

**ÉNA** ÉCOLE NATIONALE D'AÉROTECHNIQUE COLLEGE EDOUARD-MONTPETIT

Collège Edouard-Montpetit École nationale d'aérotechnique

Pierre GILLARD/EXT1.608

### Systemes audio

© Département d'avionique Document à des fins de formation

**ÉNA** ÉCOLE NATIONALE D'AÉROTECHNIQUE COLLEGE EDOUARD-MONTPETIT

Collège Edouard-Montpetit École nationale d'aérotechnique

### Avant de débiter le cours ...

# Merci !

© Département d'avionique Document à des fins de formation

## Présentation du cours



- Introduction.
- Microphones et écouteurs.
- Systèmes de réduction du bruit
- Connectique.
- Les interphones de bord.
- Les consoles audio.
- Les enregistreurs de conversations.
- Conclusions.

## Introduction

- Contrairement à ce que l'on pourrait imaginer, les systemes audio représentent toujours un des plus grands défis pour les techniciens en avionique.
- En effet, les causes de problèmes peuvent être multiples :
  - ✓ Proximité de sources RF.
  - ✓ Proximité de sources AC à 400 Hz.
  - ✓ Problèmes d'adaptation de niveaux et d'impédances.
  - ✓ Parasites divers (magnétos, allumages, lampes à éclat, etc.)
  - ✓ Électricité statique.
  - ✓ Mauvaise utilisation des équipements.
  - ✓ Bruit ambiant.
- Dans tous les cas, l'usage des équipements audio sera désagréable pour l'équipage en cas de problème.

## Microphones et écouteurs

### Problématique du bruit dans les aéronefs

<b>130 dB</b>	<b>SEUIL DE DOULEUR</b>
<b>110 dB</b>	<b>COCKPIT D'HÉLICOPTÈRE</b>
<b>100 dB</b>	<b>COCKPIT D'AVION LÉGER</b>
<b>90 dB</b>	<b>COCKPIT D'AVION COMMERCIAL</b>
<b>80 dB</b>	<b>INTÉRIEUR D'UNE VOITURE à 80 km/h</b>
<b>70 dB</b>	<b>GRAND MAGASIN</b>
<b>60 dB</b>	<b>DOMICILE</b>

## Microphones et écouteurs

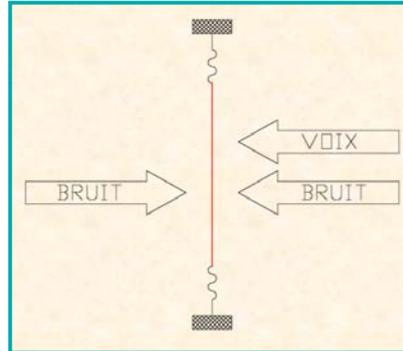
### Problématique du bruit dans les aéronefs

- Dans un avion ou un hélicoptère, le bruit présent dans le cockpit peut avoir plusieurs origines :
  - Moteur(s).
  - Hélice(s) ou rotors.
  - Aérodynamique.
- Il faut dès lors veiller à ce que :
  - Les écouteurs atténuent le bruit ambiant.
  - Les microphones ne soient pas influencés par le bruit ambiant.

## Microphones et écouteurs

### Problématique du bruit dans les aéronefs

- Il existe un moyen simple pour éliminer le bruit dans les microphones.
- Ce moyen consiste à pratiquer deux ouvertures dans le boîtier du microphone, ainsi la membrane mobile subit, de chaque côté, une pression de la part du bruit égale et opposée : le bruit est ainsi annulé.
- La pression du son de la voix ne s'exerce que d'un seul côté; seul ce signal est amplifié.



Département d'avionique

## Microphones et écouteurs

### Problématique du bruit dans les aéronefs

- En ce qui concerne les écouteurs :
  - À partir de 90 dB, le port d'un casque est conseillé et au delà de 100 dB, il devient indispensable.
  - Dans ce cas, on parle de casques « fermés », qui isolent du bruit ambiant.
  - En dessous de ces valeurs, on peut utiliser des casques « ouverts » (similaires aux casques de Walkman, mais avec un microphone sur flexible) pour des raisons de confort.

## Microphones et écouteurs

### Les microphones

- Il existe quatre grandes familles de microphones d'aéronefs :



Telex

- Les microphones au carbone (charbon).
- Les microphones à électret (condensateur).
- Les microphones dynamiques.
- Les microphones dynamiques amplifiés.

