

A tall, white, cylindrical air traffic control tower with a glass-enclosed observation deck at the top, set against a blue sky with scattered white clouds. The tower has a dark horizontal band around its middle section.

Modifié – 15 mars 2021

NORD MAGNÉTIQUE VS NORD VRAI

Vision sur 2030

Anthony MacKay
Directeur, Sécurité opérationnelle

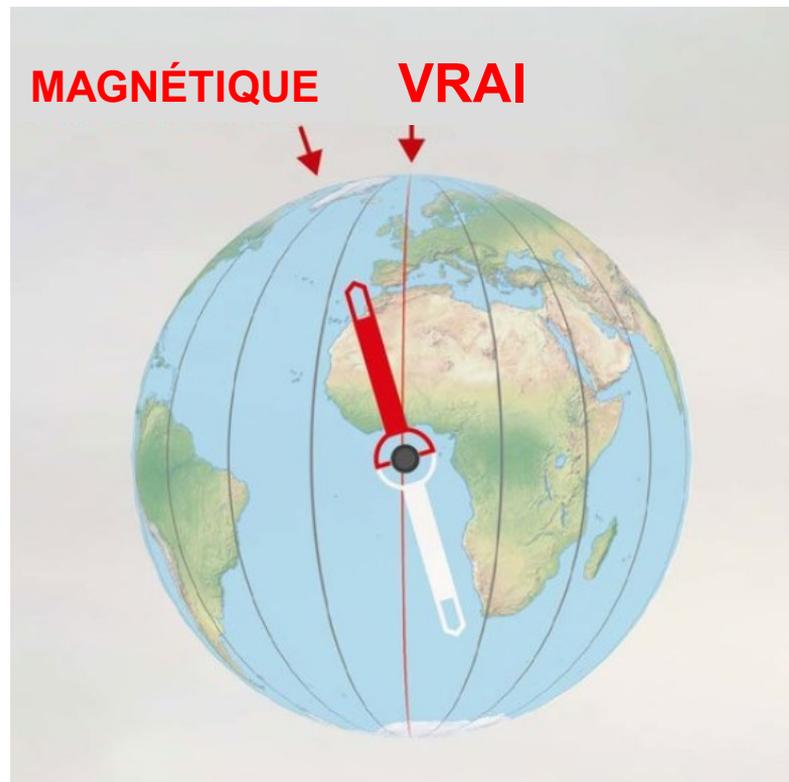
Au service d'un
monde en mouvement
navcanada.ca



LA QUESTION

Le nord, c'est par où?

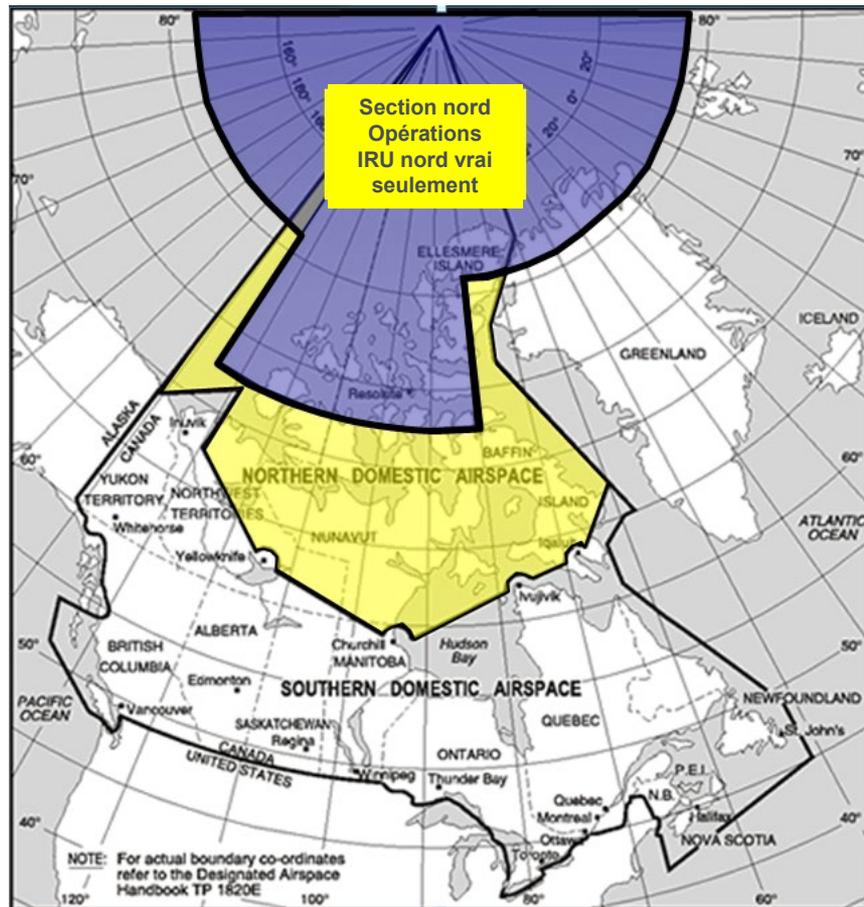
- › Tous les systèmes d'aéronef, de gestion de la circulation aérienne et de conception des procédures IFR sont faits pour fonctionner selon le nord VRAI.
- › Il faut ensuite élaborer des tables qui convertissent ces données en nord magnétique pour l'utilisateur.
 - Ces tables de système ne fonctionnent pas toutes de la même façon.
 - Dans certains systèmes, les vieilles tables ne peuvent pas être mises à jour.
 - Les conversions ne correspondent pas toujours.
- › Beaucoup d'efforts ont été consacrés à la gestion de la déclinaison magnétique.
- › On se demande donc :
 - Pourquoi faut-il encore naviguer en fonction du nord magnétique? Pourquoi ne pas passer au nord VRAI?



