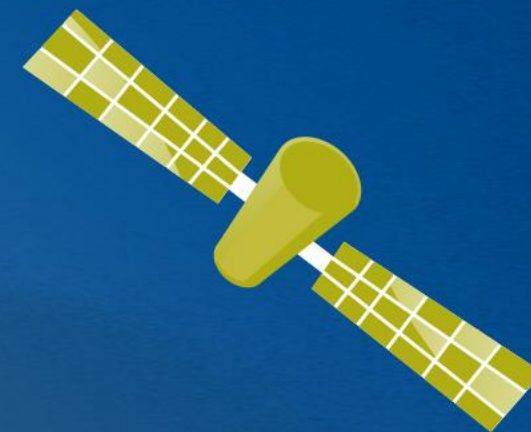



# PBN

## EFFICACITÉ DES TRAJECTOIRES ET DÉFIS DE SÉCURITÉ



### LES SYMPOSIUMS



**COMPLEXITÉ DU PBN : RETOUR  
FORMATION DES EQUIPAGES HOP  
(MISE EN PLACE DU PBN)**

**HOP!**

**Alexis KARRER**

Directeur de la Formation du PN chez HOP!



## Complexité du PBN : Retour **FORMATION DES EQUIPAGES HOP**

- Historiquement les approches aux instruments se sont organisées autour de **2 catégories d'approches**, « radioélectriques » :
  - Les approches de précision (**AP**), basées sur l'**ILS** (avec composante LOC et GS)
    - Précis
    - Axées sur la piste
    - Guidage continu jusqu'à l'atterrissage sur une trajectoire 3D géométrique
    - Basiquement associées aux minimas CAT1 mais pouvant supporter des atterrissages Autoland
  - Les approches de Non - Précision (**NPA**) : basés principalement sur **VOR** et **NDB**
    - Peu précis
    - Désaxées selon implantation des moyens
    - Guidage latéral – avec descente CDFA en 2D
    - Demandant un ajustement à vue de la trajectoire aux minimas





## Complexité du PBN : Retour **FORMATION DES EQUIPAGES HOP**

90's –  
2000's

→ Dans les *années 90 - 2000*, l'introduction des **FMS** a permis des évolutions importantes pour la conduite des NPA :

- Les **Overlay** (calage DME-DME) permettant un guidage 3D (source Baro - VNAV)
  - Plus précises
  - Toujours non-axées
  - Guidage vertical - Sentiment de sécurité puisque le seul guidage vertical connu jusque-là était celui de l'ILS.

Rapidement suivi par :

- Les approches **RNAV**
  - Axées sur axe de piste
  - Guidage vertical codé – Sentiment de sécurité





## Complexité du PBN : Retour **FORMATION DES EQUIPAGES HOP**

→ Dans les *années 90 - 2000*, l'introduction des **FMS** a permis des évolutions importantes pour la conduite des NPA :

- Amélioration sensible des opérations NPA par **développements de fonctionnalités avionique** inspirées des opérations d'approche de précision
- Le **Look-Alike** – voir l'approche clustering

→ La généralisation des **GPS** permet rapidement dans les *années 2000*, de déployer les approches RNP basées sur le GPS.

- Le guidage **latéral** est plus précis avec le **GPS** mais le guidage **vertical** reste **Baro – VNAV**

→ A partir de *2010*, le GPS différentiel (**GBAS** et **SBAS**) permet d'améliorer le signal GPS et particulièrement de fournir un guidage 3D géométrique – **Approche PBN de précision LPV**

- Le guidage latéral est précis et le guidage vertical est 3D géométrique

90's –  
2000's

2000's

2010's





## Complexité du PBN : Retour **FORMATION DES EQUIPAGES HOP**

- Quel sont **les défis** de la Formation des équipages au sein d'une compagnie avec des types avions de générations différentes, avec des équipages qui évoluent d'une flotte à une autre (fonction OPL vers CDB) etc. :
  - Les **dangers du « LOOK ALIKE »**
  - Pour une même typologie d'approche RNP
  - Pour une population opérationnelle (jusque 5 approches par jour) qui a une **présentation similaire** sous les yeux – interface homme/machine – qui n'a **pas forcément les mêmes performances**
    - Pourquoi nos équipages étaient **plus vigilants** lorsqu'ils effectuaient des approches **sans guidage vertical**?
    - Alors que le guidage latéral a gagné en précision, le **risque QNH** semble plus prégnant aujourd'hui – voir les différents incidents sur les approches RNAV