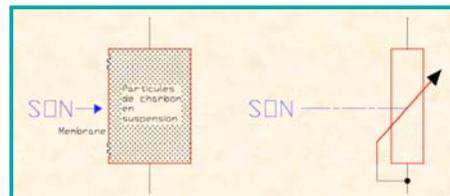
## Microphones et écouteurs

### Les microphones

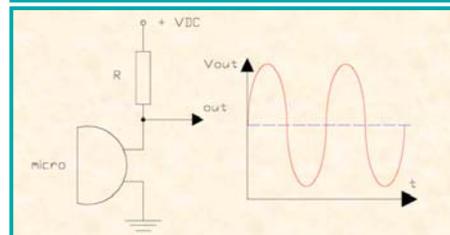
- Les microphones au carbone :

- Fonctionnent comme une résistance variable.

- Nécessitent une tension DC pour fonctionner :



Département d'avionique



Département d'avionique

## Microphones et écouteurs

### Les microphones

- Les microphones au carbone :

#### Inconvénients :

- Ils vieillissent plus vite que les autres microphones.
- En effet, les particules de charbon, au fil du temps, s'agglomèrent entre elles de même que sur les parois de la pastille modifiant ainsi la valeur de la résistance et entraînant une efficacité réduite du micro.

#### Avantages :

- Leur niveau de sortie élevé (plusieurs centaines de millivolts).
- À classer dans la catégorie des micros à « haut niveau » avec tous les avantages que cela représente.
- Faible coût.

## Microphones et écouteurs

### Les microphones

- Les microphones au carbone :

- Les microphones au charbon sont de moins en moins utilisés actuellement, sauf le laryngophone que l'on peut encore trouver dans certaines applications spécifiques.

#### **LARYNGOPHONE :**

Deux pastilles au carbone câblées en série et montées sur une lanière. En plaçant la lanière autour de son cou et en s'arrangeant pour que les pastilles soient en contact avec sa gorge, le pilote va disposer d'un système de microphone main libre. Avant l'introduction des microphones sur flexibles, ce principe était couramment utilisé sur les avions militaires.

Le laryngophone est totalement immunisé au bruit environnant. Il peut donc être utilisé dans toutes les applications où le niveau sonore est élevé.



**ÉNA**  
ÉCOLE NATIONALE  
D'AÉROTECHNIQUE  
COLLEGE EDOUARD-MONTPETIT



Collège  
Édouard-Montpetit  
École nationale d'aérotechnique

---

## Microphones et écouteurs

### Les microphones

- Les microphones à électret (condensateur) :
  - Sont principalement utilisés sur les casques-écouteurs.



**Avantages :**

- Haut niveau.
- Bonne qualité du son.

**Inconvénient :**

- Parfois plus fragiles.



© Département d'avionique

Document à des fins de formation



**ÉNA**  
ÉCOLE NATIONALE  
D'AÉROTECHNIQUE  
COLLEGE EDOUARD-MONTPETIT



Collège  
Édouard-Montpetit  
École nationale d'aérotechnique

---

## Microphones et écouteurs

### Les microphones

- Les microphones dynamiques :
  - Les microphones dynamiques usuels sont à bas niveau.
  - Ils consistent en une membrane faisant osciller un noyau magnétique dans une bobine.
  - En quelque sorte, un microphone dynamique est un haut-parleur « fonctionnant l'envers ».

**Avantages :**

- Aucune source externe nécessaire au fonctionnement.
- Robustes.
- Bonne immunité au bruit.

**Inconvénient :**

- Bas niveau.



© Département d'avionique

Document à des fins de formation

## Microphones et écouteurs

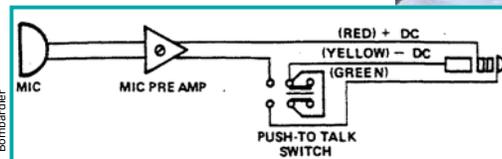
### Les microphones

- Les microphones dynamiques amplifiés :
  - Pour rendre les microphones dynamiques compatibles *carbon équivalent*, il suffit d'amplifier le signal de sortie pour le faire monter à un « haut niveau ».
  - Se faisant, ces micros perdent leur avantage d'autonomie en ce qui concerne l'alimentation électrique.