CONTEXTE

L'expérience du Canada

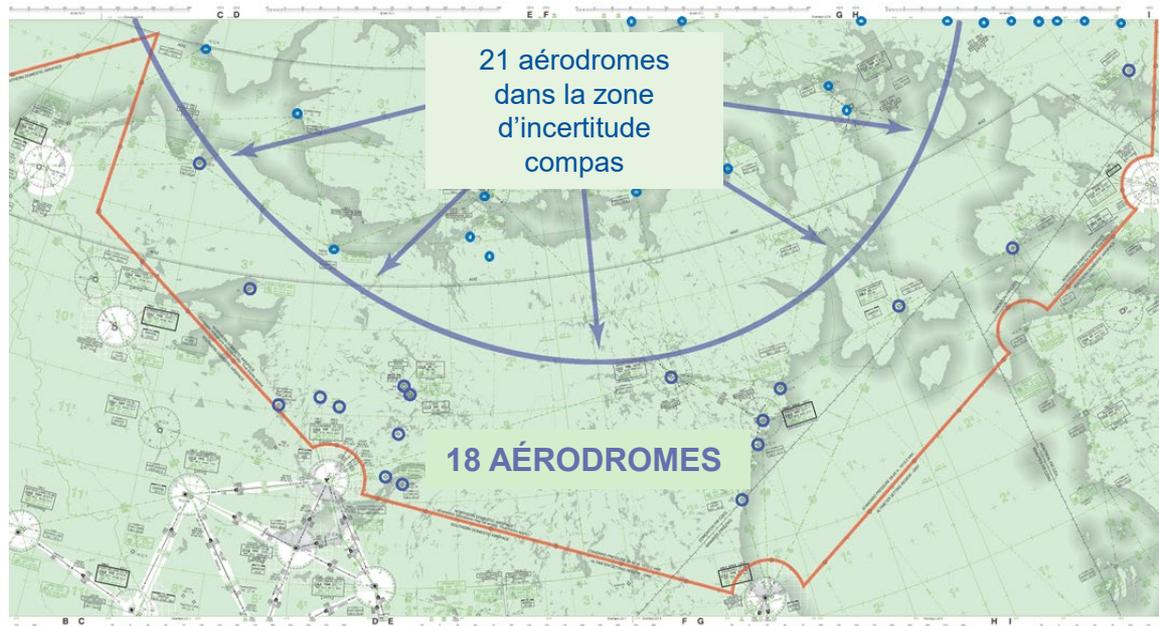
- › Le Canada a toujours fonctionné avec un espace aérien faisant référence au nord vrai et au nord magnétique.
 - Espace aérien intérieur du Nord = vrai
 - Espace aérien intérieur du Sud = magnétique
- › Dans le NDA, tous les ILS, VOR et NDB sont réglés au nord VRAI avec une déclinaison de 0 degré.
- › Toutes les voies aériennes font référence au nord vrai.
- › Toutes les procédures terminales font référence au nord vrai.
 - ILS, LOC, NDB, TACAN
 - RNAV – LNAV, LNAV/VNAV, RNP AR, LPV



CONTEXTE

Qu'est-ce que le NDA?

