

# Deuxième partie : Les interférences à bord

Préparé par B. RABILLER

Présenté par E. ALLAIX  
DSNA/SDPS/FSR

Ressources, territoires, habitats et logement  
Énergie et climat Développement durable  
Prévention des risques Infrastructures, transports et mer

Présent  
pour  
l'avenir



## *Les interférences à bord*

- Comment s'en prémunir
- Les systèmes dits sensibles
- Les sources: les émetteurs intentionnels et non-intentionnels
- Les performances du récepteur VHF-COM en présence d'interférences



# Aspects réglementaires

## Le règlement de certification

### – CS /JAR/FAR 25.1351 (a) Electrical equipment and installations

Electrical equipment, controls, and wiring must be installed so that operation of any one unit or system of units will not adversely affect the simultaneous operation of any other electrical unit or system essential to the safe operation.

### – CS/JAR/FAR 25.1431 (c) Electronic equipment

Radio and electronic equipment, controls, and wiring must be installed so that operation of any one unit or system of units will not adversely affect the simultaneous operation of any other radio or electronic unit, or system of units, required by this chapter.

### ➤ Mais également l'état de l'art: une bonne conception: cheminement des câblages, implantation des antennes, blindages, etc...

#### – Les moyens de conformité associés

#### – Qualification de l'équipement

#### – Les essais sol

#### – Les essais vol

## *Les Interférences : Comment s'en prémunir*

- **Représentativité de la démonstration de vérification de conformité:**
  - Bonne à un instant donné
  - Peut être remise en cause suite à une modification de l'installation à bord.
  - Peut être remise en cause suite à un changement d'environnement opérationnel
  - S'assurer que les équipements répondent bien aux normes d'environnement en particulier pour l'émission d'énergie non essentielle à fréquence radioélectrique et pour la susceptibilité aux signaux conduits et rayonnés
  - **Normes Eurocae ED 14 ( ) ou RTCA DO 160 ( )**
    - Essais Physique (Température, altitude, humidité,
    - Essais Électrique (effet magnétique, alimentation électrique, susceptibilité aux signaux BF, résistance au foudroiement, etc...)



# Les Interférences : Comment s'en prémunir

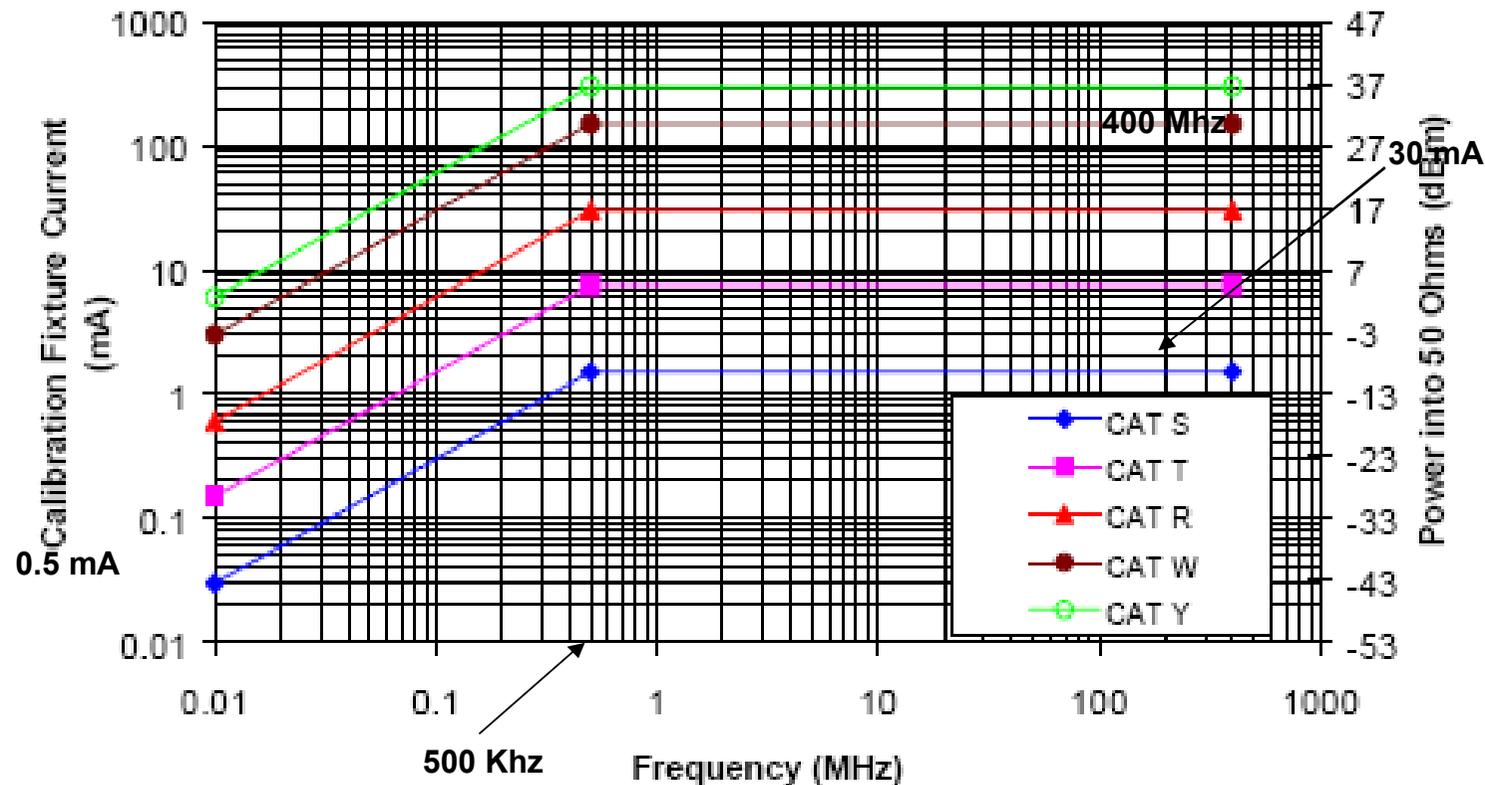
- Susceptibilité aux signaux conduits et rayonnés:
  - Ces essais permettent de s'assurer que l'équipement fonctionne correctement lorsqu'il est soumis à des signaux RF modulés :
    - Par rayonnement
    - Injecté par conduction sur les câbles de connexion.
  - Deux procédures d'essais sont utilisées:
    - 1) De 10 kHz à 400 MHz, l'équipement sous test est soumis à des signaux RF conduits
    - 2) Pour les fréquences au dessus de 100 MHz , l'équipement est soumis à des champs RF rayonnés. Il y a donc un chevauchement entre les deux méthodes entre 100 et 400 MHz.
  - Les essais de susceptibilité en rayonné sont réalisés entre 100 MHz et 18 GHz max en fonction des catégories.



