

ENNA ÉCOLE NATIONALE AÉRONAUTIQUE ET AÉROSPATIALE



Systèmes audio

© Département d'aéronautique Document 3 des fins de formation

ENNA ÉCOLE NATIONALE AÉRONAUTIQUE ET AÉROSPATIALE

Avant de débiter le cours ...



Merci !

© Département d'aéronautique Document 3 des fins de formation

ENNA ÉCOLE NATIONALE AÉRONAUTIQUE ET AÉROSPATIALE

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.

© Département d'aéronautique Document 3 des fins de formation

ENNA ÉCOLE NATIONALE AÉRONAUTIQUE ET AÉROSPATIALE

Introduction

- Contrairement à ce que l'on pourrait imaginer, les **systèmes 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**.

© Département d'aéronautique Document 3 des fins de formation

ENNA ÉCOLE NATIONALE AÉRONAUTIQUE ET AÉROSPATIALE

Microphones et écouteurs

Problématique du bruit dans les aéronefs

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

© Département d'aéronautique Document 3 des fins de formation

ENNA ÉCOLE NATIONALE AÉRONAUTIQUE ET AÉROSPATIALE

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.

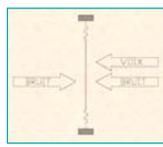
© Département d'aéronautique Document 3 des fins de formation

ENNA ÉCOLE NATIONALE AÉRONAUTIQUE ET AÉROSPATIALE

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'aéronautique Document 3 des fins de formation

ENNA ÉCOLE NATIONALE AÉRONAUTIQUE ET AÉROSPATIALE

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**.

© Département d'aéronautique Document 3 des fins de formation

ENNA ÉCOLE NATIONALE AÉRONAUTIQUE ET AÉROSPATIALE

Microphones et écouteurs

Les microphones

- Il existe **quatre grandes familles** de microphones d'aéronefs :
 
 - Les microphones au **carbone** (charbon).
 - Les microphones à **électret** (condensateur).
 - Les microphones **dynamiques**.
 - Les microphones **dynamiques amplifiés**.

© Département d'aéronautique Document 3 des fins de formation

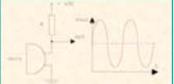
Microphones et écouteurs

Les microphones

- Les microphones au carbone :
- Fonctionnent comme une résistance variable.



- Nécessitent une tension DC pour fonctionner :



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.

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.

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.



Microphones et écouteurs

Les microphones

- Les microphones dynamiques amplifiés :
- Pour rendre les microphones dynamiques compatibles carbon equivalent, 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 :



Microphones et écouteurs

Les écouteurs

- Système de réduction de bruit passif :



Microphones et écouteurs

Les écouteurs

- **Système de réduction de bruit actif :**

© Département d'Avionique Document 2 des Rqs de formation

Microphones et écouteurs

Les écouteurs

- **Accessoires :**

© Département d'Avionique Document 2 des Rqs de formation

Systèmes de réduction du bruit

- 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.

© Département d'Avionique Document 2 des Rqs de formation

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.

© Département d'Avionique Document 2 des Rqs de formation

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 - française - ZOTAN :
microphone = 75 Ω / écouteurs = 150/600 Ω

© Département d'Avionique Document 2 des Rqs de formation

Connectique

Différents types de connecteurs utilisés en aviation

© Département d'Avionique Document 2 des Rqs de formation

Connectique

Adaptateurs

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

© Département d'Avionique Document 2 des Rqs de formation

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

© Département d'Avionique Document 2 des Rqs de formation

Interphones

Aviation générale

- **Interphones portables pour avions de tourisme :**

© Département d'Avionique Document 2 des Rqs de formation

ENNA ÉCOLE NATIONALE D'AVIATION ÉLECTROTECHNIQUE

Interphones

Aviation générale

- Interphones pour petits avions et hélicoptères :



© Département d'Aviation Document 2 des fins de formation

ENNA ÉCOLE NATIONALE D'AVIATION ÉLECTROTECHNIQUE

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 doit, dans ce cas, appuyer sur la **clé de transmission (TX Key)** et leur **microphone** sera directement **connecté à la radio**.

© Département d'Aviation Document 2 des fins de formation

ENNA ÉCOLE NATIONALE D'AVIATION ÉLECTROTECHNIQUE

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**).

© Département d'Aviation Document 2 des fins de formation

ENNA ÉCOLE NATIONALE D'AVIATION ÉLECTROTECHNIQUE

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**.

© Département d'Aviation Document 2 des fins de formation

ENNA ÉCOLE NATIONALE D'AVIATION ÉLECTROTECHNIQUE

Interphones

Utilisation des interphones d'aviation générale



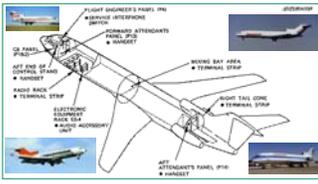
- Cet interphone dispose de **trois modes d'isolation** :
 - « ALL »,
 - « CREW »,
 - « PLT ISO ».