## Microphones et écouteurs

### Les microphones

- Différents types de microphones à main :



## Microphones et écouteurs

### Les écouteurs

- Différents types de casques-écouteurs :



Images : David Clark, Sigrionics et Telex

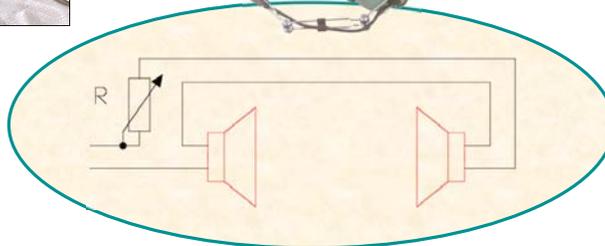
© Département d'avionique

Document à des fins de formation

## Microphones et écouteurs

### Les écouteurs

- Système de réduction de bruit passif :



Images : David Clark et Telex

Département d'avionique

© Département d'avionique

Document à des fins de formation

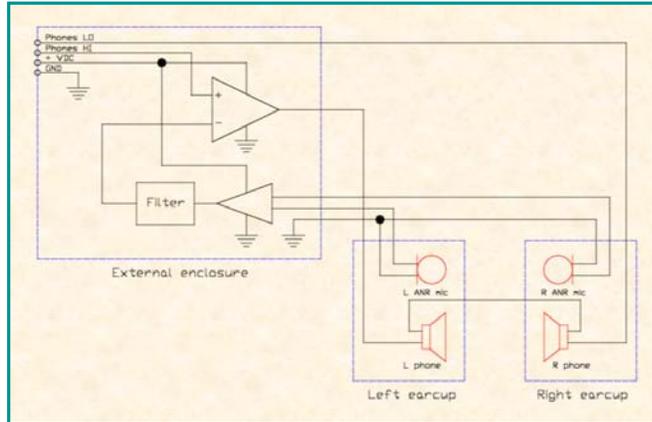
## Microphones et écouteurs

### Les écouteurs

- Système de réduction de bruit actif :



Telex



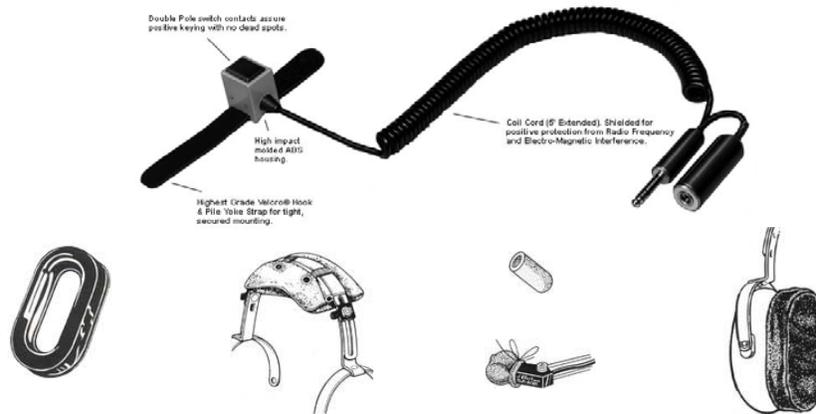
Département d'avionique

## Microphones et écouteurs

### Les écouteurs

- Accessoires :

David Clark



## Systèmes de réduction du bruit



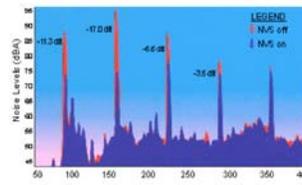
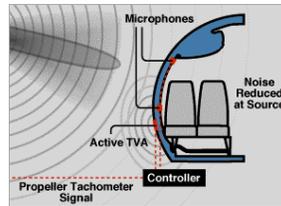
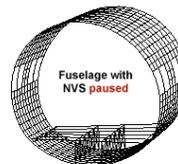
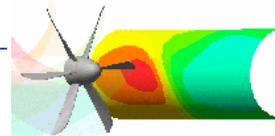
Photo © Pierre GILLARD/2012-P1030272

- Certains avions de transport commerciaux, tels ceux mus par des turbopropulseurs, sont par nature très bruyants pour les passagers.
- Il existe des dispositifs de réduction de bruit actif conçus pour des cabines entières.
- Panasonic développe aussi des casques Audio-HD pour passagers avec dispositif ANR intégrés aux systèmes de divertissement IFE.

## Systèmes de réduction du bruit

### Réduction du bruit et des vibrations dans le Q400

- Bombardier a intégré un système de suppression de bruit et de vibrations (*NVS-Noise & Vibration Suppression System*) dans les cabines du Q400.
- Le principe consiste à capter le bruit dû aux vibrations par des microphones et à générer une vibration en opposition de phase sur le fuselage à l'aide de dispositifs appelés *ATVA-Active Tuned Vibration Absorber*.
- Une grosse partie du bruit dans la cabine est ainsi éliminée à la source.



