

ENNA ÉCOLE NATIONALE AÉRONAUTIQUE ET TECHNIQUE



Le radiocompas automatique ADF

© Département d'avionique Document à des fins de formation

ENNA ÉCOLE NATIONALE AÉRONAUTIQUE ET TECHNIQUE

Avant de débuter le cours ...



© Département d'avionique Document à des fins de formation

ENNA ÉCOLE NATIONALE AÉRONAUTIQUE ET TECHNIQUE

Présentation du cours



- Introduction.
- Présentation.
- Fonction.
- Définitions.
- Fréquences de fonctionnement.
- Utilité des balises NDB.
- Éléments du radiogoniomètre automatique ADF.
- Utilisation du système ADF.
- Fonctionnement du système ADF.
- Les erreurs du système ADF.
- Test du système ADF.
- Le Stormscope.
- Conclusion.

© Département d'avionique Document à des fins de formation

ENNA ÉCOLE NATIONALE AÉRONAUTIQUE ET TECHNIQUE

Introduction



- Au départ, la navigation s'effectuait exclusivement à vue, à l'aide d'une boussole, d'un chronomètre et d'une carte.
- Avec l'accroissement simultané de la demande en matière de transport aérien et des moyens technologiques, les aéronefs peuvent désormais évoluer dans différents types de conditions météo et de vol.
- Ceci a été rendu possible grâce au développement de moyens de navigation à courte distance (ADF, VOR, ILS et DME) ou à longue distance (INS et GNSS).
- Petit coup d'œil en arrière ...

© Département d'avionique Document à des fins de formation

ENNA ÉCOLE NATIONALE AÉRONAUTIQUE ET TECHNIQUE

Introduction



- Il existe deux types de navigation :
 - ✓ La navigation effectuée à l'aide de relevements ou de mesures par rapport à des stations ou des satellites dont la position est connue à tout instant (ADF, VOR, ILS et GNSS) : il s'agit de la navigation observée
 - ✓ La navigation à l'estime (Dead Reckoning) où la position et le déplacement de l'aéronef sont estimés par rapport à la dernière position relevée connue (voie à longue distance à l'aide de systèmes INS).
- La radionavigation se déroulera suivant le nord magnétique.

© Département d'avionique Document à des fins de formation

ENNA ÉCOLE NATIONALE AÉRONAUTIQUE ET TECHNIQUE

Présentation

- ADF signifie « *Automatic Direction Finder* », radiogoniomètre automatique, radiocompas ou radiocompas automatique.
- Il est constitué des éléments suivants :



Le récepteur L'Indicateur L'antenne

© Département d'avionique Document à des fins de formation

ENNA ÉCOLE NATIONALE AÉRONAUTIQUE ET TECHNIQUE

Fonction

- Le radiogoniomètre automatique ADF indique la position relative de l'antenne émettrice d'une station au sol synthétisée par rapport à l'axe longitudinal de l'aéronef :



© Département d'avionique Document à des fins de formation

ENNA ÉCOLE NATIONALE AÉRONAUTIQUE ET TECHNIQUE

Fonction

- Le radiogoniomètre automatique ADF indique la position relative de l'antenne émettrice d'une station au sol synthétisée par rapport à l'axe longitudinal de l'aéronef :



© Département d'avionique Document à des fins de formation

ENNA ÉCOLE NATIONALE AÉRONAUTIQUE ET TECHNIQUE

Définitions

- **Gisement** : angle formé par l'intersection de l'axe longitudinal de l'aéronef et la droite reliant l'aéronef à l'antenne de la station au sol synthétisée.
- **Relevement** : angle formé par l'intersection de la ligne qui relie l'aéronef au Nord magnétique et la droite reliant l'aéronef à l'antenne de la station au sol synthétisée.
- **NDB-Non Directional Beacon** : il s'agit de stations radio au sol fournissant des signaux (code Morse) émis de façon omnidirectionnelle pour le système ADF ; ces stations sont situées à des endroits stratégiques permettant de combler certains besoins de positionnement de la navigation aérienne.

© Département d'avionique Document à des fins de formation

Fréquences de fonctionnement

- Les récepteurs embarqués peuvent capter deux types de stations émettrices :

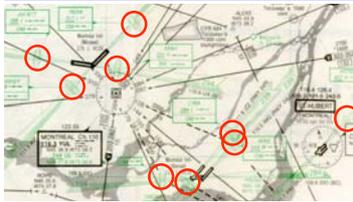
- ✓ Les balises spéciales omnidirectionnelles "N.D.B." de 200 KHz à 550 KHz.
- ✓ Les stations de radiodiffusion commerciales de la gamme AM de 550 KHz à 1700 KHz.



