



© Pierre GILLARD/2010-13469

Le radiocompas automatique ADF

Avant de débuter le cours ...



Merci !

Présentation du cours



© Pierre GILLARD/2010-15080

- 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.

Introduction



© Pierre GILLARD/2009-01419

- 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'oeil en arrière ...

Introduction



© Pierre GILLARD/2009-01596

- Il existe deux types de navigation :

- ✓ La navigation effectuée à l'aide de relèvements 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 (vols 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

Présentation

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



Le récepteur



L'indicateur



L'antenne

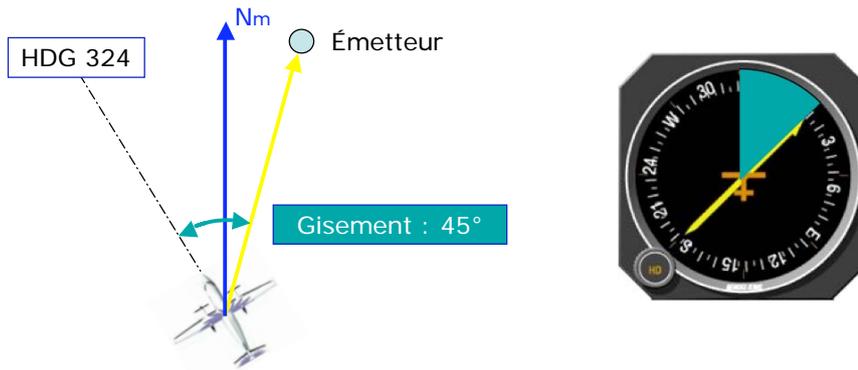
Becker & Bendix King

© Département d'avionique

Document à des fins de formation

Fonction

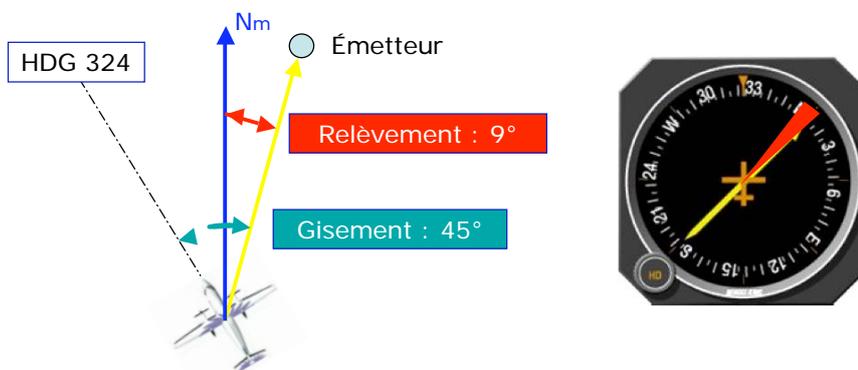
- Le radiogoniomètre automatique ADF indique la position relative de l'antenne émettrice d'une station au sol synthonisée par rapport à l'axe longitudinal de l'aéronef :



Pierre GILLARD, Bombardier & Bendix King

Fonction

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



Pierre GILLARD, Bombardier & Bendix King

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 synthonisée.
- **Relèvement** : 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 synthonisée.
- **NDB-Non Directional Beacon** : il s'agit de stations radio au sol fournissant des signaux (codé 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.

Fréquences de fonctionnement

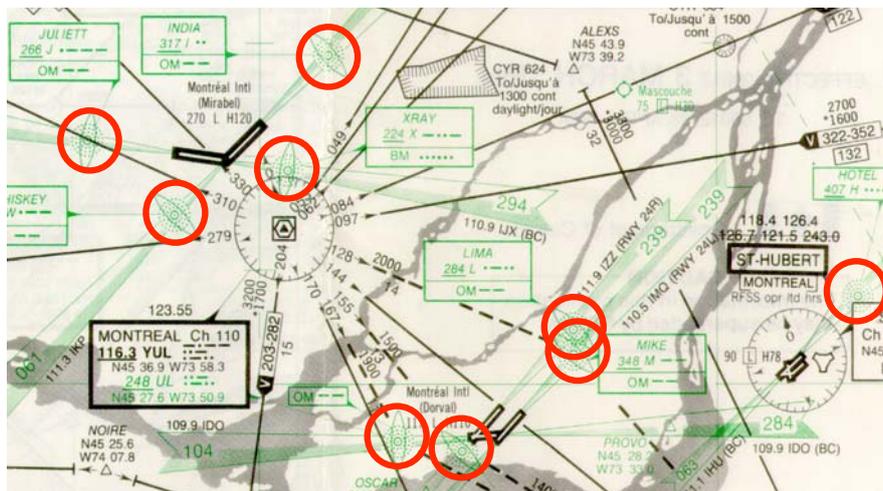
- Les récepteurs embarqués peuvent capter deux types de stations émettrices :

- ✓ 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**.