# Tenue aux environnements EM : Conformité à l'ED 14

## Susceptibilité aux signaux conduits

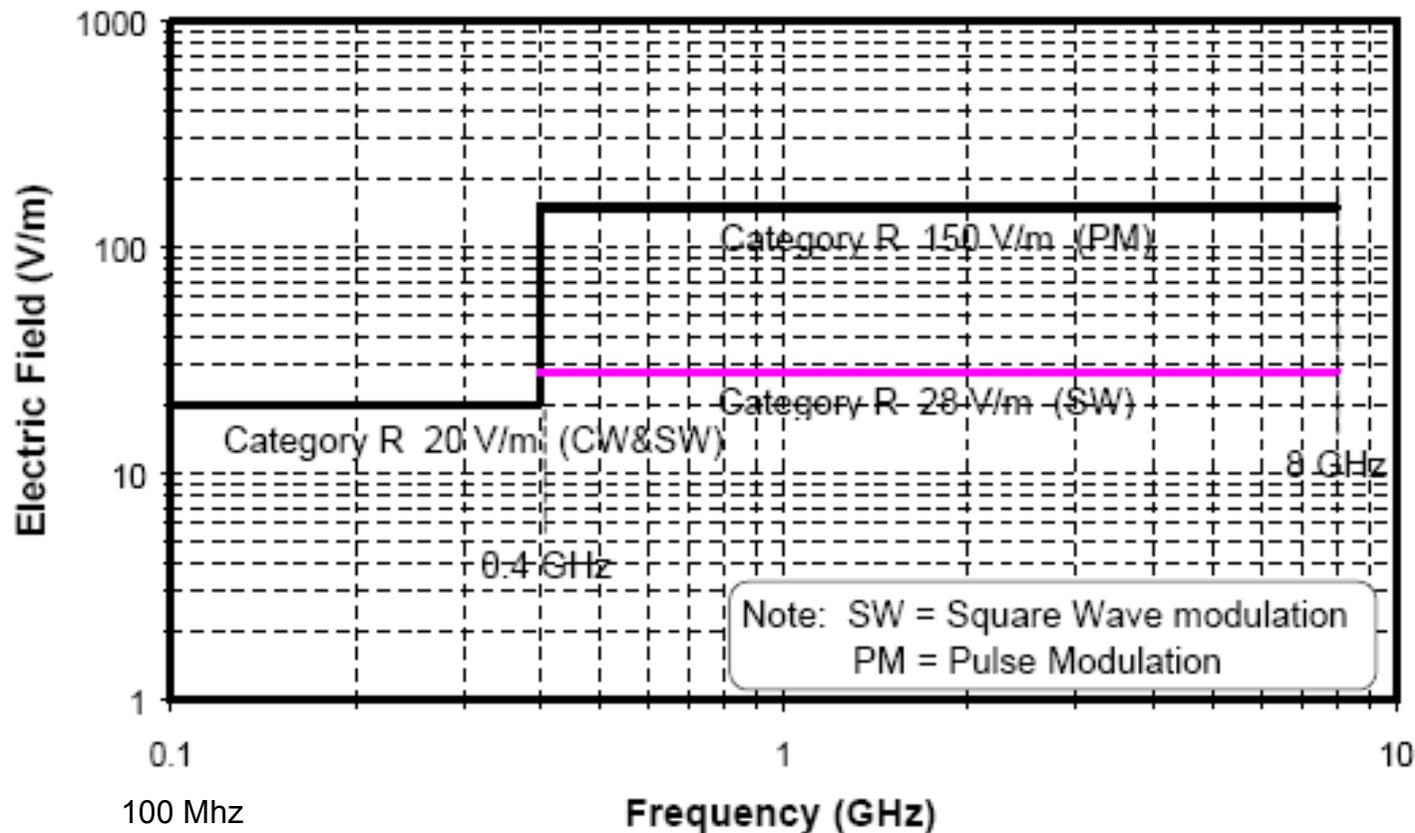
➤ Exemple niveau injecté pour la catégorie R (avions <25 m)