Images : Bombardier

## Connectique

### Niveaux et impédances utilisés

- Il existe trois standards principaux en audio :

#### HAUT NIVEAU :

microphone = 150 Ω / écouteurs = 150/600 Ω

#### BAS NIVEAU :

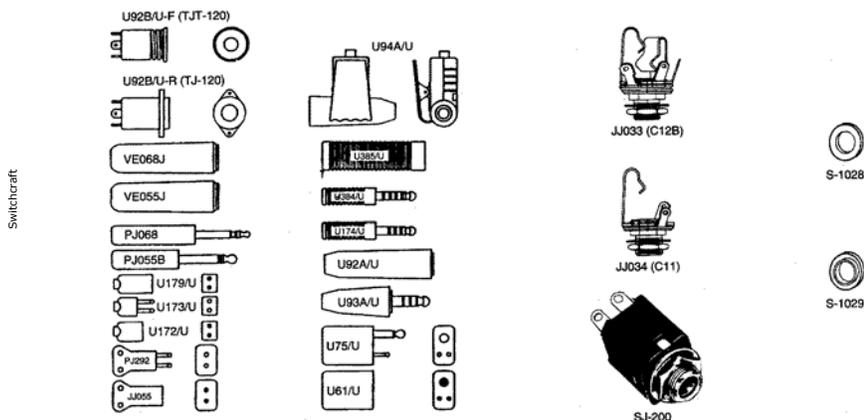
microphone = 5 Ω / écouteurs = 8 Ω

#### BAS NIVEAU « français »/OTAN :

microphone = 75 Ω / écouteurs = 150/600 Ω

## Connectique

### Différents types de connecteurs utilisés en aviation



## Connectique

### Adaptateurs

- Il existe des adaptateurs pour passer d'un modèle de prise vers un autre :

Sigtronics



## Interphones

### Aviation générale

- Lorsque tous les membres d'un équipage ou des passagers portent un casque, il est important qu'ils puissent dialoguer ensemble malgré leur isolement acoustique.



Images : David Clark et King

- Dans ce cas, le système audio de bord comporte un ou plusieurs interphones (*ICS-Intercom System*) éventuellement connectés entre eux.

## Interphones

### Aviation générale

- Interphones portables pour avions de tourisme :

Images : David Clark, Sigtronics et Telex



© Département d'avionique

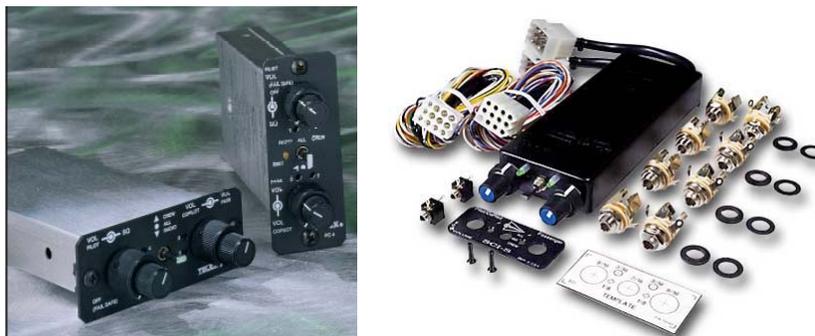
Document à des fins de formation

## Interphones

### Aviation générale

- Interphones pour petits avions et hélicoptères :

Images : Sigtronics et Telex



© Département d'avionique

Document à des fins de formation

## Interphones

### Utilisation des interphones d'aviation générale



- Ce type d'interphone est configuré pour 1 pilote, 1 copilote et jusqu'à 4 passagers.
- Seuls le pilote et le copilote ont la possibilité d'émettre sur une radio.
- Il doivent, dans ce cas, appuyer sur la clé de transmission (*TX Key*) et leur microphone sera directement connecté à la radio.

## Interphones

### Utilisation des interphones d'aviation générale



- Cet interphone dispose de trois modes de déclenchement :
  - Le mode de déclenchement par clé (*ICS Key*).
  - Le mode de déclenchement vocal (*Voice Activated* ou *VOX*).
  - Le mode de déclenchement permanent (*Live* ou *Hot*).

## Interphones

### Utilisation des interphones d'aviation générale



- Cet interphone dispose de deux réglages de volume :
  - Le premier ( « ICS VOL » ) est destiné à régler le niveau d'écoute du circuit d'interphone.
  - Le second permet de régler le niveau sonore d'une source de musique.