- › 21 aéroports ayant des IAP à l'intérieur de la zone d'incertitude compas
- › 18 aéroports ayant des IAP à l'extérieur de la zone d'incertitude compas dans le NDA font encore référence au nord vrai

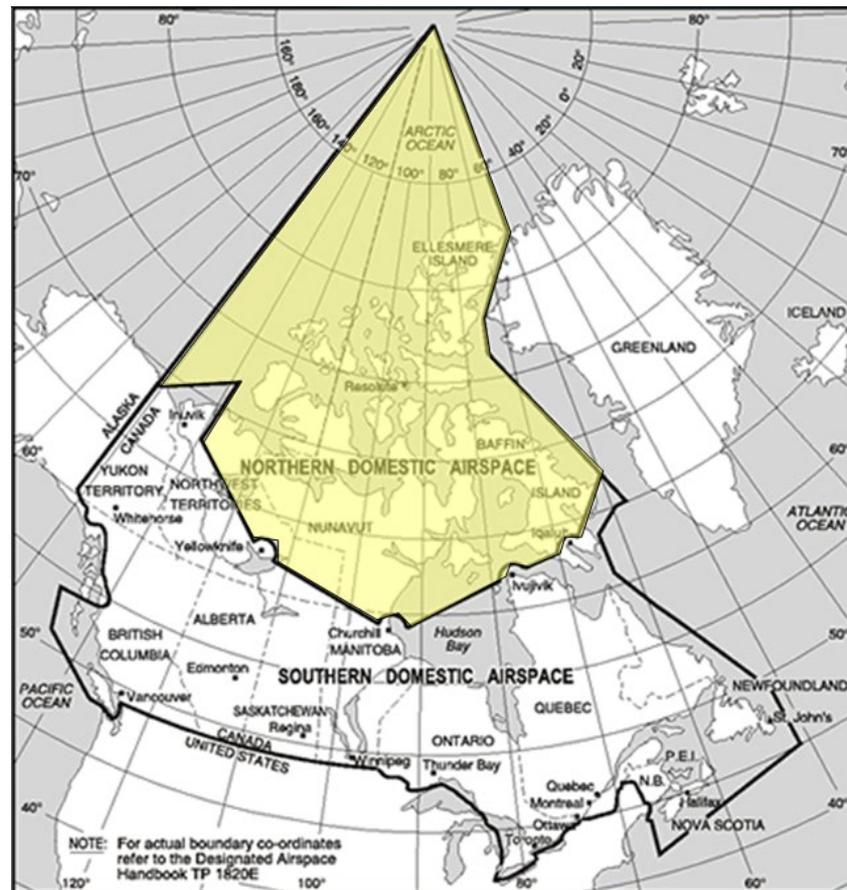


CONTEXTE

L'expérience du Canada

- › Dans le SDA, toutes les procédures font référence au nord magnétique. La déclinaison magnétique est maintenue :
 - ILS, VOR et NDB maintenus à $\pm 2^\circ$
 - › ILS CAT II/III maintenus à $\pm 1^\circ$
 - Voies aériennes/routes maintenues à $\pm 2^\circ$
 - IAP maintenues à $\pm 2^\circ$
 - RADAR, ADSB et MLAT de surveillance maintenus conformément aux tables de déclinaison magnétique, selon la date et l'heure.

- › C'est pourquoi nous avons dans le SDA les mêmes problèmes que les autres FSNA.



CONTEXTE

Le problème de la déclinaison magnétique

- › Moins grave dans un monde analogique que dans un monde numérique.
 - La déclinaison magnétique/déclinaison de station n'a pas besoin d'être exacte, mais elle doit être la même d'une base de données à l'autre.
 - › Le problème de l'ILS CAT II/III d'Anchorage – aéronef instable par rapport au cap pendant l'approche.
 - › Vancouver et St. John ont le même problème avec leur CAT II/III qu'Anchorage.
 - › Aéronef en atterrissage automatique qui dévie de l'axe de piste lorsqu'il entre dans l'arrondi.
 - Déconnexion de segments sur des segments non TF/RF.
 - Images SVS et EVS mal alignées par rapport à la réalité?
 - › Pistes non alignées
- › Sources de déclinaison magnétique sur un aéronef moderne et leur usage (parfois, elles ne correspondent pas parfaitement).
 - IRU – tables internes de déclinaison magnétique.
 - Systèmes de gestion de vol.
 - › Tables de déclinaison magnétique de base; déclinaison magnétique de référence pour les NAVAID VHF; déclinaison magnétique de référence de l'aéroport; déclinaison magnétique de la conception des procédures.
 - Systèmes, affichages et déclinaison magnétique publiée du SVS (valeurs parfois statiques).