## Tenue aux environnements EM : Conformité à l'ED 14

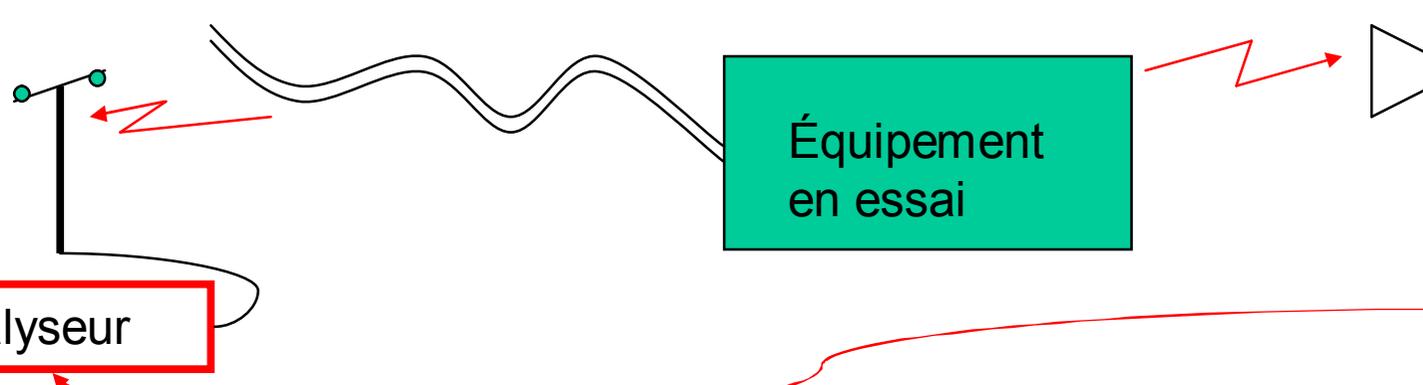
# Susceptibilité aux signaux rayonnés.