© Département d'Aviation Document 2 des fins de formation

ENNA ÉCOLE NATIONALE D'AVIATION ÉLECTROTECHNIQUE

Interphones

Interphone à bord des avions de transport commerciaux



© Département d'Aviation Document 2 des fins de formation

ENNA ÉCOLE NATIONALE D'AVIATION ÉLECTROTECHNIQUE

Interphones

Interphone à bord des avions de transport commerciaux

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



© Département d'Aviation Document 2 des fins de formation

ENNA ÉCOLE NATIONALE D'AVIATION ÉLECTROTECHNIQUE

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 :

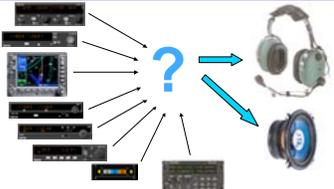


© Département d'Aviation Document 2 des fins de formation

ENNA ÉCOLE NATIONALE D'AVIATION ÉLECTROTECHNIQUE

Consoles audio

Organisation des entrées audio



© Département d'Aviation Document 2 des fins de formation

ENNA ÉCOLE NATIONALE D'AVIATION
 Centre National de Formation Aéronautique

Consoles audio
 Organisation des entrées audio

- Une idée ?

Le problème avec un tel système est la charge de travail qu'il demande à l'équipage pour brancher les casques aux bons endroits et l'impossibilité d'avoir une écoute multiple.

© Département d'Avionique Document 2 des fins de formation

ENNA ÉCOLE NATIONALE D'AVIATION
 Centre National de Formation Aéronautique

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 Document 2 des fins de formation

ENNA ÉCOLE NATIONALE D'AVIATION
 Centre National de Formation Aéronautique

Consoles audio
 Organisation des entrées audio

- La bonne 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 Document 2 des fins de formation

ENNA ÉCOLE NATIONALE D'AVIATION
 Centre National de Formation Aéronautique

Consoles audio
 Organisation des entrées audio

- Sélection indépendante pour le pilote et le copilote :

© Département d'Avionique Document 2 des fins de formation

ENNA ÉCOLE NATIONALE D'AVIATION
 Centre National de Formation Aéronautique

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.

© Département d'Avionique Document 2 des fins de formation

ENNA ÉCOLE NATIONALE D'AVIATION
 Centre National de Formation Aéronautique

Consoles audio
 Organisation des sorties microphones et alternats

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

© Département d'Avionique Document 2 des fins de formation

ENNA ÉCOLE NATIONALE D'AVIATION
 Centre National de Formation Aéronautique

Consoles audio
 Console audio pour avion ou hélicoptère léger

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

© Département d'Avionique Document 2 des fins de formation

ENNA ÉCOLE NATIONALE D'AVIATION
 Centre National de Formation Aéronautique

Consoles audio
 Console audio pour avion ou hélicoptère léger

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

© Département d'Avionique Document 2 des fins de formation

ENNA ÉCOLE NATIONALE D'AVIATION
 Centre National de Formation Aéronautique

Consoles audio
 Console audio pour avion ou hélicoptère léger

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

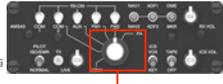
© Département d'Avionique Document 2 des fins de formation

ENNA École Nationale Supérieure de l'Aviation

Consoles audio

Console audio pour hélicoptère

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



Sélection « microphone »

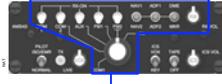
© Département d'Avionique Document 2 des fins de formation

ENNA École Nationale Supérieure de l'Aviation

Consoles audio

Console audio pour hélicoptère

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



Sélection « écoute »

© Département d'Avionique Document 2 des fins de formation

ENNA École Nationale Supérieure de l'Aviation

Consoles audio

Console audio pour hélicoptère

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



Interphone

© Département d'Avionique Document 2 des fins de formation

ENNA École Nationale Supérieure de l'Aviation

Consoles audio

Console audio pour avion de transport commercial



Sélection « écoute »

© Département d'Avionique Document 2 des fins de formation

ENNA École Nationale Supérieure de l'Aviation

Consoles audio

Console audio pour avion de transport commercial



Sélection « microphone »

© Département d'Avionique Document 2 des fins de formation

ENNA École Nationale Supérieure de l'Aviation

Consoles audio

Console audio pour avion de transport commercial



Interphone

© Département d'Avionique Document 2 des fins de formation

ENNA École Nationale Supérieure de l'Aviation

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 construites en matériaux extrêmement robustes afin de pouvoir résister aux impacts violents, au feu et à l'eau lors d'accidents.



United Airlines Flight 52, Pennsylvania, 11-09-2001



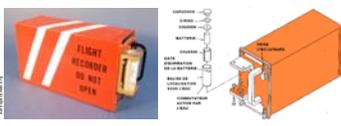
Go! Flight 1907, Amazona, Brésil, 29-09-2006

© Département d'Avionique Document 2 des fins de formation

ENNA École Nationale Supérieure de l'Aviation

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.

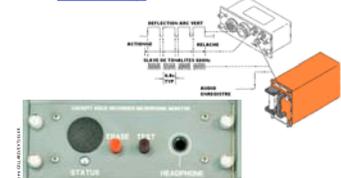


© Département d'Avionique Document 2 des fins de formation

ENNA École Nationale Supérieure de l'Aviation

Les enregistreurs de conversations

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



© Département d'Avionique Document 2 des fins de formation

ÉNA ÉCOLE NATIONALE AÉROTECHNIQUE

Conclusions



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

© Département d'Avionique Document A des ÉNA de Montréal

ÉNA ÉCOLE NATIONALE AÉROTECHNIQUE



Merci de votre attention

© Département d'Avionique Document A des ÉNA de Montréal