les précipitations et les formations nuageuses. On retrouve de même des radars sur des satellites d'observation, notamment pour fournir des informations sur le niveau des océans, sur l'état de la surface terrestre ou encore sur la constitution des premières couches de terrain, ainsi que pour le renseignement militaire. Embarqués sur des avions, les radars aident à la détection, à la surveillance aérienne et au guidage de l'appareil, notamment en cas de faible visibilité ou de vol à très basse altitude.

Sur des avions militaires, certains radars constituent un moyen privilégié d'alerte, de

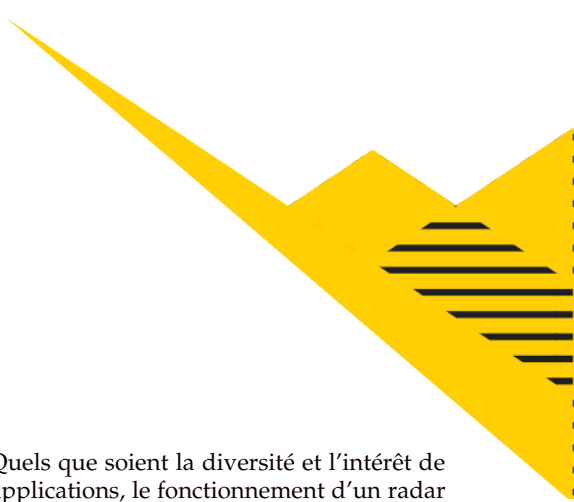
LE RISQUE D'AVEUGLEMENT

Les émissions utilisées par les radars passifs (émetteurs radio, de télévision...) étant souvent permanentes et continues, les ondes reçues directement et celles reçues après réflexion par la cible doivent être traitées simultanément. Aussi, le radar passif doit en permanence gérer le risque d'aveuglement induit par le signal directement reçu de l'émetteur. En pratique, le signal direct reçu est généralement un million à dix milliards de fois plus puissant que l'écho reçu de la cible. Cela représente une difficulté technique majeure. Afin de discerner l'écho de cible malgré tout, une capacité de calcul importante est nécessaire pour mettre en œuvre une architecture de traitement spécifique. Cette architecture de traitement exploite les connaissances que l'on a sur l'émetteur (sa position, ses caractéristiques...) et utilise, pour réduire fortement les signaux aveuglants et détecter les échos avec une grande sensibilité, un réseau d'antennes réceptrices et des filtres adaptatifs très performants.

42

renseignement et de protection. Outre l'évitement des collisions, l'aide aux approches et aux appontages, les radars militaires aéroportés sont utiles pour cartographier des zones d'intérêt ou un champ de bataille, pour conduire des tirs et guider l'artillerie. Aujourd'hui, les radars aéroportés fournissent des images dont les pixels correspondent à des zones de la taille de quelques centimètres.

Au sol, les radars servent au contrôle aérien. En zone littorale ou portuaire, les radars maritimes jouent un rôle similaire pour repérer et guider les navires. On peut aussi mentionner la sécurité routière, des radars étant dévolus au contrôle de la vitesse des véhicules. Les radars de recul ou encore les radars d'assistance au freinage d'urgence qui équipent certains véhicules ont été développés selon le même principe.



Quels que soient la diversité et l'intérêt de ces applications, le fonctionnement d'un radar classique, ou actif, nécessite beaucoup d'énergie : pour atteindre des portées appréciables, le radar doit émettre des ondes à une très forte puissance. Par conséquent, le radar actif est très peu discret, et même un appareillage électronique rudimentaire peut le détecter facilement. Dans le domaine militaire, un tel radar aide certes à observer, mais il trahit également sa présence ; et dans le domaine civil, les risques de brouillages involontaires posent aussi des difficultés. Enfin, un dispositif capable de rayonner une grande quantité d'énergie coûte extrêmement cher en équipement, en installation et en maintenance.

ÉLIMINER L'ÉMETTEUR

Ces contraintes ont conduit à l'idée de radar passif. L'idée fondamentale consiste à ne développer et à n'installer que la partie « réception » du radar. Il n'y a pas d'émetteur au sens strict. Le radar passif exploite tout simplement des signaux externes présents dans son environnement, tels ceux émis par des antennes de radiodiffusion ou télédiffusion, ou des stations relais des téléphones portables.

Le principe du radar passif a été inventé peu après celui du radar actif, au début du ^{xx}e siècle. Les premiers à effectuer des recherches sérieuses ont été les Allemands pendant la Seconde Guerre mondiale : la société Telefunken avait réalisé un prototype de radar passif, utilisant une antenne gigantesque, dont les signaux reçus étaient dépouillés et exploités manuellement par une équipe de plusieurs dizaines d'opérateurs.