- Exemple niveau de champ rayonné pour la catégorie R



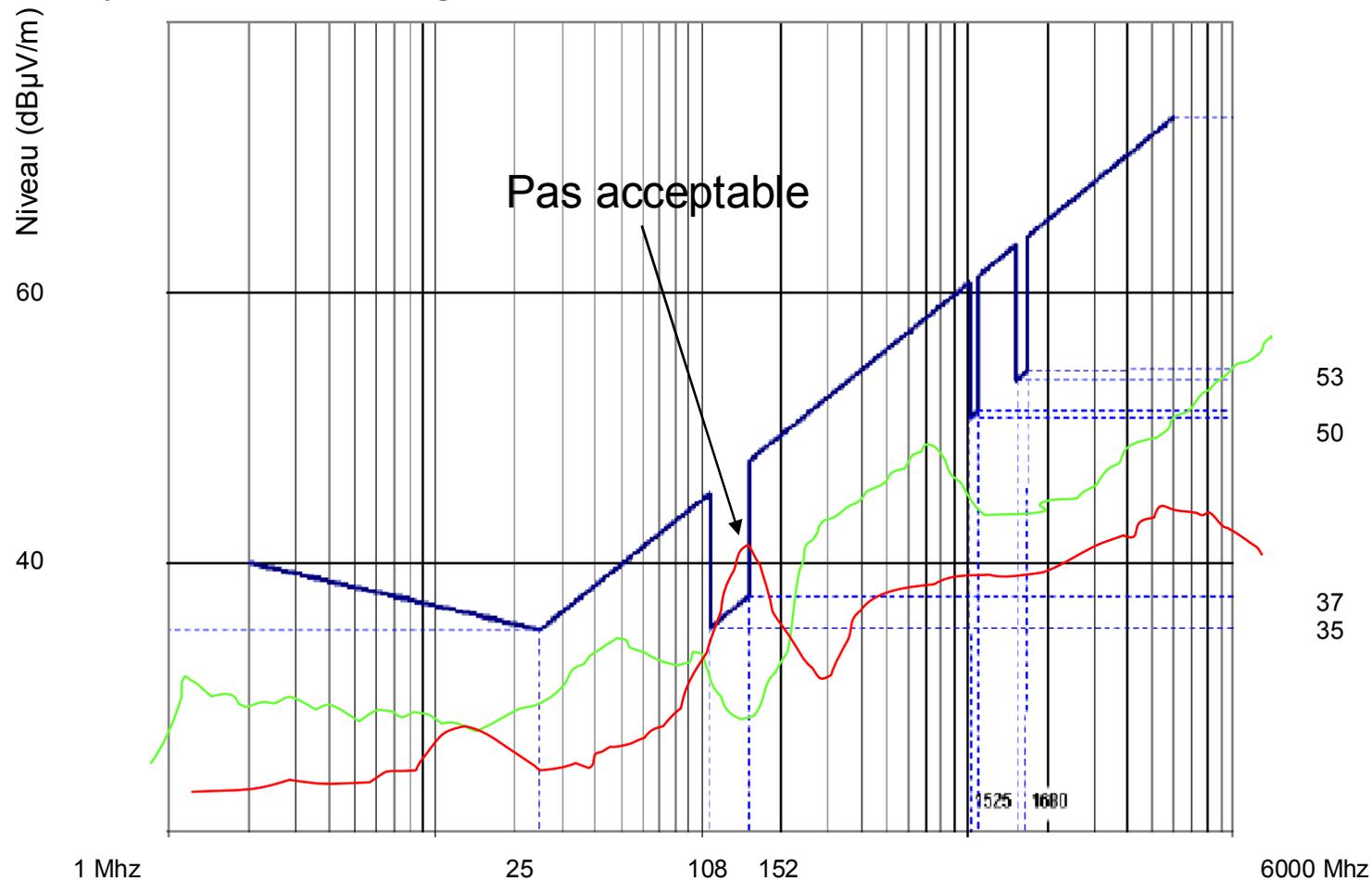
## Vérification de non perturbation des autres équipements

- Émission d'énergie non essentielle à fréquence radio électrique.
  - Ces essais permettent de s'assurer que l'équipement n'émet pas de signaux RF non désirés avec un niveau excédant une courbe spécifiée dans la norme. Les "découpes" qui se trouvent au niveau des courbes permettent de protéger les différents récepteurs installés à bord de l'aéronef (VHF, DME, GNSS,...).
  - Différentes catégories existent en fonction de l'emplacement de l'équipement sur l'aéronef. Par exemple la catégorie M concerne des eqts et du câblage qui ne sont pas en vue directe des antennes. Cette catégorie est acceptable pour des eqts situés dans la cabine passager ou dans un cockpit d'avion de transport



## Verification de non perturbation des autres équipements

- Émission d'énergie non essentielle à fréquence radioélectrique rayonnée. Ex catégorie M



## Certification de l'aéronef après qualification et intégration de l'équipement

---

- S'assurer lors des essais sol que l'équipement lorsqu'il est intégré dans l'aéronef n'est pas perturbé ou ne perturbe pas.
  - On doit être le plus exhaustif possible.
  - Est relativement simple pour les eqts non E/R (ex système audio) ou fonctionnant sur une seule fréquence (ex transpondeur)
  - Est plus délicat pour des systèmes disposant d'une gamme de fréquence étendue (ex les 2280 canaux d'un ER VHF 8.33 KHz)
- Un essai vol est généralement requis pour s'assurer d'un bon fonctionnement général.
- Ces essais ne donnent jamais une garantie à 100% mais la démonstration reste valide car elle ne remet pas en cause la sécurité du vol





