

LE RADAR

I- Généralité :

Sigle (Radio Detecting And Ranging) qui désigne un **système** capable de **repérer** la **position** d'un **obstacle naturel** (côte ou montagne) ou de **déterminer** la **direction** et la **vitesse** d'un **objet en mouvement** (navire ou aéronef), exploitant la **propriété** qu'a tout objet (**cible**) de réfléchir les **ondes électromagnétiques** en produisant un **écho**.

D'une façon générale, le radar est constitué par un **émetteur** et **récepteur** couplés et pourvus d'**antennes directionnelles**.

A un moment donné, l'émetteur émet une **impulsion** d'énergie électromagnétique qui se propage en ligne droite à la vitesse de la **lumière** ($c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$) et qui, quand elle atteint la cible, est réfléchi partiellement. L'antenne du récepteur recueille l'énergie réfléchi.

L'écho parvient au récepteur avec un **retard T** par rapport au moment de l'émission, égal au temps mis pour parcourir **deux fois** la **distance D** entre le radar et la cible à la vitesse de la lumière.

Puisque **T** est lié à **D** par la relation $T = 2D/c$, en mesurant avec un dispositif électrique particulier (**indicateur**) l'**intervalle T**, on parvient à mesurer la **distance D**.

Le radar est utilisé en navigation aérienne et maritime, pour **guider** l'atterrissage des avions, pour diriger le **trafic** à proximité des aéroports, pour **localiser** les concentrations de **troupes**, pour **diriger** les **missiles**, etc. Des types particuliers de radar sont utilisés pour mesurer l'**altitude** et pour déterminer la vitesse.

II- Composition :

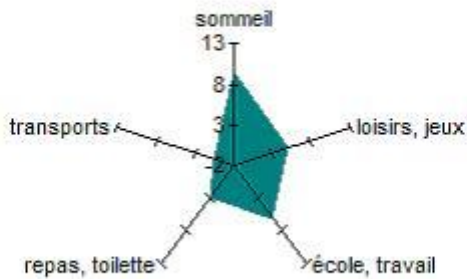
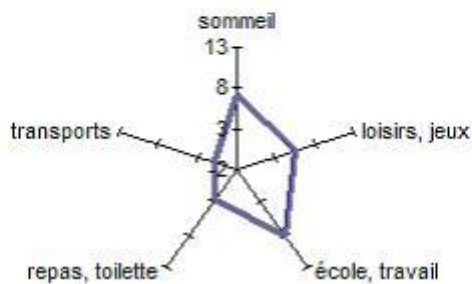
Les radars utilisent des ondes à très haute fréquence (**1 000- 10 000 MHz**) produites par un **générateur** spécial qui émet des impulsions brèves (durée de **0,1 à 10 µs**) avec une **cadence** de **50 à 10 000 impulsions/s**.

Les impulsions ont une grande puissance (**10KW-10MW**). L'antenne est fortement directionnelle (habituellement du type à **réflecteur parabolique**) et peut être orientée dans la direction choisie ; en outre, elle est simultanément émettrice et réceptrice. Cela rend nécessaire l'emploi d'un dispositif particulier (**modulateur TR**) qui relie automatiquement l'antenne à l'émetteur durant les brèves périodes de transmission des impulsions et au récepteur pendant le reste du temps.

Un opérateur peut suivre visuellement les données obtenues par l'écho sur un indicateur. Celui-ci, dans le cas de la mesure de distances avec une antenne fixe, est constitué par un simple tube à **rayons cathodiques** dans lequel le point lumineux se déplace horizontalement à une **vitesse constante et proportionnelle au temps**.

Répartition du temps d'une journée selon un graphique en radar :

- à 16 ans (premier graphique)
- et à 10 ans (second graphique) :



Mais très souvent, l'antenne tourne pour explorer tout l'espace qui l'entoure : l'indicateur est alors constitué par un tube cathodique dans lequel le point lumineux se déplace le long d'un rayon qui tourne en **synchrone** avec l'antenne, matérialisant l'écho par une forte augmentation de la **luminosité du point**.

De cette façon, on voit sur le plan la **topographie** de la zone environnante, avec les cibles représentées par des taches lumineuses ; dans ce cas l'indicateur est appelé **PPI (Plan Position Indicator)**, ou à présentation **panoramique**).

III- Caractéristiques :

La donnée caractéristique fondamentale du radar est sa **portée**, c'est-à-dire la **distance maximale** à laquelle l'écho est encore suffisamment fort pour être distingué des **bruits parasites**.

Naturellement, la portée dépend de la puissance de l'impulsion transmise, de la fréquence employée, des caractéristiques (**gain**) de l'antenne, du bruit du récepteur en plus de la nature et de la taille de la cible, qui est exprimée par une surface réfléchissante équivalente.

La portée est en outre grandement influencée par les conditions de **propagation** de l'onde émise. Pour qu'il n'y ait pas d'**ambiguïté**, l'intervalle de temps entre l'émission de l'impulsion et le retour de l'écho doit être inférieur à l'intervalle entre deux impulsions successives ; cela limite la portée maximale.

Par ailleurs, il existe aussi une portée maximale, car l'écho doit revenir seulement au terme de la transmission de l'impulsion, qui est donc liée à sa durée.

De la durée de l'impulsion dépend aussi le pouvoir de **résolution**, c'est-à-dire la possibilité de distinguer **deux obstacles alignés** avec le radar et proches l'un de l'autre.

La distance minimale entre deux obstacles et pour laquelle on obtient **deux échos distincts**, est d'autant plus petite que les impulsions sont plus brèves.

Quoique la plus grande partie des radars émettent des impulsions, il est possible de détecter des cibles en émettant des ondes continues (**radar à onde continue**). Par **effet Doppler**, l'onde de l'écho a une fréquence, différente de celle de l'émission, qui devient plus haute si la cible se rapproche, et plus basse dans le cas contraire.

La déviation de **fréquence f** est proportionnelle à la vitesse **radiale V_p** de la cible. Ce type de radar permet donc, en plus de la direction des cibles mobiles, de mesurer aussi leur vitesse radiale.

Les radars à effet Doppler sont utilisés comme indicateurs de vitesse pour mesurer la vitesse à bord des avions.