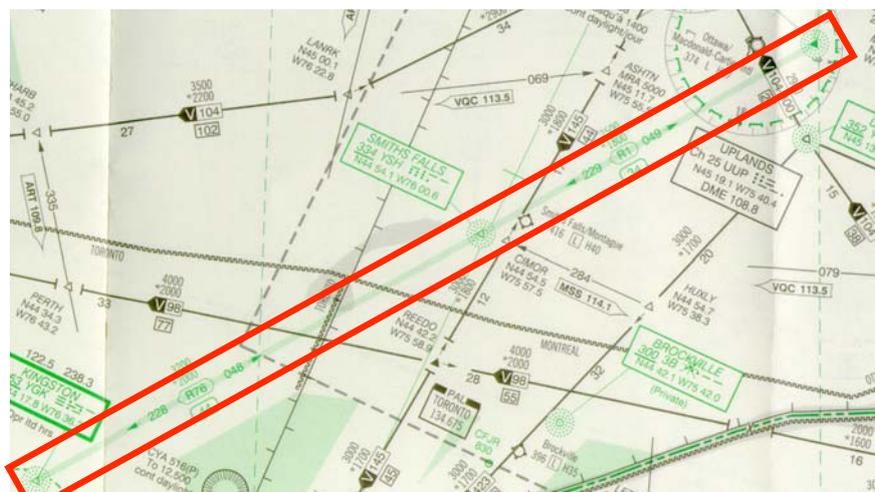
Utilité des balises NDB

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



Utilité des balises NDB

Les balises NDB servant repères aux voies aériennes



Éléments du radiogoniomètre automatique ADF

Le récepteur



Interrupteur « marche-arrêt » et réglage de volume

Éléments du radiogoniomètre automatique ADF

Le récepteur



Sélecteur de fréquences

Éléments du radiogoniomètre automatique ADF

Le récepteur



Indicateur de fréquences et chronomètre

Éléments du radiogoniomètre automatique ADF

Le récepteur



Sélecteur de modes : ANT - ADF - BFO

Éléments du radiogoniomètre automatique ADF

Le récepteur



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

Éléments du radiogoniomètre automatique ADF

L'indicateur

Référence de l'axe
longitudinal de
l'aéronef



Éléments du radiogoniomètre automatique ADF

L'indicateur

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



Éléments du radiogoniomètre automatique ADF

L'indicateur

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



Éléments du radiogoniomètre automatique ADF

L'indicateur



Photo © Pierre GILLARD/2009-23634

- 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 gyroscopie directionnel.

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'aviation

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 :



Éléments du radiogoniomètre automatique ADF

Les antennes

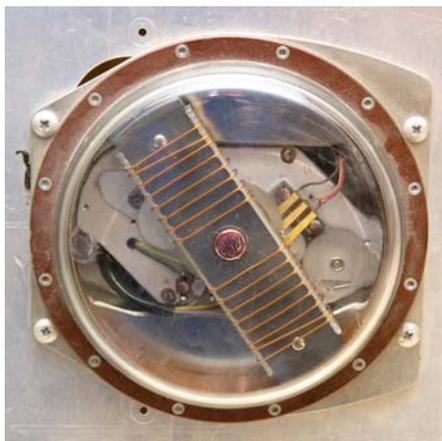


Photo © Pierre GILLARD/2010-15373

- 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.