## Les systèmes dits sensibles les précautions/Règles de l'art

---

- Tous les récepteurs
  - Couplage direct sur l'antenne
  - Dépend de la sensibilité du récepteur
  - Être très vigilant sur tous les systèmes pouvant générer des fréquences dans la bande du récepteur ou disposant d'oscillateurs locaux.
- Exemple:
  - Harmonique 12 et 13 de la VHF-COM interférant sur le GPS (121.18 Mhz et 131.28 Mhz).
  - Oscillateur local d'un système EFIS interférant sur le canal 135.985
  - Système interphone de cabine interférant avec la VHF 1 porte ouverte.



## *Les différentes sources de brouillages*

---

- Émetteurs non intentionnels (catégorie PED):
  - Oscillateurs
  - Jeux vidéo
  - PC portable (sans bluetooth ou Wifi)
  - Etc...
- Émetteurs intentionnels
  - VHF, SATCOM
  - GSM
  - Système avec interface WIFI
  - Etc.....
- Tous ces systèmes doivent être gérés à bord



## Performance d'un récepteur VHF en présence d'interférences

### ▪ Transmodulation

- Puissance de sortie basse fréquence  $< 10$  dB de la valeur obtenue avec un signal utile modulé à 1000 Hz / 30% lorsque l'on applique:
  - Signal utile variant de -87 à -59 dBm sans modulation
  - et un
  - Signal parasite à -33 dBm gamme 100 -156 Mhz modulé 1000Hz / 30%

### ▪ Intermodulation

- Application simultanée de deux signaux parasites non modulés dans la bande de fréquence 87-5 Mhz-107.9 Mhz à -5 dBm
- Niveau de sortie BF ne doit pas être réduit de plus de 6 dB

### ▪ Désensibilisation

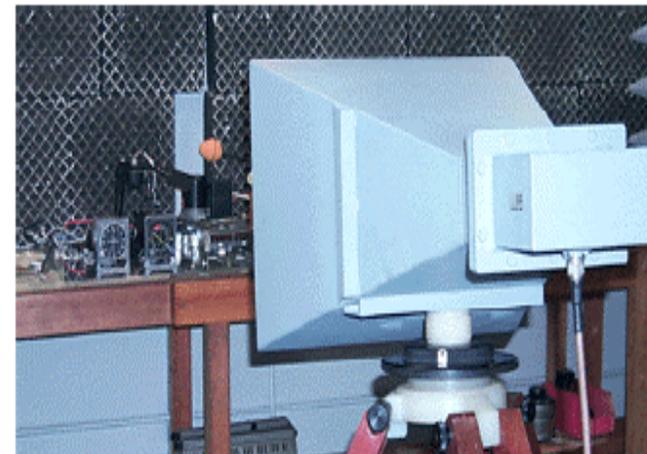
- Rapport S+B/B doit rester  $< 6$  dB lorsque:
  - Signal utile (-87 dBm) + signal parasite à - 33 dBm gamme 108-156 Mhz
  - Signal utile (-87 dBm) + signal parasite à - 7 dBm gamme 50 Khz-1215 Mhz hors bande VHF.



## Illustration Essais ED 14 en chambre anechoïde



Exemple d'installation pour des essais d'EMI (susceptibilité et émission d'énergie non essentielle)

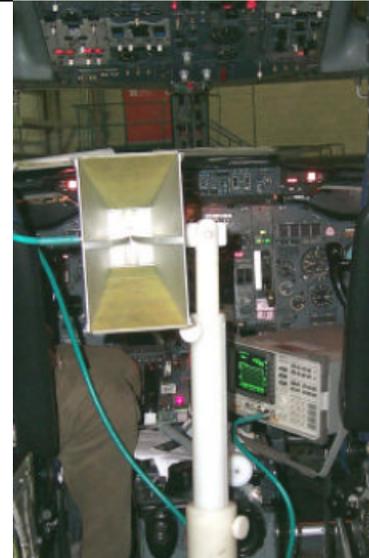


Mesure de susceptibilité d'un équipement

## Illustration essai sol sur avion



Mesure de signaux rayonnés à l'extérieur d'un avion



Rayonnement d'un signal RF en cockpit .  
Vérification de la susceptibilité des systèmes d'affichage.



Rayonnement d'un signal RF en baie radio.  
Vérification de la susceptibilité des systèmes installés