## Complexité du PBN : Retour **FORMATION DES EQUIPAGES HOP**

- **Risques Safety** des approches PBN : 2 risques particuliers

- Risque **GPS** :

- Disponibilité

- Brouillage

- Sur les approches non augmentées : La perte GPS n'a pas d'effet immédiat sur les systèmes qui s'appuient sur une inertie ou un recalage DME ce qui nécessite une analyse de l'équipage.
- Sur les approches augmentées, la perte du signal GPS conduit à la disparition immédiate des déviations LOC et GS → plus intuitif sur la réaction de l'équipage



- Risque **Baro- VNAV**

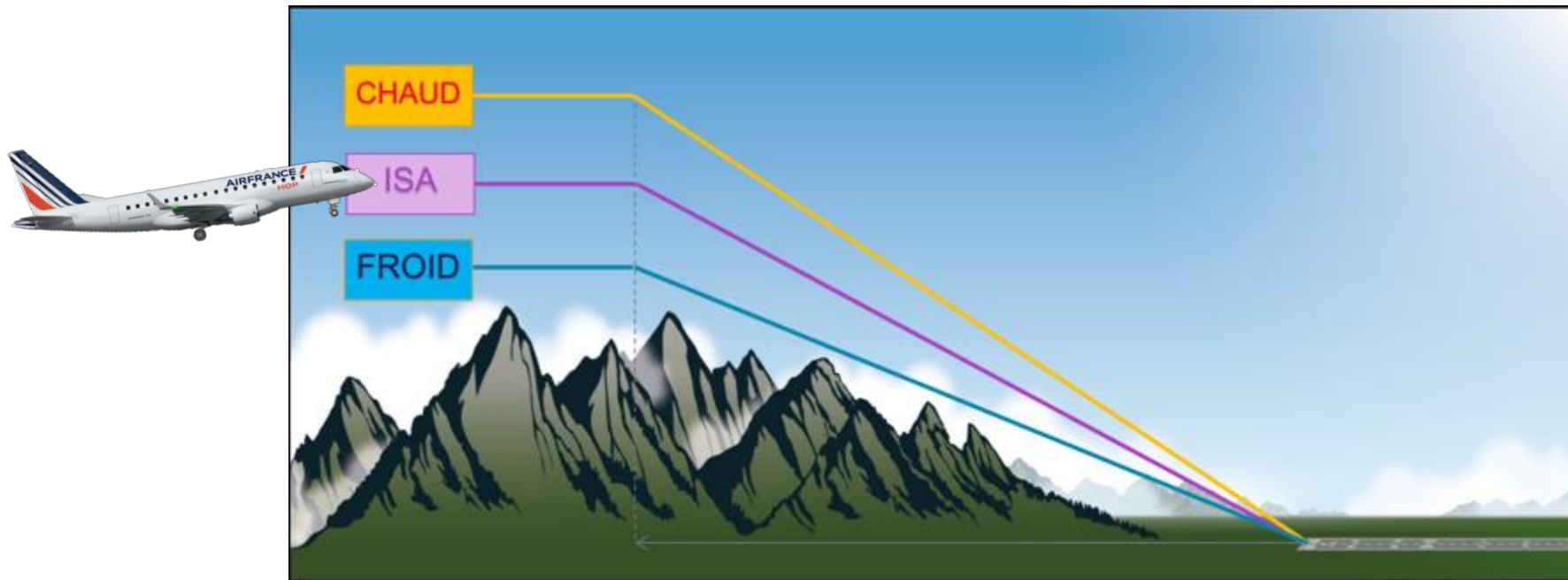
- L'utilisation de la référence barométrique pour la descente finale crée un risque spécifique (idem sur opérations 2D et 3D) → Effet de la température et erreur de QNH
- Il y a donc une différence fondamentale de sécurité parmi les opérations PBN – Baro Vnav et guidage vertical géométrique





## Complexité du PBN : Retour FORMATION DES EQUIPAGES HOP

- Risque **Baro VNAV** : températures éloignées de la référence ISA ~  $Z_v = Z_i \pm (4 \times \Delta \text{ISA} \times 1(000)\text{ft})$





