

# La boussole magnétique

ENNA ÉCOLE NATIONALE D'AÉROTECHNIQUE



La boussole magnétique

© Département d'aviation Document à des fins de formation

ENNA ÉCOLE NATIONALE D'AÉROTECHNIQUE

Avant de débiter les cours ...



Merci !

© Département d'aviation Document à des fins de formation

ENNA ÉCOLE NATIONALE D'AÉROTECHNIQUE

Présentation du cours



- Introduction.
- Le champ magnétique terrestre.
- La boussole.
- Sonde magnétométrique.
- Tests et vérifications.
- Conclusions.

© Département d'aviation Document à des fins de formation

ENNA ÉCOLE NATIONALE D'AÉROTECHNIQUE

Introduction

- Depuis très longtemps, la boussole est l'instrument de navigation par excellence, que l'on parle de déplacements terrestres, maritimes ou aériens.

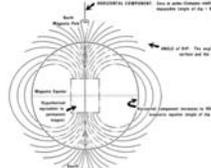


Les plus anciennes allusions à la boussole appartiennent à la littérature chinoise et remontent au IV<sup>e</sup> siècle avant Jésus-Christ. Dans le livre du Maître de la Vallée du Diable, le philosophe Su Qin écrit: "Lorsque les gens de Zheng partent ramasser du jade, ils prennent avec eux un indicateur austral pour ne pas se perdre en chemin". La boussole sera introduite en Europe, via le monde arabe, vers le XII<sup>e</sup> siècle.

© Département d'aviation Document à des fins de formation

ENNA ÉCOLE NATIONALE D'AÉROTECHNIQUE

Le champ magnétique terrestre



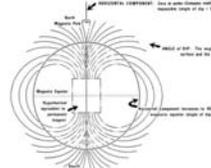
- La Terre tourne autour d'un axe Nord-Sud et pivote autour des deux pôles géographiques.
- Non loin du Pôle Nord géographique se situe le Pôle Nord magnétique.

- Celui-ci est le point où se rejoignent les lignes de force du champ magnétique terrestre.
- Le Pôle Nord Magnétique se déplace.

© Département d'aviation Document à des fins de formation

ENNA ÉCOLE NATIONALE D'AÉROTECHNIQUE

Le champ magnétique terrestre

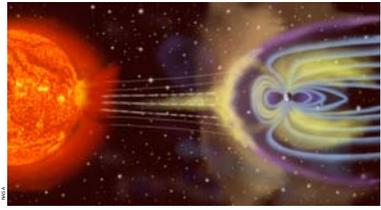


- La terre est un immense aimant causé probablement par son noyau fer-nickel en fusion.
- Le champ est orienté dans la direction pôle Nord-pôle Sud et vaut environ 0,32 Gauss à l'équateur et 0,62 Gauss aux pôles.
- Le champ magnétique terrestre ne se limite pas aux environs immédiats de la Terre.
- En fait, il s'agit d'un système plus complexe appelé magnétosphère.

© Département d'aviation Document à des fins de formation

ENNA ÉCOLE NATIONALE D'AÉROTECHNIQUE

Le champ magnétique terrestre



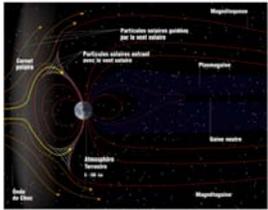
- La magnétosphère est l'environnement magnétique de la Terre.

© Département d'aviation Document à des fins de formation

ENNA ÉCOLE NATIONALE D'AÉROTECHNIQUE

Le champ magnétique terrestre

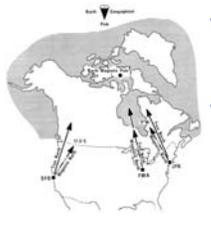
• Description de la magnétosphère :



© Département d'aviation Document à des fins de formation

ENNA ÉCOLE NATIONALE D'AÉROTECHNIQUE

Le champ magnétique terrestre



- Le Pôle Nord géographique étant la référence pour la cartographie, en navigation, il faut tenir compte que le Pôle Nord magnétique n'est pas situé au même endroit.
- Il existera une erreur appelée « déclinaison magnétique » (Magnetic Variation) dont il faudra tenir compte.

© Département d'aviation Document à des fins de formation

**Le champ magnétique terrestre**

- La **déclinaison magnétique** de chaque position sur la Terre peut être trouvée par les **lignes isogones** sur les cartes aéronautiques.
- La ligne de **déclinaison magnétique nulle** est appelée « **ligne agone** » (*Agonic Line*).

© Département d'aviation Document à des fins de formation

**Le champ magnétique terrestre**

Exemple de carte aéronautique :

Ligne isogone 18° ouest

© Département d'aviation Document à des fins de formation

**La boussole**

- Une boussole d'aéronef est un **instrument autonome**.
- Habituellement, il s'agit d'une **boussole à flotteur**.

- Certains aéronefs disposent d'une boussole à **rose verticale**, plus facile à lire.