## Interphones

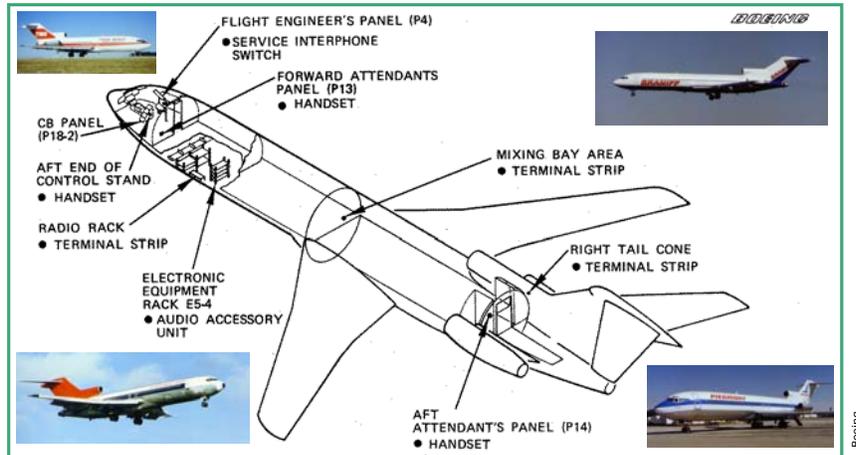
### Utilisation des interphones d'aviation générale



- Cet interphone dispose de trois modes d'isolation :
  - « ALL ».
  - « CREW ».
  - « PLT ISO ».

## Interphones

### Interphone à bord des avions de transport commerciaux



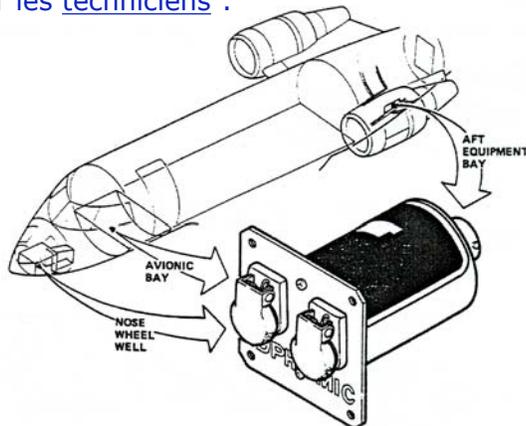
© Département d'avionique

Document à des fins de formation

## Interphones

### Interphone à bord des avions de transport commerciaux

- Plusieurs points de connexion pour des casques-écouteurs sont prévus pour les techniciens :



© Département d'avionique

Document à des fins de formation

## Interphones

### Interphone à bord des avions de transport commerciaux

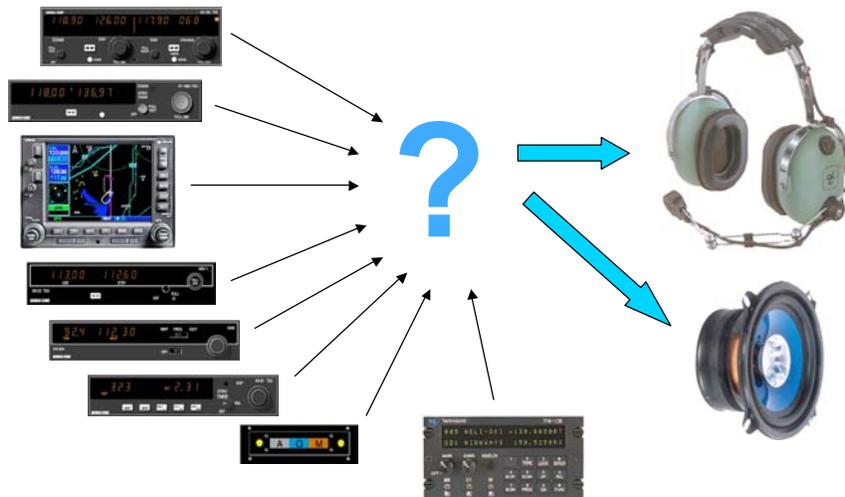
- Pour effectuer des annonces aux passagers, un système de Public address ou Passenger Address est utilisé :



Avtech Corporation

## Consoles audio

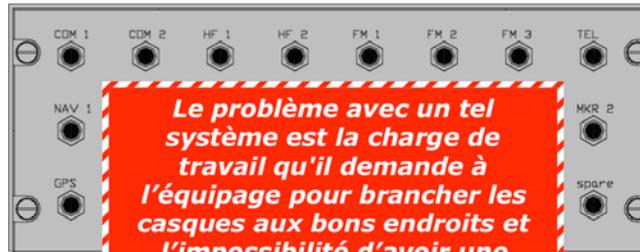
### Organisation des entrées audio



## Consoles audio

### Organisation des entrées audio

- Une idée ?



