Équipements radar embarqués

Avant de débuter le cours ...

Présentation du cours

- Introduction.
- Le radar météo.
- Le radioaltimètre.
- Le radar Doppler.
- Danger des ondes radar.
- Conclusions.

Introduction

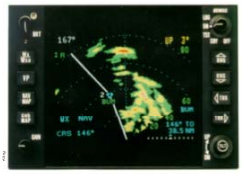
- Les ondes radar ont plusieurs usages à bord des aéronefs :
  - Visualisation de phénomènes météorologiques.
  - Mesure de la hauteur de l'aéronef par rapport au relief.
  - Mesure du déplacement de l'aéronef par rapport au sol.
  - Identification et prévention des abordages.
  - Conduite de tirs de missiles ou d'autres projectiles.

RADAR = Radio Detection & Ranging

- Nous allons parler des trois premières applications dans ce cours.

Le radar météo

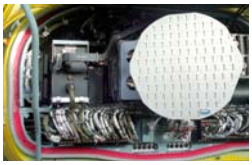
- Le radar météo permet au pilote de visualiser les perturbations météorologiques en avant de l'aéronef.



Le radar météo

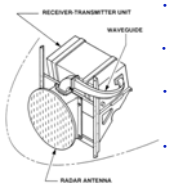
- Une onde est émise dans une direction déterminée; selon l'importance de l'écho reçu, on peut estimer l'intensité du phénomène météorologique rencontré.
- Cet écho est traité afin de réaliser une carte en couleur du phénomène météorologique sur un écran radar ou sur l'écran de navigation.

Le radar météo



- L'antenne d'un radar météo balaye continuellement de gauche à droite couvrant ainsi une zone d'environ 120° devant l'aéronef.
- Il est toutefois possible d'en régler l'inclinaison pour pouvoir analyser les phénomènes à différentes altitudes.

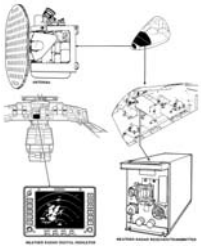
Le radar météo



- Une fréquence habituellement utilisée pour les radars météo est 9,375 GHz.
- À cette fréquence-là, il n'est plus possible de faire circuler un signal à l'aide d'un simple câble coaxial.
- C'est ainsi que l'antenne du radar météo est connectée à l'émetteur-récepteur au moyen d'un guide d'onde.
- Lorsque l'avion change d'attitude en roulis ou en tangage, le balayage doit être maintenu dans un même plan horizontal grâce aux informations provenant des instruments gyroscopiques.

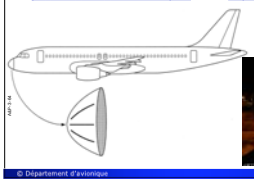
Le radar météo

- Exemple d'installation d'un radar météo à bord d'un Challenger :



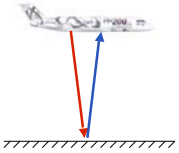
Le radar météo

- Le radôme est réalisé en matériau anéchoïque, c'est-à-dire transparent pour les ondes radio et radar.
- Des protections doivent toutefois être ajoutées pour les phénomènes électrostatiques et les impacts de foudre.

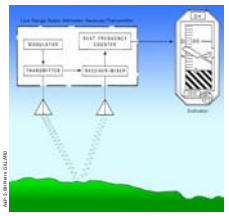


Le radioaltimètre

- Le radioaltimètre ou radiosonde permet de mesurer la hauteur verticale entre un aéronef et le sol par mesure du temps mis par une onde émise par l'avion à revenir à celui-ci.
- La fréquence de fonctionnement est de 4300 MHz (bande réservée de 4200 MHz à 4400 MHz)



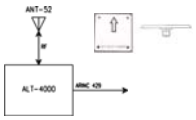
Le radioaltimètre



- La précision habituelle d'un radioaltimètre est de l'ordre de 5 pieds.
- Les hauteurs mesurées peuvent aller jusqu'à 2500 pieds, mais la principale utilité du radio altimètre est de connaître la hauteur de l'aéronef lors des approches.
- Le radioaltimètre comporte un bouton permettant le réglage de la hauteur de décision (DH).

Le radioaltimètre

- Les antennes sont toujours situées en dessous de l'aéronef.
- En général, pour chaque système, il y aura une antenne d'émission et une autre de réception (parfois, elles peuvent être montées dans le même boîtier).