Éléments du radiogoniomètre automatique ADF

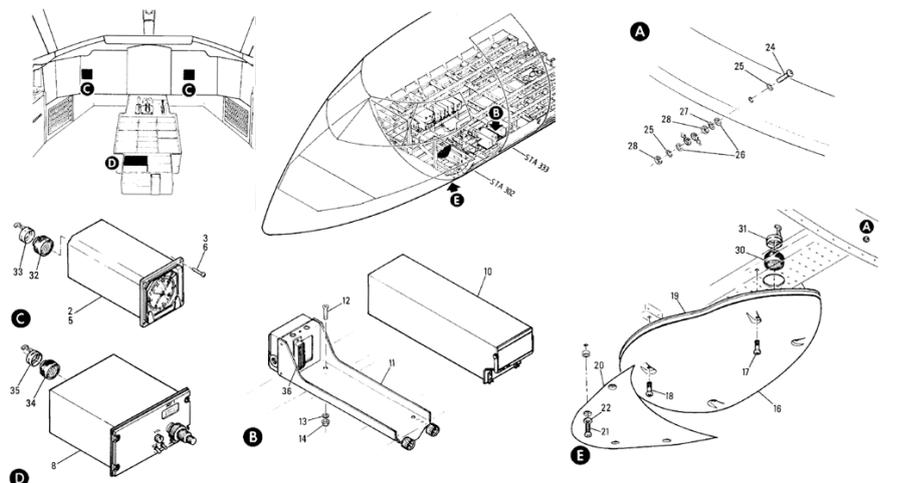
Les antennes

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



Éléments du radiogoniomètre automatique ADF

Exemple d'installation d'un système ADF



Utilisation du système ADF

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

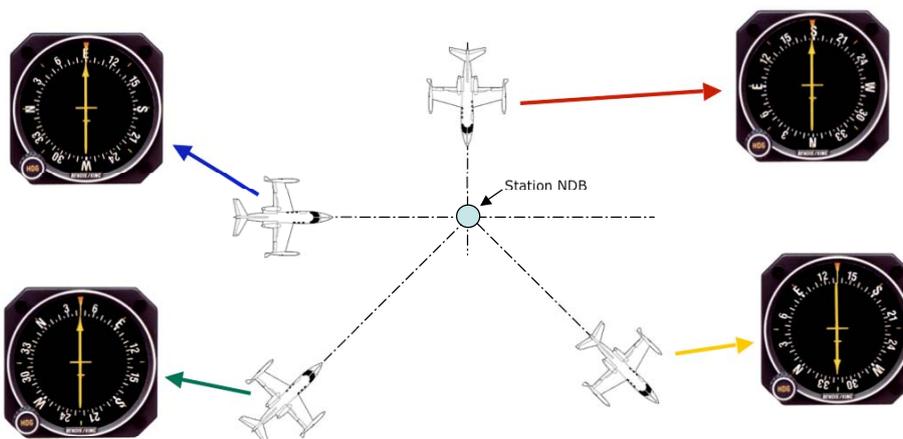


Images - Bendix King

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

Utilisation du système ADF

Aéronefs en ligne avec la station NDB



ÉNA ÉCOLE NATIONALE D'AÉROTECHNIQUE
COLLEGE EDOUARD-MONTPETIT

Collège Edouard-Montpetit
École nationale d'aérotechnique

Utilisation du système ADF

Aéronefs non alignés avec la station NDB

Station NDB

© Département d'avionique Document à des fins de formation

ÉNA ÉCOLE NATIONALE D'AÉROTECHNIQUE
COLLEGE EDOUARD-MONTPETIT

Collège Edouard-Montpetit
École nationale d'aérotechnique

Utilisation du système ADF

Détermination de la position

Station NDB #1

Station NDB #2

Station NDB #1 :
Relèvement : 300
Gisement : 315

Station NDB #2 :
Relèvement : 225
Gisement : 240

HDG 345

Indicateur ADF # 1

Indicateur ADF # 2

Position = intersection
Radiale 120 NDB # 1
Radiale 045 NDB # 2

© Département d'avionique Document à des fins de formation

ÉNA ÉCOLE NATIONALE D'AÉROTECHNIQUE COLLEGE EDOUARD-MONTPÉTI

Collège Edouard-Montpetit
École nationale d'aérotechnique

Utilisation du système ADF

Utilisation de balises NDB comme aide à l'approche

Station NDB

© Département d'avionique Document à des fins de formation

ÉNA ÉCOLE NATIONALE D'AÉROTECHNIQUE COLLEGE EDOUARD-MONTPÉTI

Collège Edouard-Montpetit
École nationale d'aérotechnique

Fonctionnement du système ADF

Fonctionnement en écoute AM

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

Antenna Specialist AV-545 Sense Antenna

Indicateur : *inop*

Sélecteur de modes : *aucun bouton enfoncé*

Bendix King

© Département d'avionique Document à des fins de formation

ÉNA ÉCOLE NATIONALE D'AÉROTECHNIQUE
COLLEGE EDOUARD-MONTPETIT

Collège Edouard-Montpetit
École nationale d'aérotechnique

Fonctionnement du système ADF

Fonctionnement en écoute avec BFO

- Seule, l'antenne de levier de doute est utilisée.
- Écoute de l'indicatif (Morse) d'une balise NDB.