## Complexité du PBN : Retour FORMATION DES EQUIPAGES HOP



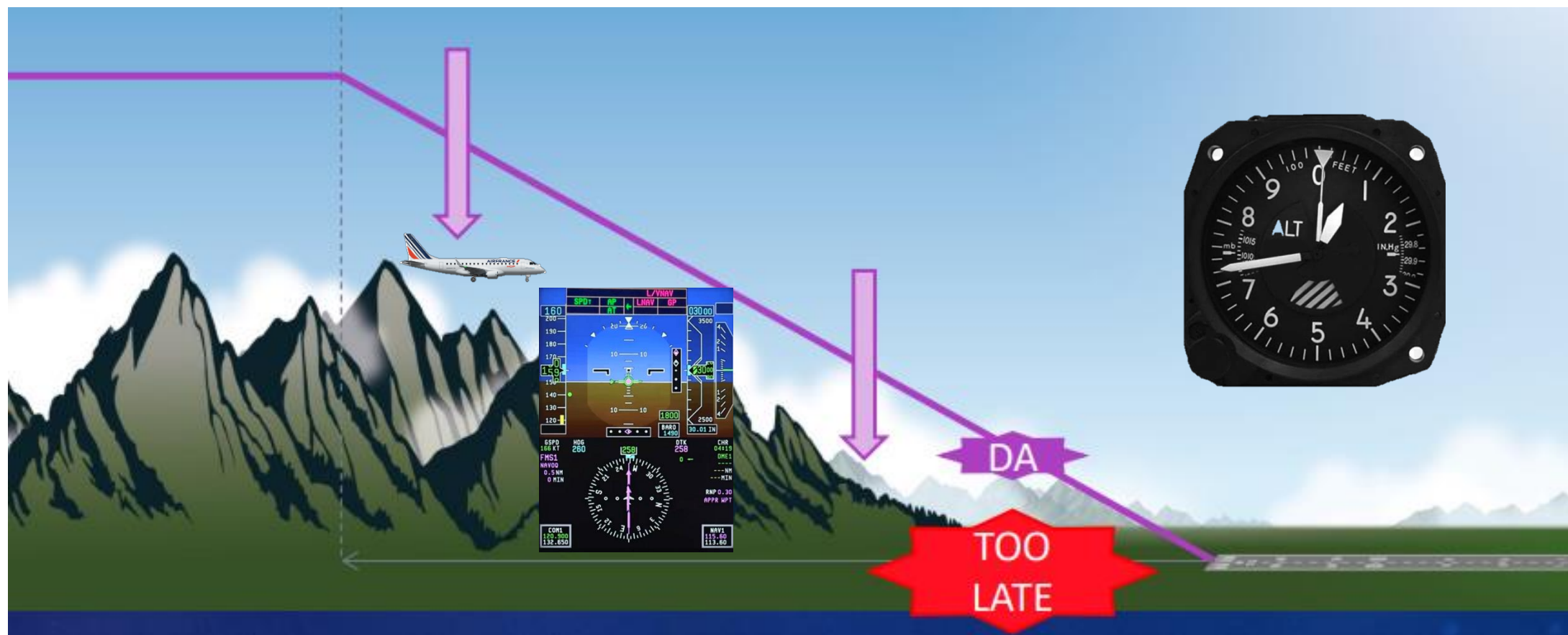
### ○ Erreur de QNH :

- Avec un **guidage vertical géométrique** (ILS, GLS, LPV), une erreur de QNH a un effet sur les paliers d'approche initiale ou intermédiaire, mais pas sur la **trajectoire de descente finale** qui reste parfaitement **intègre**.
- En revanche pour une **trajectoire Baro VNAV**, la **totalité** de la trajectoire d'approche sera **affectée** par l'erreur :
  - Paliers et descente finale
  - Erreur sournoise car indétectable par les moyens traditionnels (Xcheck altitude- distance, Minimas)
- Cette erreur affecte également les opérations 2D mais le biais de Look Alike est bien plus important sur une 3D (sentiment d'être bien – de facilité)





## Complexité du PBN : Retour FORMATION DES EQUIPAGES HOP





## Complexité du PBN : Retour **FORMATION DES EQUIPAGES HOP**

- Les **mitigations** formation des équipages :
  - **Systematiser** les procédures de **validation de QNH** à **toutes** les approches (pas uniquement celles qui sont Baro VNAV) car sinon cette validation est omise,
  - Accompagner les compétences techniques nécessaires (FPA – FPM) à la réalisation des approches 3D par les **compétences non – techniques** avec une sensibilité **TEM** :

➤ SAW – KNO - LTW – PSD





# Complexité du PBN : Retour FORMATION DES EQUIPAGES HOP

o Les **mitigations** formation des équipages :



**METHODE ET BONNES PRATIQUES**

- Affichons et validons le QNH avec une source extérieure : ATIS, METAR, DVL, ACARS
  - ePerf et IESS **ne sont pas** une source extérieure
- A chaque transmission QNH ATC; vérifions la **cohérence** du QNH affiché
- L'ATC (France) doit vous donner le QNH lors d'une approche RNAV