Le radioaltimètre

Dangers de la 5G

- La 5G fonctionne dans une gamme de fréquences située entre 3450 MHz et 3650 MHz, donc fort proche des fréquences des radioaltimètres.
- Le risque est de perturber les mesures de hauteur et d'introduire des valeurs erronées dans les systèmes de l'aéronef et de causer un danger potentiel.
- Le problème est crucial, car le radioaltimètre est la source d'information primaire des GPWS, EGPWS et TAWS.

Le radioaltimètre

Dangers de la 5G

Le radioaltimètre

Dangers de la 5G

- Il a également été défini le concept de « radioaltimètres tolérants » et de « radioaltimètre non tolérants » :

Avion avec radioaltimètre tolérant : avion dont le radioaltimètre, tel qu'il est posé, possède les tolérances indiquées aux paragraphes A et B, partie I, de la CN CF-2024-14 émise le 15 mai 2024, démontrées par l'entremise d'une méthode approuvée par la FAA ou par TC. À l'heure actuelle, les avions jugés conformes aux exigences de la définition « avion avec radioaltimètre tolérant », que la FAA a établie à l'alinéa (g), « Définitions », de la CN 2023-10-02, sont considérés comme des avions équipés d'un radioaltimètre tolérant au Canada.

Avion avec radioaltimètre non tolérant : avion dont le radioaltimètre, tel qu'il est posé, ne possède pas les tolérances indiquées aux paragraphes A et B, partie I, de la CN CF-2024-14 émise le 15 mai 2024. À l'heure actuelle, les avions jugés conformes aux exigences de la définition de « avion avec radioaltimètre non tolérant », que la FAA a établie à l'alinéa (g), « Définitions », de la CN 2023-10-02, sont considérés comme des avions possédant un radioaltimètre non tolérant au Canada.

- Des restrictions vont s'appliquer aux aéronefs équipés de « radioaltimètre non tolérants ».

Le radioaltimètre

Dangers de la 5G

- Toutefois, si un problème d'interférence avec le radioaltimètre est rencontré, il est recommandé à l'équipage de l'aéronef concerné de remplir un rapport à Transports Canada.
- Suite à ces rapports, Transports Canada prendra les mesures adéquates qui s'imposent le cas échéant, y compris l'émission de consignes de navigabilité.

Le radar Doppler

- Le système radar Doppler est installé sur les hélicoptères.
- Par la mesure de variation de fréquence dans quatre directions, le radar Doppler permet d'estimer le déplacement de l'hélicoptère par rapport à un point de départ connu.
- Il est utile pour la navigation à l'estime (*Dead Reckoning*) en cas de défaillance du système GPS.
- Il permet aussi aux hélicoptères équipés d'un pilote automatique à 4 axes de maintenir le vol stationnaire au-dessus d'une position sans intervention du pilote.

Danger des ondes radar

- Les deux dangers des ondes radio :

Fréquences élevées
Puissances élevées

- Il est encore plus dangereux de combiner les deux !
- Les micro-ondes sont **néfastes pour la santé** car elles peuvent provoquer des brûlures internes si elles sont appliquées à forte puissance (exemple : four à micro-ondes).
- Une exposition régulière aux micro-ondes, à long terme, peut également causer des cas de cancer.

Danger des ondes radar

- **Ne jamais faire fonctionner un radar météo au sol sans consulter les instructions du manufacturier (*).**
- **Bien souvent, d'ailleurs un relais commandé par le train d'atterrissage interdit tout fonctionnement du radar lorsque l'aéronef est au sol (*WOW-Weight On Wheels*).**

(*) Les radars modernes peuvent fonctionner au sol moyennant certaines précautions

- **Ne jamais se coucher ou se tenir sous les antennes d'un radioaltimètre ou d'un radar Doppler en fonctionnement.**

Conclusions

- Les ondes radars permettent de nombreuses applications utiles à l'aviation tant civile que militaire.
- Toutefois, les gammes d'ondes utilisées présentent un risque non négligeable pour la santé.
- Le technicien en avionique redoublera donc de prudence lorsqu'il travaillera avec des systèmes utilisant les micro-ondes (fréquences supérieures à 1 GHz).

Merci de votre attention