Antenna Specialist AV-545 Sense Antenna

Indicateur : *inop*

Sélecteur de modes : *bouton BFO enfoncé*

Bendix King

© Département d'avionique Document à des fins de formation

ÉNA ÉCOLE NATIONALE D'AÉROTECHNIQUE
COLLEGE EDOUARD-MONTPETIT

Collège Edouard-Montpetit
École nationale d'aérotechnique

Fonctionnement du système ADF

Fonctionnement en mode ADF

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

Antenna Specialist AV-545 Sense Antenna

Indicateur : *fonctionnel*

Sélecteur de modes : *bouton ADF enfoncé*

Bendix King KA 42A Loop Antenna

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

© Département d'avionique Document à des fins de formation

Emplacement des antennes

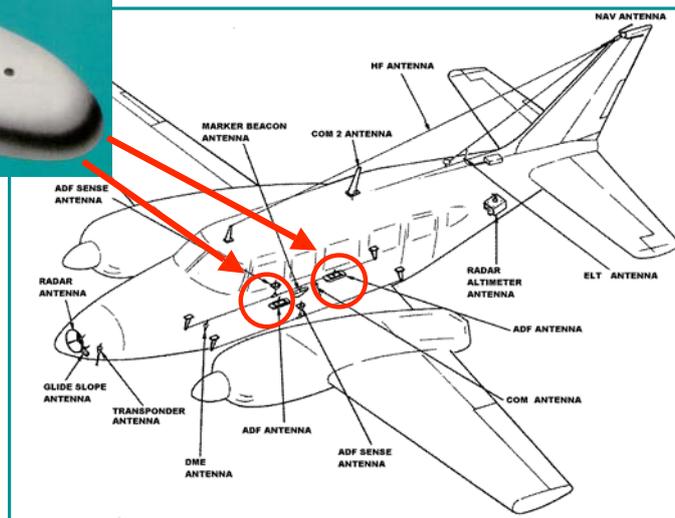
Règles générales

- 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.

Emplacement des antennes



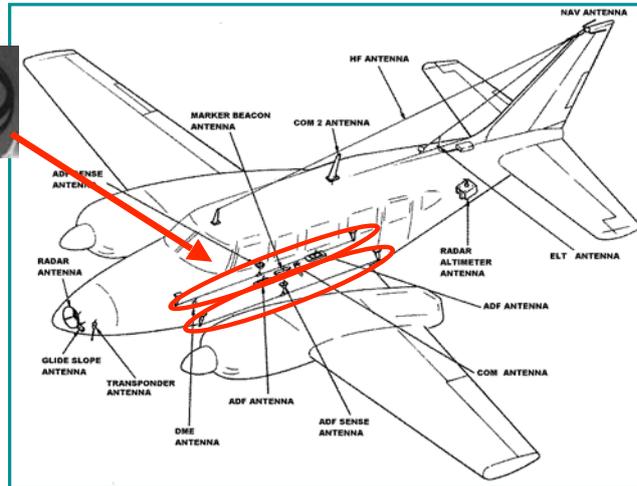
Antenne cadre



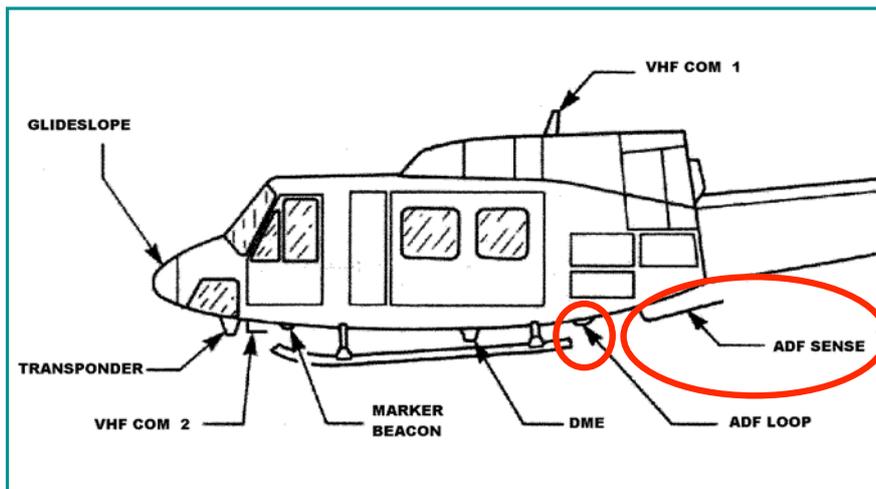
Emplacement des antennes



Antenne de lever de doute



Emplacement des antennes



Erreurs du système ADF

Effet de côte



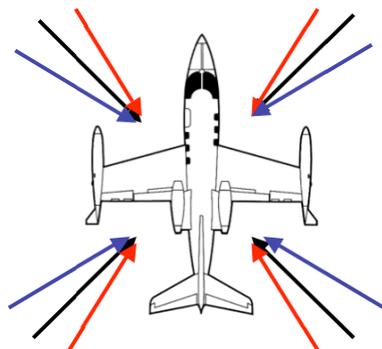
- La direction de propagation de l'onde électromagnétique est déviée lorsque l'onde passe de la terre au-dessus de l'eau sauf si elle est perpendiculaire à la côte.
- Il existe donc une erreur d'autant plus importante que l'angle avec la côte est important.

© 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 déviante 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.

Test du système ADF



Photo © Pierre GILLARD/2010-15362

- 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.

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.

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 dès lors un intérêt par rapport à d'autres systèmes plus chers et plus complexes.



© Pierre GILLARD/002760

Merci de votre attention