Département d'avionique

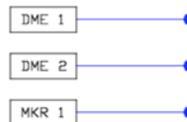
## Consoles audio

### Organisation des entrées audio

- Une autre idée ?



*Le problème avec un tel système est la cacophonie incontrôlable présente aux écouteurs. La seule façon serait de fermer le volume des différents appareils.*

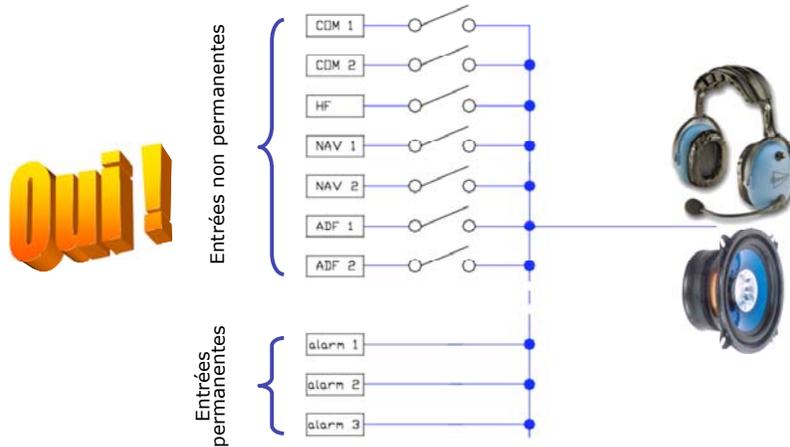


Département d'avionique

## Consoles audio

### Organisation des entrées audio

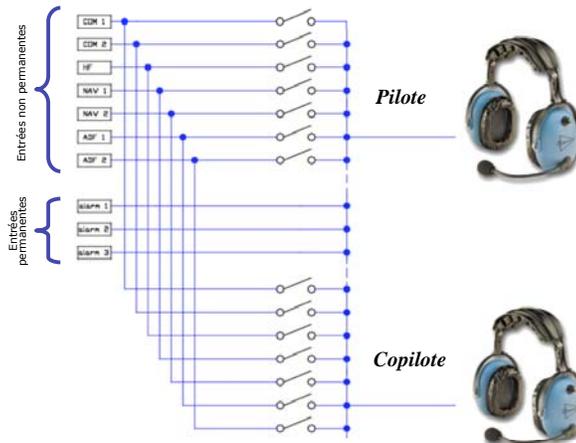
- La bonne idée ?



## Consoles audio

### Organisation des entrées audio

- Sélection indépendante pour le pilote et le copilote :





**ÉCOLE NATIONALE D'AÉROTECHNIQUE**  
COLLEGE EDOUARD-MONTPETIT

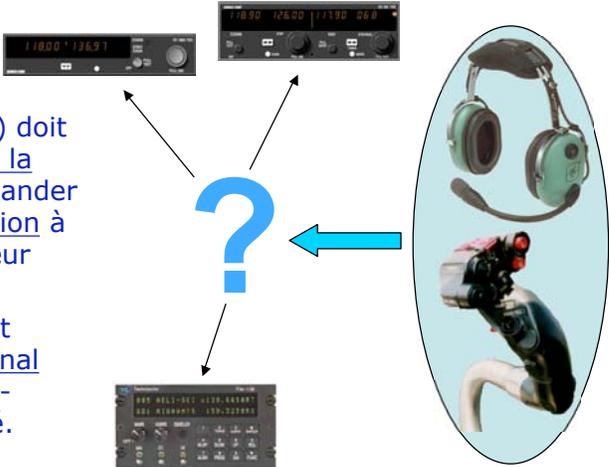


Collège Édouard-Montpetit  
**Ecole nationale d'aérotechnique**

## Consoles audio

Organisation des sorties microphones et alternats

- L'alternat (TX Key) doit fournir une mise à la masse pour commander le mode transmission à l'émetteur-récepteur souhaité.
- Le microphone doit aussi fournir le signal audio à l'émetteur-récepteur souhaité.



The diagram illustrates the audio system architecture. On the left, a microphone and an alternat (TX Key) are shown. Arrows indicate their connections to two radio units (one with a digital display showing 11800 and 136.9, the other with a digital display showing 106.00 and 111.30). A large blue question mark is placed between the microphone/alternat and the radio units. On the right, a headset is shown, with an arrow pointing from the radio units towards it, indicating the audio signal path.