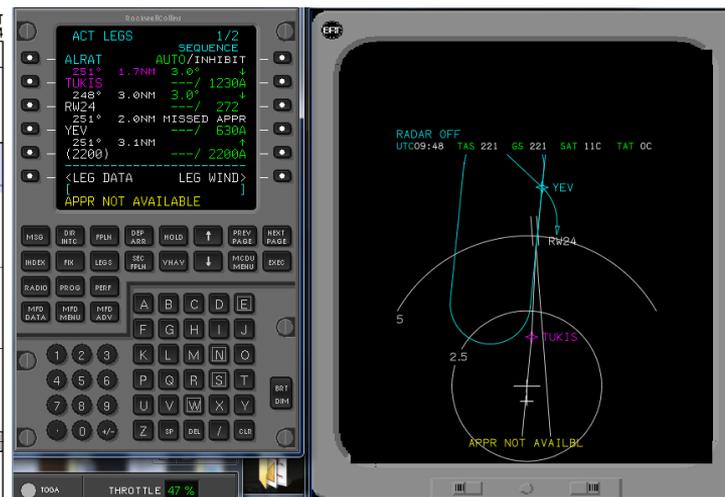
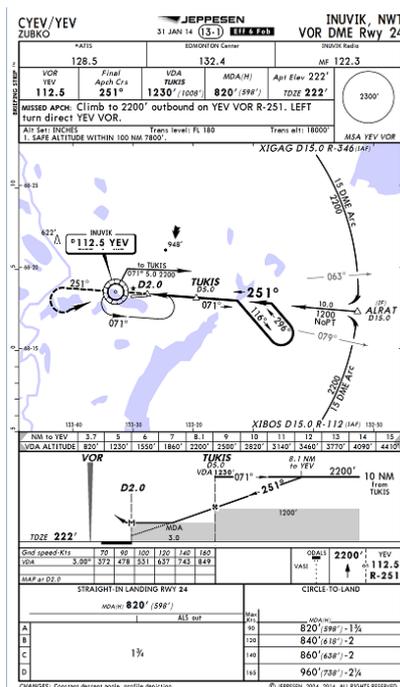
CONTEXTE

Le problème de la déclinaison magnétique – Exemple

> CYEV VOR DME RWY 24.

- Déclinaison YEVE = 23°E
- Déclinaison CYEV = 25°E
- Epoch FMS = 26°E
- Déclinaison magnétique de conception = 24,92°E

- > À cause de la différence dans les valeurs, il y a des segments qui se déconnectent sur l'approche et un changement de trajectoire de 251° à 248° à TURKIS. La GA subit ensuite un deuxième changement de trajectoire pour l'attente.



- > Ce phénomène se produit de façon plus ou moins prononcée sur toutes les approches et à tous les aéroports où la déclinaison magnétique est en cause.