© Département d'avionique Document à des fins de formation

Utilité des balises NDB

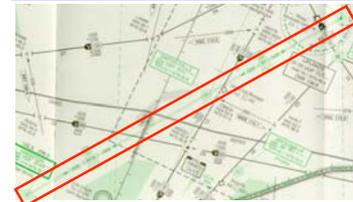
Les balises NDB servant d'aide aux approches (NPA)



© Département d'avionique Document à des fins de formation

Utilité des balises NDB

Les balises NDB servant repères aux voies aériennes



© Département d'avionique Document à des fins de formation

Éléments du radiogoniomètre automatique ADF

Le récepteur



Interrupteur « marche-arrêt » et réglage de volume

© Département d'avionique Document à des fins de formation

Éléments du radiogoniomètre automatique ADF

Le récepteur



Sélecteur de fréquences

© Département d'avionique Document à des fins de formation

Éléments du radiogoniomètre automatique ADF

Le récepteur



Indicateur de fréquences et chronomètre

© Département d'avionique Document à des fins de formation

Éléments du radiogoniomètre automatique ADF

Le récepteur



Sélecteur de modes : ANT - ADF - BFO

© Département d'avionique Document à des fins de formation

Éléments du radiogoniomètre automatique ADF

Le récepteur



Sélecteur de fonctions du chronomètre (FLT, EET, etc.)

© Département d'avionique Document à des fins de formation

Éléments du radiogoniomètre automatique ADF

L'Indicateur



Référence de l'axe longitudinal de l'aéronef

© Département d'avionique Document à des fins de formation

Éléments du radiogoniomètre automatique ADF

L'indicateur

Aiguille indiquant la direction de l'origine de l'émission

© Département d'avionique Document à des fins de formation

Éléments du radiogoniomètre automatique ADF

L'indicateur

Bouton de réglage du cap (HDG ou « Heading »)

© Département d'avionique Document à des fins de formation

Éléments du radiogoniomètre automatique ADF

L'indicateur

- Il existe des indicateurs à deux aiguilles permettant d'être connectés à deux récepteurs ADF.
- Souvent, le cadran mobile d'indication du cap est asservi avec le système de gyroscope directionnel.

© Département d'avionique Document à des fins de formation

Éléments du radiogoniomètre automatique ADF

L'indicateur

Exercice :

Quel est le gisement indiqué par l'indicateur ci-contre ?
réponse : 135°

Quel est le relèvement indiqué par l'indicateur ci-contre ?
réponse : 322°

© Département d'avionique Document à des fins de formation

Éléments du radiogoniomètre automatique ADF

Autres types d'indicateurs fonctionnant avec l'ADF

- Le *Radio Magnetic Indicator (RMI)* permet d'indiquer un relèvement ADF ou la valeur d'une radiale VOR sur l'indication d'un gyroscope directionnel :

© Département d'avionique Document à des fins de formation

Éléments du radiogoniomètre automatique ADF

Les antennes

- Sur les aéronefs très anciens, le radiogoniomètre automatique était constitué d'une antenne à cadre mobile.
- La détection de la direction de l'origine de l'émission était assurée par un système utilisant un servo-mécanisme.

© Département d'avionique Document à des fins de formation

Éléments du radiogoniomètre automatique ADF

Les antennes

- Actuellement, les aéronefs modernes sont équipés d'antennes cadre (Loop) et de levier de doute (Sense) combinés.
- Toutefois, sur certains aéronefs anciens, on peut encore trouver des antennes cadre et de levier de doute séparés.

Aéronefs anciens | Aéronefs modernes

© Département d'avionique Document à des fins de formation

Éléments du radiogoniomètre automatique ADF

Exemple d'installation d'un système ADF

© Département d'avionique Document à des fins de formation

Utilisation du système ADF

- On sélectionne d'abord la fréquence de la station devant servir de repère.

- On analyse ensuite l'information affichée sur l'indicateur.