© Département d'aviation Document à des fins de formation

**La boussole**

Détail d'une **boussole à flotteur** :

© Département d'aviation Document à des fins de formation

**La boussole**

- La boussole sera toujours **installée** dans un aéronef à un endroit à la fois **bien en vue du pilote** et **éloigné le plus possible des perturbations magnétiques** de l'aéronef.

Piper PA28-140 Cherokee

© Département d'aviation Document à des fins de formation

**La boussole**

- La boussole sera toujours **installée** dans un aéronef à un endroit à la fois **bien en vue du pilote** et **éloigné le plus possible des perturbations magnétiques** de l'aéronef.

Bell 206B Jet Ranger

© Département d'aviation Document à des fins de formation

**La boussole**

**Les erreurs de la boussole**

- La **déclinaison magnétique** (*Variation*).
- Influence de la **masse magnétique de l'aéronef** et de ses équipements : « **déviations** » de la boussole.
- Accélération**s, lors de virages ou en cas de turbulences notamment, créent des **forces** qui influencent la **lecture des caps**.
- Aux latitudes élevées, du fait que la Terre est ronde, la boussole a tendance à **plonger** pour pointer vers le Nord magnétique.

© Département d'aviation Document à des fins de formation

**La sonde magnétométrique**

- La **sonde magnétométrique** est parfois aussi appelée « **vanne de flux** » (*Flux Valve*).
- Elle est constituée de **trois bobines** montées à **120°** les unes par rapport aux autres afin de détecter la **direction des lignes de force du champ magnétique terrestre**.
- Une **bobine centrale d'excitation** est alimentée en tension alternative à **400 Hz** et est montée **perpendiculairement** aux trois branches.

© Département d'aviation Document à des fins de formation

**La sonde magnétométrique**

- La sonde magnétométrique permet de **relever le cap de l'aéronef** par rapport aux **lignes de force du champ magnétique terrestre**.

© Département d'aviation Document à des fins de formation

# La boussole magnétique

**La sonde magnétométrique**

- Les sondes magnétométriques sont toujours installées le plus loin possible de toutes les influences magnétiques de l'aéronef.

**Avions**

- Sur les ailes :



© Département d'aviation Document à des fins de formation

**La sonde magnétométrique**

- Les sondes magnétométriques sont toujours installées le plus loin possible de toutes les influences magnétiques de l'aéronef.

**Hélicoptères**

- Sur la poutre de queue :



© Département d'aviation Document à des fins de formation

**La sonde magnétométrique**

- Les sondes magnétométriques sont toujours installées le plus loin possible de toutes les influences magnétiques de l'aéronef.

**Hélicoptères**

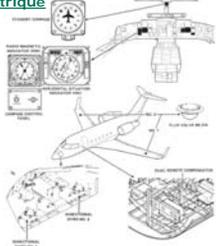
- Sur la poutre de queue :



© Département d'aviation Document à des fins de formation

**La sonde magnétométrique**

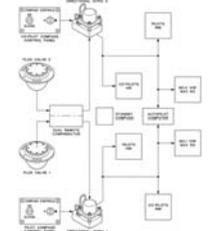
- Une application de la sonde magnétométrique est d'effectuer la compensation automatique de la dérive des gyroscopes directionnels.
- Voici un exemple à bord d'un Challenger :



© Département d'aviation Document à des fins de formation

**La sonde magnétométrique**

- Une application de la sonde magnétométrique est d'effectuer la compensation automatique de la dérive des gyroscopes directionnels.
- Voici un exemple à bord d'un Challenger :



© Département d'aviation Document à des fins de formation

**La sonde magnétométrique**

- Compensation d'un système de HSI (Horizontal Situation Indicator) avec une sonde magnétométrique :



© Département d'aviation Document à des fins de formation

**Tests et vérifications**

- Pour corriger autant que possible le défaut de déviation, le technicien en avionique établira une carte de compensation de la boussole après avoir effectué un réglage minutieux de celle-ci.
- Cette opération s'appelle un « *Compass Swing* ».



© Département d'aviation Document à des fins de formation

**Tests et vérifications**

- Un « *Compass Swing* » se fait à l'aide d'un instrument calibré sur une zone de l'aéroport où l'influence de champs magnétiques parasites est nulle.

- En fonction des relevés, le technicien à bord de l'aéronef ajustera les compensations de la boussole au mieux et établira la carte de compensation pour les erreurs résiduelles.



© Département d'aviation Document à des fins de formation

**Tests et vérifications**

- L'Appendice C de la Norme 625 spécifie les intervalles d'étalonnage de la boussole magnétique :

[Norme 625 Appendice C](#)



© Département d'aviation Document à des fins de formation

## La boussole magnétique

ENNA École Nationale d'Aéronautique

Conclusions



- Bien que la boussole soit le premier instrument qui ait été utilisé pour la navigation, elle a toujours sa place dans un avion moderne.
- Les sondes magnétométriques sont utilisées principalement pour la compensation automatique des dérives des gyroscopes directionnels.

- C'est au technicien en avionique qu'il appartient d'effectuer l'étalonnage des boussoles et sondes magnétométriques aux intervalles prescrits.

© Département d'Avionique Document à des fins de formation

ENNA École Nationale d'Aéronautique



Merci de votre attention

© Département d'Avionique Document à des fins de formation