LE PASSAGE AU NORD VRAI

Motif du changement

- › Les aéronefs, les systèmes et surveillance et les IPA modernes sont tous faits pour fonctionner selon le nord vrai.
 - L'ensemble de la quincaillerie qui équipe un aéronef moderne fait ses « calculs » en nord vrai, puis convertit l'information en magnétique pour le pilote.
 - L'ensemble des systèmes de surveillance du Canada fonctionnent en nord vrai, puis ajoutent une déclinaison magnétique avant d'afficher le tout au contrôleur.
 - Toutes les IAP au Canada sont conçues en nord vrai. La déclinaison magnétique est ensuite ajoutée au fichier de conception pour les bases de données de cartographie et de navigation.
- › Des coûts et un risque d'erreur sont ainsi introduits dans le système.
 - › Mise à jour des tables de déclinaison magnétique du FMS des aéronefs et des IRU aux cinq ans.
 - Un transporteur faisait état (2016) d'un coût de 21 M\$ pour 200 aéronefs; une autre parlait de 1,2 M\$ pour un type de flotte de 32 aéronefs. Les coûts dépendent de l'âge des aéronefs (possibilité de charger les fichiers sur place ou à un atelier de réparation). Il en a coûté 500 000 \$ pour notre DH8-100.
 - › Mise à jour des IAP, cartes en route (VFR et IFR) et des VOR rotatifs.
 - Au Canada, environ 800 000 \$ par année.
 - › Mise à jour des données, de la numérotation des pistes et de la signalisation aux aéroports.
 - Environ 10 000 \$ par ligne d'attente (peinture, signalisation, données) CYYZ ~ 1,1 M\$ (grand), CYHZ ~ 150 000 \$ (moyen), CYDF ~ 40 000 \$ (petit).

LE PASSAGE AU NORD VRAI

Quand et comment?

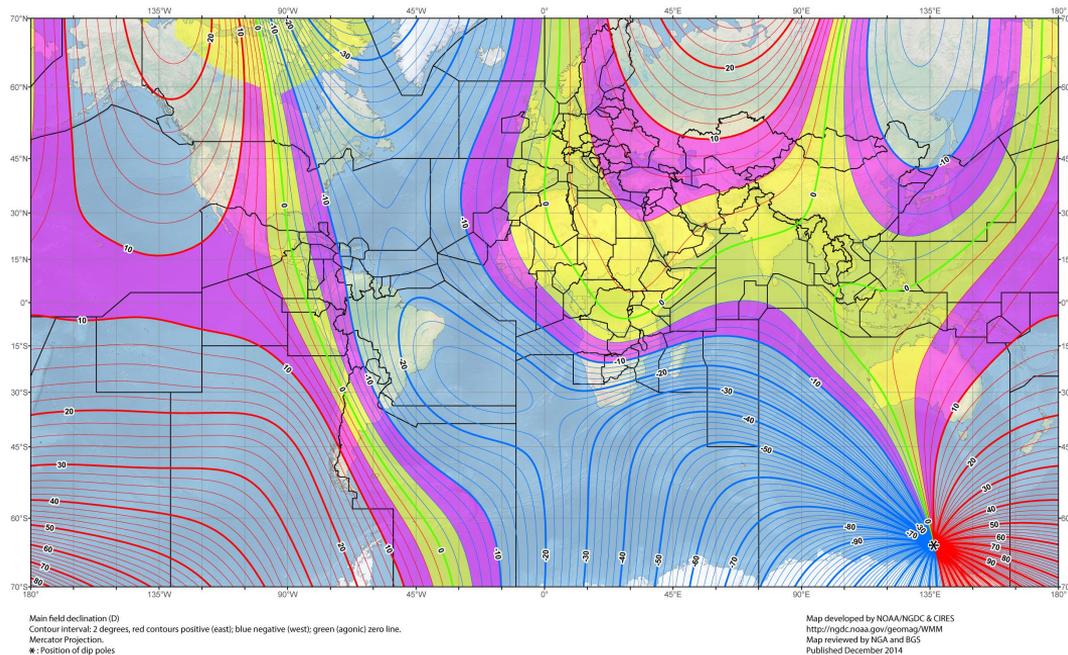
- › Choix d'une date dans un avenir éloigné (2030-2035).
 - Les avions munis d'IRU pourraient passer au nord vrai avec un commutateur MAGNÉTIQUE/VRAI.
 - Les nouvelles AHRU (les technologies à gyroscope à fibres optiques et à systèmes micro-électromécaniques n'ont pas besoin de sondes magnétométriques pour capter le champ magnétique).
 - › Honeywell Super AH-2100; Northrop Grumman LCR-100, 110, 200, 300; Collins AHS-4000 (22k).
 - › Avions légers équipés du GNSS (le GNSS fonctionne en nord vrai).
 - Les avions VFR peuvent encore utiliser un compas magnétique et faire la conversion au nord vrai.
 - › Régler le cap de piste avant le décollage.
 - › Règle à calcul circulaire avec déclinaison E et W.
 - › Méthode GPS/NDB.
 - Pointer vers un NDB, prendre le relèvement en note, puis pivoter le cap pour un « relèvement vers » sur l'aiguille de l'ADF.