© Département d'avionique

Document à des fins de formation



**ÉCOLE NATIONALE D'AÉROTECHNIQUE**  
COLLEGE EDOUARD-MONTPETIT

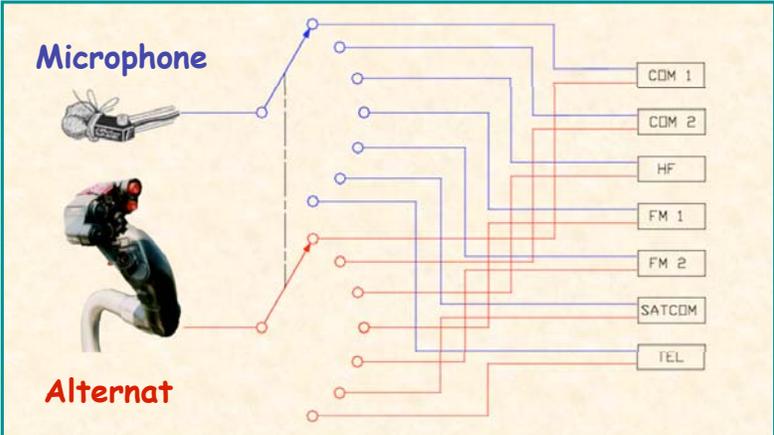


Collège Édouard-Montpetit  
**Ecole nationale d'aérotechnique**

## Consoles audio

Organisation des sorties microphones et alternats

- Sélection simultanée de l'alternat et du signal du microphone :



The diagram shows a microphone and an alternat on the left. Lines from the microphone connect to COM 1, COM 2, HF, FM 1, FM 2, SATCOM, and TEL. Lines from the alternat connect to COM 1, COM 2, FM 1, FM 2, and TEL. This setup allows for simultaneous selection of both the microphone and the alternat signal to the radio units.

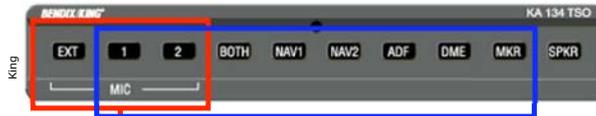
© Département d'avionique

Document à des fins de formation

## Consoles audio

### Console audio pour avion ou hélicoptère léger

- Le contrôleur audio KING KA 134 est constitué de deux parties :



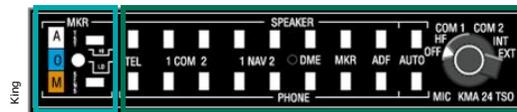
Sélection « écoute »

Sélection « microphone »

## Consoles audio

### Console audio pour avion ou hélicoptère léger

- La console audio KING KMA24 comprend également un récepteur de radiobornes (Marker Beacon) :



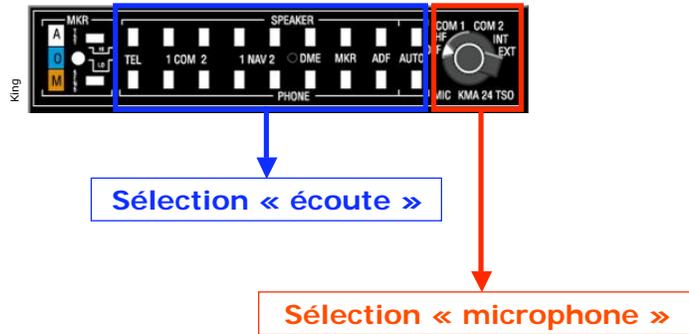
Récepteur « MKR »

Console audio

## Consoles audio

### Console audio pour avion ou hélicoptère léger

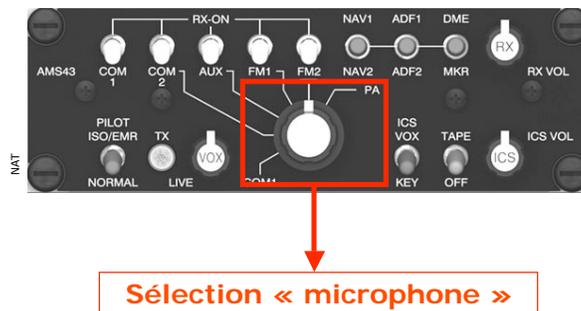
- La console audio KING KMA24 comprend également un récepteur de radiobornes (*Marker Beacon*) :