© Département d'avionique Document à des fins de formation

Utilisation du système ADF

Aéronefs en ligne avec la station NDB

© Département d'avionique Document à des fins de formation

Utilisation du système ADF

Aéronefs non alignés avec la station NDB

© Département d'avionique Document à des fins de formation

Utilisation du système ADF

Détermination de la position

© Département d'avionique Document à des fins de formation

Utilisation du système ADF

Utilisation de balises NDB comme aide à l'approche

© Département d'avionique Document à des fins de formation

Fonctionnement du système ADF

Fonctionnement en écoute AM

- Seule, l'**antenne de lever de doute** est utilisée.
- Ecoute de **stations AM** « broadcast »

Indicateur : inop

Sélecteur de modes : aucun bouton enfoncé

© Département d'avionique Document à des fins de formation

Fonctionnement du système ADF

Fonctionnement en écoute BFO

- Seule, l'**antenne de lever de doute** est utilisée.
- Ecoute de l'indicatif (Morse) d'une **balise NDB**.

Indicateur : inop

Sélecteur de modes : bouton BFO enfoncé

© Département d'avionique Document à des fins de formation

Fonctionnement du système ADF

Fonctionnement en mode ADF

- Les **deux antennes** sont utilisées.
- L'indicateur donne le **gisement/relevement**.

Indicateur : fonctionnel

Sélecteur de modes : bouton ADF enfoncé

- Le **mode ADF** peut fonctionner avec **un des deux modes d'écoute**.

© Département d'avionique Document à des fins de formation

Emplacement des antennes

Règles générales

- Installation de l'**antenne cadre** en général sur l'**axe longitudinal** de l'aéronef.
- Installation de l'**antenne de lever de doute** sur l'**axe longitudinal** de l'aéronef ou **parallèlement** à celui-ci.
- Le plus **loin possible** des autres antennes.
- Si possible, en dehors de la **surface couverte** par les **ailes**.
- Les antennes s'installent **au-dessus** ou **en dessous** du fuselage.
- Souvent, un **pontage** dans le **connecteur du récepteur** permettra à ce dernier de savoir si l'**antenne cadre** est au-dessus ou en dessous du fuselage.

© Département d'avionique Document à des fins de formation

Emplacement des antennes

Antenne cadre

© Département d'avionique Document à des fins de formation

Emplacement des antennes

Antenne de lever de doute

© Département d'avionique Document à des fins de formation

Emplacement des antennes

© Département d'avionique Document à des fins de formation

Erreurs du système ADF

Effet de côte

- La direction de propagation de l'onde électromagnétique est déviée lorsque l'onde passe de la terre au-dessus de l'eau, sauf si elle est perpendiculaire à la côte.
- Il existe donc une erreur d'autant plus importante que l'angle avec la côte est important.

© Département d'avionique Document à des fins de formation

Erreurs du système ADF

Erreur quadrantale

- La masse métallique de l'aéronef a une influence sur la déviation de l'indicateur ADF.
- Cette erreur se répétant tous les 90°, elle est nommée « quadrantale ».
- Il y a parfois moyen de la compenser après avoir effectué des relevés en vol.

© Département d'avionique Document à des fins de formation

Erreurs du système ADF

Autres erreurs

- Erreur de roulis : durant les virages.
- Effet de nuit : fiabilité réduite du signal juste avant l'aube et l'aurore.
- Effets de montagne : déviation de la propagation de l'onde dans les vallées ou à proximité de falaises.
- Sensibilité aux orages : perturbation de l'indication lors d'éclairs.

© Département d'avionique Document à des fins de formation

Test du système ADF

- Un ADF peut être testé uniquement en laboratoire ou en vol.
- Au laboratoire, un système de test spécialisé est requis.
- Seul un technicien d'atelier d'avionique pourra effectuer ces tests.
- On peut, toutefois, effectuer un test fonctionnel au sol.

© Département d'avionique Document à des fins de formation

Le Stormscope

- Le fonctionnement de l'ADF est perturbé par les éclairs et la foudre lors d'orages.
- L'aiguille de l'ADF pointe dans la direction des éclairs et de la foudre.
- Partant cette constatation, la compagnie 3M a développé le Stormscope indiquant la position des orages sur un écran.

© Département d'avionique Document à des fins de formation

Conclusion

- Bien que l'ADF devienne désuet par rapport aux systèmes de navigation par satellites, il est toujours utilisé actuellement.
- Les stations NDB sont très peu onéreuses à réaliser et à entretenir et présentent des lors un intérêt par rapport à d'autres systèmes plus chers et plus complexes.

© Département d'avionique Document à des fins de formation

Merci de votre attention

© Département d'avionique Document à des fins de formation