LE PASSAGE AU NORD VRAI

États (FSNA) touchés

- Jaune = déclinaison de $\pm 4^\circ$
- Magenta = déclinaison de $\pm 10^\circ$
- Réduire l'incidence du changement.
 - Les procédures dans la zone à $\pm 4^\circ$ de déclinaison pourraient demeurer telles quelles jusqu'à la prochaine révision.
 - Les aéroports dans la zone à $\pm 10^\circ$ pourraient actualiser la numérotation, la signalisation et les données à leur convenance.

US/UK World Magnetic Model - Epoch 2015.0
Main Field Declination (D)



LE PASSAGE AU NORD VRAI

Rallier les parties prenantes

- › À commencer par les utilisateurs : l'IATA et ses transporteurs peuvent-ils valider le coût des mises à jour d'Epoch et donner leur appui au changement au moyen d'une représentation au FLTOPSP de l'OACI?
- › OACI : aux 12^e (WP/147) et 13^e (WP/114) conférences de navigation aérienne, le Canada a présenté des documents, qui ont mené à l'inclusion de la section 6.4.25 dans le rapport final de la 12^e Conférence, qui stipule ceci :
 - *« La Conférence est informée que des efforts considérables sont actuellement consacrés à la mise à jour de l'information aéronautique en fonction des variations de la déclinaison magnétique (MAGVAR). Les équipements modernes effectuent des calculs de navigation par rapport au nord vrai, puis convertissent l'information pour donner au pilote une indication de cap magnétique (en appliquant une déclinaison magnétique qui repose sur un modèle magnétique), de cap vrai ou de route vraie, selon les capacités de l'aéronef. Il est proposé que l'exécution de toutes les opérations par rapport au nord vrai améliorerait la sécurité et permettrait des économies considérables en évitant la mise à jour des données liées à la MAGVAR. La Conférence note les renseignements et conclut que les États intéressés par la question pourraient réaliser d'autres études sur les incidences techniques et opérationnelles de la proposition ainsi que des coûts et avantages escomptés pour toutes les parties prenantes de l'aviation. La déclinaison magnétique a toujours été problématique pour la conception et l'exécution des procédures aux instruments des phases de vol en route aux phases terminales et d'approche. Alors que le système de référence au cap effectue le guidage directionnel en faisant appel à des sondes magnétométriques et à une lecture du champ magnétique, les unités de référence par inertie fonctionnent en nord VRAI, puis cherchent les données magnétiques locales correspondantes dans une table de déclinaison magnétique pour les présenter à l'aéronef et au pilote. »*

LE PASSAGE AU NORD VRAI

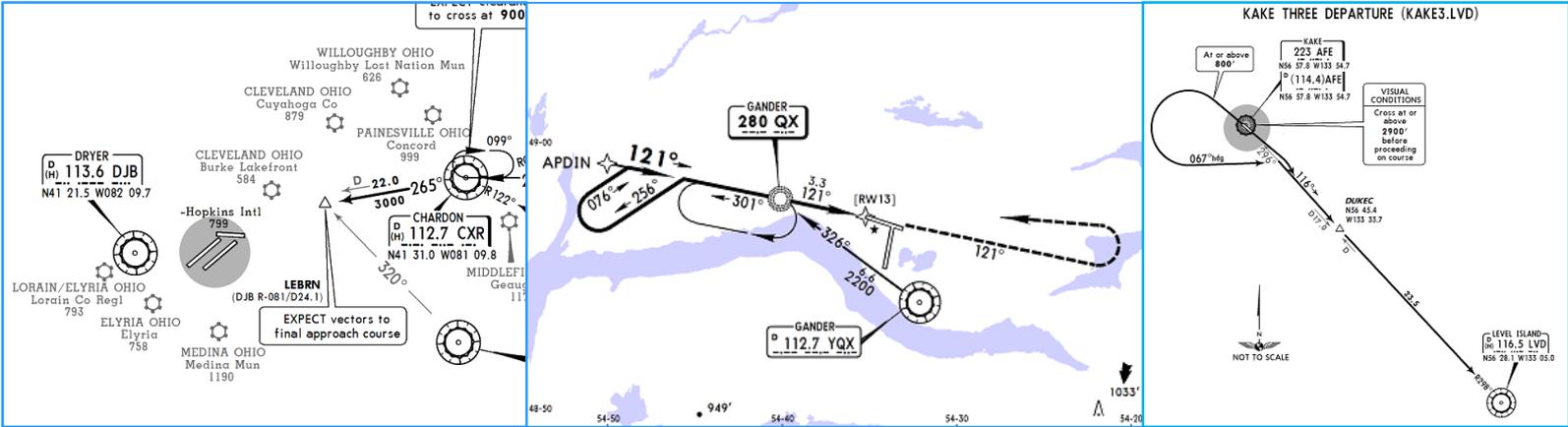
Des années d'attraction magnétique à surmonter...