## Consoles audio

### Console audio pour hélicoptère

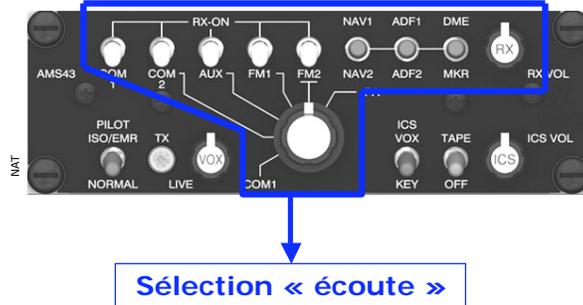
- Les consoles audio Northern Airborne Technology (NAT) sont les plus couramment installées à bord des hélicoptères :



## Consoles audio

### Console audio pour hélicoptère

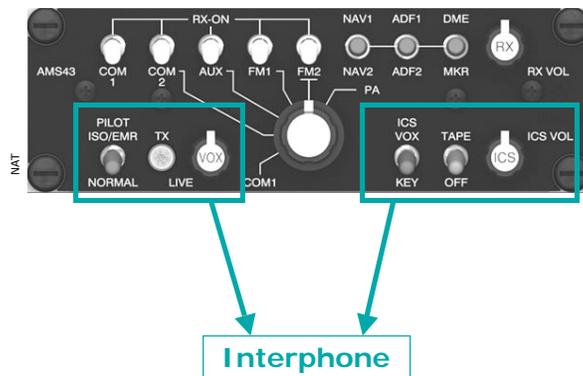
- Les consoles audio Northern Airborne Technology (NAT) sont les plus couramment installées à bord des hélicoptères :



## Consoles audio

### Console audio pour hélicoptère

- Les consoles audio Northern Airborne Technology (NAT) sont les plus couramment installées à bord des hélicoptères :



### Consoles audio

#### Console audio pour avion de transport commercial



Sélection « écoute »

### Consoles audio

#### Console audio pour avion de transport commercial



Sélection « microphone »

## Consoles audio

### Console audio pour avion de transport commercial



## Les enregistreurs de conversations

- Nous parlons ici d'une des deux « boîtes noires », le Cockpit Voice Recorder (CVR).
- Les boîtes noires (CVR et FDR-Flight Data Recorder) sont construite en matériaux extrêmement robustes afin de pouvoir résister aux impacts violents, au feu et à l'eau lors d'accidents.



United Airlines Flight 93, Pensylvanie, 11-09-2001



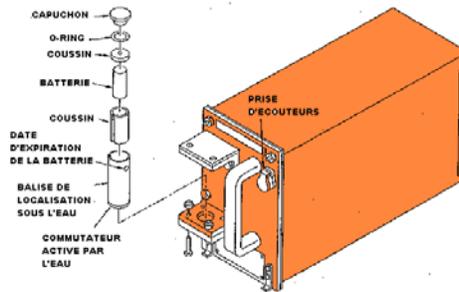
Gol Flight 1907, Amazone, Brésil, 29-09-2006

## Les enregistreurs de conversations

- Le *Cockpit Voice Recorder* (CVR) enregistre :
  - Les communications radio de l'aéronef.
  - Les communications sur l'interphone.
  - Le son d'ambiance du cockpit.



Aerospaceweb.org

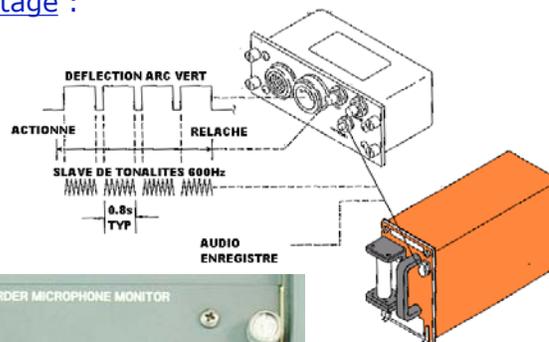


© Département d'avionique

Document à des fins de formation

## Les enregistreurs de conversations

- Un panneau de contrôle ainsi qu'un microphone sont placés dans le poste de pilotage :



Pierre GILLARD/EXT1614R

© Département d'avionique

Document à des fins de formation

## Conclusions



Pierre GILLARD/EXT1523

- Les systemes audio peuvent être simples ou complexes suivant le type d'aéronef.
- Les problèmes liés à des dysfonctionnement des systemes ou des circuits audio peuvent être difficiles à résoudre et necessitent, de la part du technicien en avionique, une bonne compréhension à la fois de l'ensemble des systemes et des phenomenes.
- Régulièrement, les problèmes sont liés à une mauvaise utilisation des equipements par les équipages ou les techniciens.



MAT

*Merci de votre attention*