

Il fait nuit noire et une coupure générale d'électricité vous oblige à chercher des bougies stockées quelque part dans votre cave ; muni d'une torche, vous y descendez et commencez à explorer les lieux. Le faisceau lumineux n'éclaire qu'une petite région, et il doit balayer une bonne partie de l'espace avant qu'enfin la lumière réfléchiée et diffusée vers vos yeux révèle l'objet convoité. Le principe de cette exploration visuelle est analogue à celui du radar classique, sauf que, d'une part, la « torche » émet des ondes électromagnétiques n'appartenant pas au domaine visible, et, d'autre part, l'émetteur et le récepteur sont confondus dans un seul et même dispositif.

Dans les faits, sans coupure d'électricité, une ou plusieurs sources de lumière non directionnelles éclairent la scène. Vous n'avez alors pas besoin de torche et vos yeux, c'est-à-dire vos détecteurs d'ondes électromagnétiques, distinguent les objets environnants en captant le rayonnement ambiant.

LAMPE TORCHE ET RADAR

Existe-t-il une situation analogue pour les radars ? Oui. Depuis plusieurs années, les industriels mettent au point des radars dits « passifs » qui n'émettent pas d'ondes : ils ne font que capter et analyser (là réside le principal défi) le rayonnement ambiant dans certaines gammes de longueurs d'onde. Et de fait, à part dans quelques rares zones, nous baignons dans un océan de rayonnements que l'on doit aux technologies modernes de communication (radio, télévision, téléphonie mobile...).

En bref

> Les radars passifs n'émettent pas eux-mêmes d'ondes. Ils exploitent celles présentes dans l'environnement, émises par exemple par les antennes-relais de la téléphonie mobile.

> L'absence d'émetteur rend le radar passif très difficile à détecter.

> Les radars passifs peuvent détecter plus facilement des avions furtifs ou des appareils volant à faible altitude.

> Ils sont beaucoup moins coûteux que les radars classiques en équipement, en fonctionnement et en maintenance.

Ainsi, le radar passif ne fait qu'écouter ce qui se passe dans son environnement. Il offre des fonctionnalités complémentaires à celles du radar classique. Surtout, il permet de voir sans être vu : puisqu'un radar passif est dépourvu d'émetteur, il est indétectable...

Comment fonctionne un radar classique et à quoi sert-il ? Un radar est capable de détecter une cible, par exemple un avion, et de mesurer sa distance, sa vitesse et sa direction. Pour y parvenir, il utilise un émetteur d'ondes radio, lesquelles sont réfléchies par les cibles, puis détectées par le récepteur du radar ; les données ainsi recueillies sont ensuite traitées.

La distance de la cible est estimée en mesurant le temps écoulé entre l'instant d'émission de l'onde et celui de réception de son écho. La vitesse de la cible est évaluée d'après la différence entre la fréquence du signal émis et celle du signal reçu, cette dernière fréquence étant modifiée par effet Doppler.

Quant à la direction de la cible, sa détermination dépend du type d'antenne réceptrice. Beaucoup de radars actuels utilisent encore des antennes à réflecteur tournant, qui produisent un faisceau directif. On estime alors la direction de la cible d'après l'orientation de l'antenne qui correspond au maximum du signal reçu, méthode qui peut être affinée par d'autres techniques. Certains radars modernes ont des réseaux d'antennes fixes : les faisceaux, en émission et en réception, sont alors formés dans les directions désirées sans rotation mécanique, mais par calculs électroniques de pondérations en phase et en amplitude des différentes antennes. Cela leur confère une grande rapidité

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