- › Collaboration avec l'[International Association Of Institutes Of Navigation \(IAIN\)](#) afin de faire connaître la question à l'échelle mondiale.
 - Un membre de l'IAIN a fait une présentation lors du symposium international sur l'approche de précision et la navigation fondée sur les performances à Munich en novembre 2017.
 - Présentation à l'ENC 2020 en novembre 2020.
- › Nous consulterons d'autres FSNA par l'intermédiaire de la CANSO selon l'appui du milieu des exploitants.
- › Associations régionales et associations d'aviation légère.
 - Les aider à voir les avantages de passer aux AHRS qui ne dépendent pas de sondes magnétométriques et de l'alignement magnétique.
- › Sensibiliser les groupes de l'industrie; membres de l'IATA, OACI, CANSO.
- › Mettre à contribution les exploitants aériens canadiens dans la préparation d'un concept d'exploitation.

TROIS SEGMENTS D'UTILISATEURS

Aviation générale – aéronefs légers

- > Techniquement, les utilisateurs VFR utilisent encore des lignes de trajectoire/de dérive sur des VNC, bien que la plupart d'entre eux utilisent plutôt des cartes mobiles GPS et électroniques sous une forme ou une autre.
- > Les aéronefs IFR de l'aviation générale auraient besoin d'une procédure pour composer avec la déclinaison est/ouest par rapport à l'observation de cap du compas flottant pour le réglage du HSI.
 - La plupart des procédures sont maintenant fondées sur des routes, à l'exception des vecteurs, des IAP NDB et des étapes fondées sur un cap dans les SID de guidage et les étapes vent arrière des STAR.



TROIS SEGMENTS D'UTILISATEURS

Aéronefs régionaux

- › Le défi est que, sur la plupart des aéronefs actuels, l'AHRU est alimentée par une lecture magnétique.
 - Au Canada, un transporteur régional est à la recherche de solutions, compte tenu de l'obsolescence de l'AHRS (AH-600) et des coûts de réparation.
 - Des aéronefs à ailes basses (CRJ) ont éprouvé des problèmes de sondes magnétométriques et d'interférences causées par les barres d'armature dans les pistes (KORD) qui ont obligé un décollage en mode gyroscope libre.
 - Aujourd'hui (2020), une consigne de navigabilité limitant l'utilisation du FMS en raison de l'obsolescence de la déclinaison magnétique a été émise pour les CRJ.
- › L'ajout d'IRU pour remplacer les AHRU actuels constituerait aussi un fondement pour les opérations RNP.
 - Les aider à voir les avantages de passer aux AHRS qui ne dépendent pas de sondes magnétométriques et de l'alignement magnétique, qui ont un coût du cycle de vie moindre et qui proposent des capacités opérationnelles supplémentaires.
- › En fixant la date de mise en œuvre à 2030-2035, les transporteurs régionaux devraient avoir le temps de s'adapter.
 - Faire pression auprès des fabricants pour qu'ils passent à des AHRU non magnétiques dans les nouveaux aéronefs ou les nouvelles certifications.

TROIS SEGMENTS D'UTILISATEURS

Aéronefs à fuselage étroit et gros-porteurs de transporteurs aériens

- › Aujourd'hui, les gros aéronefs sont généralement dotés d'unités de référence par inertie.
- › Il suffit d'avoir la capacité de basculer entre le nord magnétique et le nord vrai pour contourner les valeurs de déclinaison magnétique.
- › Certains exploitants disent qu'ils fonctionnent en nord vrai dans l'espace aérien océanique.
- › Sur les routes polaires, les exploitants fonctionnent en nord vrai dans la zone en trou de serrure, mais pas nécessairement dans le NDA canadien.
- › L'élimination de la mise à jour d'Epoch aux cinq ans pourrait faire réaliser des économies aux transporteurs de l'IATA.