**ROOT CAUSE : PRO et LTW**

**T3 2024**  
**16547** vols réalisés  
 99.76% de vols analysés

**T3 2025**  
**17697** vols réalisés  
 99.64% de vols analysés





## Complexité du PBN : Retour **FORMATION DES EQUIPAGES HOP**

- Les mitigations techniques :

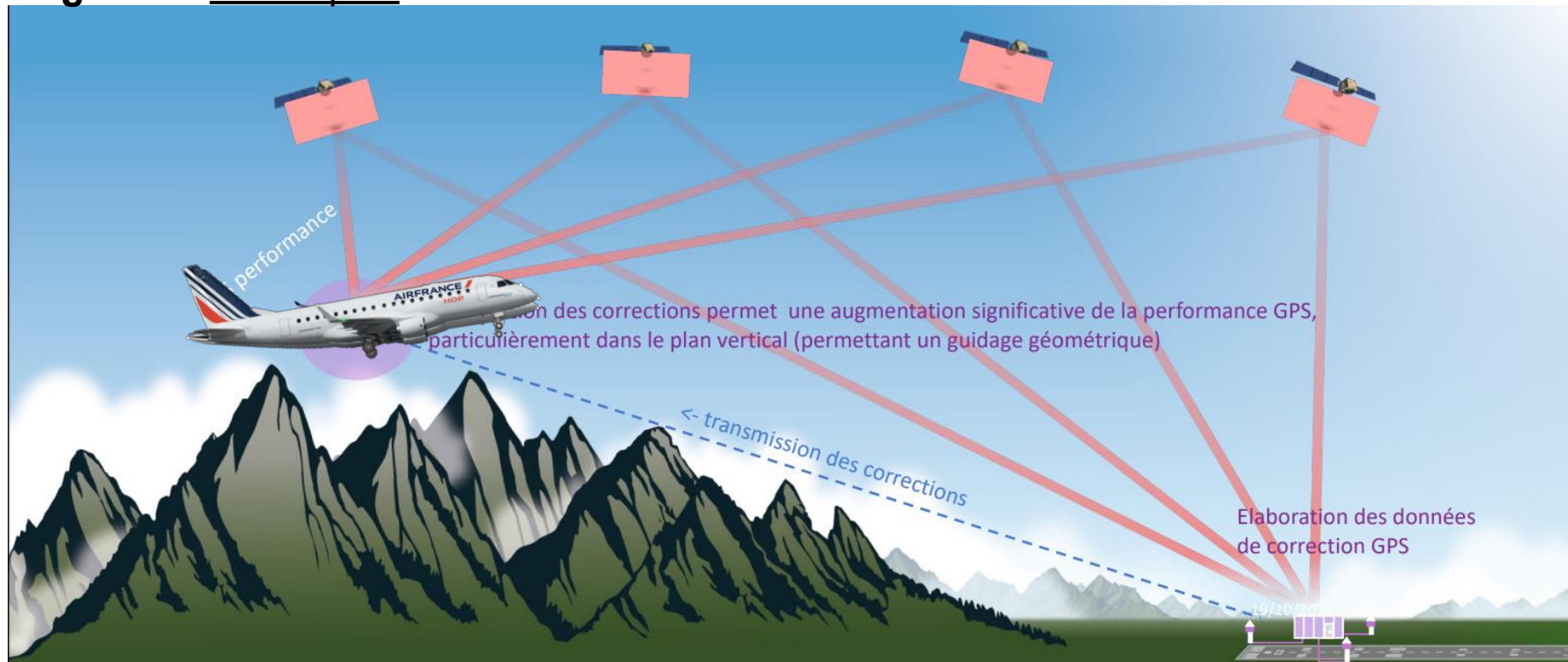
- Généraliser et Systématiser les **PBN avec GBAS – SBAS**
  - LPV non optionnelle sur avion (pourquoi embarquerait-on encore un ADF? Et pas une capacité LPV)
  - Dans l'attente la sécurité des opérations PBN repose sur des mitigations uniquement humaines





## Complexité du PBN : Retour FORMATION DES EQUIPAGES HOP

- Les **mitigations techniques** :





**PBN**

**EFFICACITÉ DES TRAJECTOIRES  
ET DÉFIS DE SÉCURITÉ**



**LES SYMPOSIUMS  
HOP!**

**Merci pour votre attention.**