INTÉRÊTS DE L'OACI

Considérations

- > Incidence sur la sécurité : positive.
 - Uniformité entre les cartes, la base de données du FMS, le fichier de conception de la procédure et les systèmes ATS. Les mêmes données seront installées chez tout le monde, et il ne sera plus nécessaire de tenir compte de différences, comme le décrit ce extrait du document INFO LETTER 12009 de la FAA (12-26-06) :
 - > *Il est toutefois important de comprendre que les systèmes RNAV (à l'exception de l'équipement VOR/DME RNAV) naviguent en fonction du nord vrai et n'affichent un cap magnétique qu'à titre de référence pour le pilote. À ce titre, un système RNAV qui **fonctionne comme il se doit** et contenant une **base de données de navigation actuelle et exacte** devrait quand même suivre la bonne trajectoire au sol pour toute procédure aux instruments chargée, malgré les éventuelles différences dans le cap magnétique attribuables à l'application de la déclinaison magnétique.*
 - Exemple de précision Honeywell LaseRef V

Mode magnétique

Entre 50°S et 50°N	±2°
Entre 50°N et 73°N	±3°
Entre 73°N et 79°N	±5°
Entre 79°N et 82°N	±8°

Mord nord vrai

Mondialement	±1°
--------------	-----

INTÉRÊTS DE L'OACI

Considérations

- › Incidence financière : positive pour les aéronefs, les aéroports et les FSNA à long terme.
 - Le passage au nord vrai n'entraînera qu'une dépense UNIQUE et raisonnable pour les aéroports et les FSNA. Les données et la signalisation n'auront plus jamais à être changées en fonction de la déclinaison magnétique.
 - Les exploitants d'aéronefs dotés d'IRU auraient besoin d'activer les fonction MAG/VRAI si elle ne l'est pas déjà. Les exploitants d'aéronefs qui ont besoin d'un AHRS asservi auraient une dépense unique à assumer. Les aéronefs légers sans système asservi utiliseraient une méthode procédurale qui ne représenterait aucune variation de coût.
 - Plus besoin de groupes de travail qui se penchent sur les questions de déclinaison magnétique – PARC, RTCA.
 - À long terme, simplification de la conception de l'avionique.

INTÉRÊTS DE L'OACI

Considérations

- › Incidence sur la sécurité : neutre.
- › Incidence sur l'environnement : positive.
 - Réduction de la dépense énergétique, toutes formes d'énergie confondues, pour les mises à jour de la déclinaison magnétique.
 - Réduction des émissions de GES à 0 pour la rotation des VOR et les vérifications en vol sur les voies aériennes après les changements de déclinaison magnétique.
- › Incidence sur l'efficacité : positive.
 - Aucune perte de service due à la mise hors service de procédures par NOTAM en raison de problèmes de déclinaison magnétique.
 - Aucune perte des services CAT II/III en raison de différences de déclinaison magnétique.
 - Les FSNA peuvent se concentrer sur la création de nouvelles procédures au lieu faire du surplace à force de faire des corrections sur les procédures actuelles en fonction de la déclinaison magnétique (entretien réduit des procédures).
- › Délai de mise en œuvre attendu : positif.
 - Un horizon de 2030 à 2035 donne le temps aux FSNA d'adopter un plan et aux exploitants d'aéronefs dotés d'un gyroscope asservi de remplacer leurs unités obsolètes par des unités non magnétiques pointant le nord.

NAV CANADA

La voie du changement?

Résultat : un essai en vol réussi

- › Essai en vol réalisé en mai 2018 avec une base de données « nord vrai ».
 - Jeppesen a pris toutes les données (base de données d'essai en vol) pour les aéroports, les voies aériennes et les IAP et, partout, a changé la déclinaison magnétique à « 00 » pour une région d'essai en vol dans l'est du Canada.
 - L'aéronef d'essai en vol de NAV CANADA a suivi un plan de vol varié comprenant des voies aériennes V et J, des routes « T » et « Q », et des procédures NDB, VOR et RNAV en mode vrai pour voir s'il était effectivement facile de changer de base de données.
 - Raisonnement : KRFD a une valeur de déclinaison magnétique de 0 (= nord vrai). Toutes les procédures de KFRD associées fonctionnent dans un système nord magnétique.





MERCI

Au service d'un
monde en mouvement
navcanada.ca

