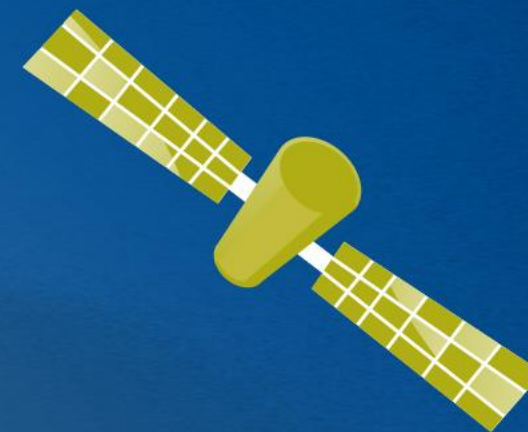


# PBN

## EFFICACITÉ DES TRAJECTOIRES ET DÉFIS DE SÉCURITÉ



### LES SYMPOSIUMS



Présentation de la position de l'Autorité  
sur le relèvement des minima opérationnels

## MESURES D'ATTÉNUATION DES RISQUES



### Antoine HERVÉ

Chef du pôle « Systèmes et Matériels de la Navigation Aérienne »  
à la DSAC

### Didier MARANINCHI

Pilote contrôleur avion au pôle « Expertises Personnels Navigants »  
à la DSAC

# PBN

## Efficacité des trajectoires et défis de sécurité

Jeudi 4 décembre 2025

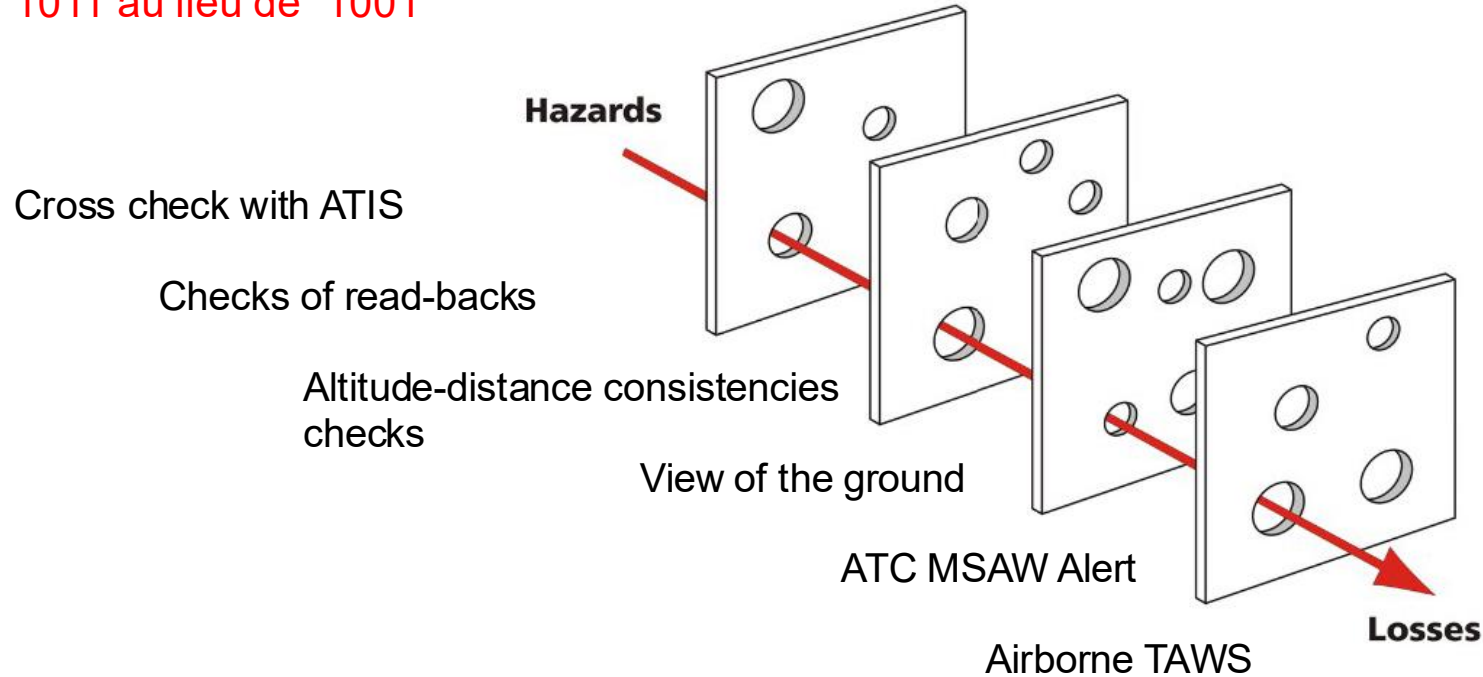


## LES MINIMA LNAV/VNAV



## None of the mitigation barriers worked

9H-EMU QNH erroné  
1011 au lieu de 1001



La seule barrière à avoir été efficace est l'ajout de 50ft de marge sur les DH LNAV/VNAV





## Les moyens d'atténuer le risque

- Bulletins d'information sur la sécurité avec des recommandations pour atténuer le risque

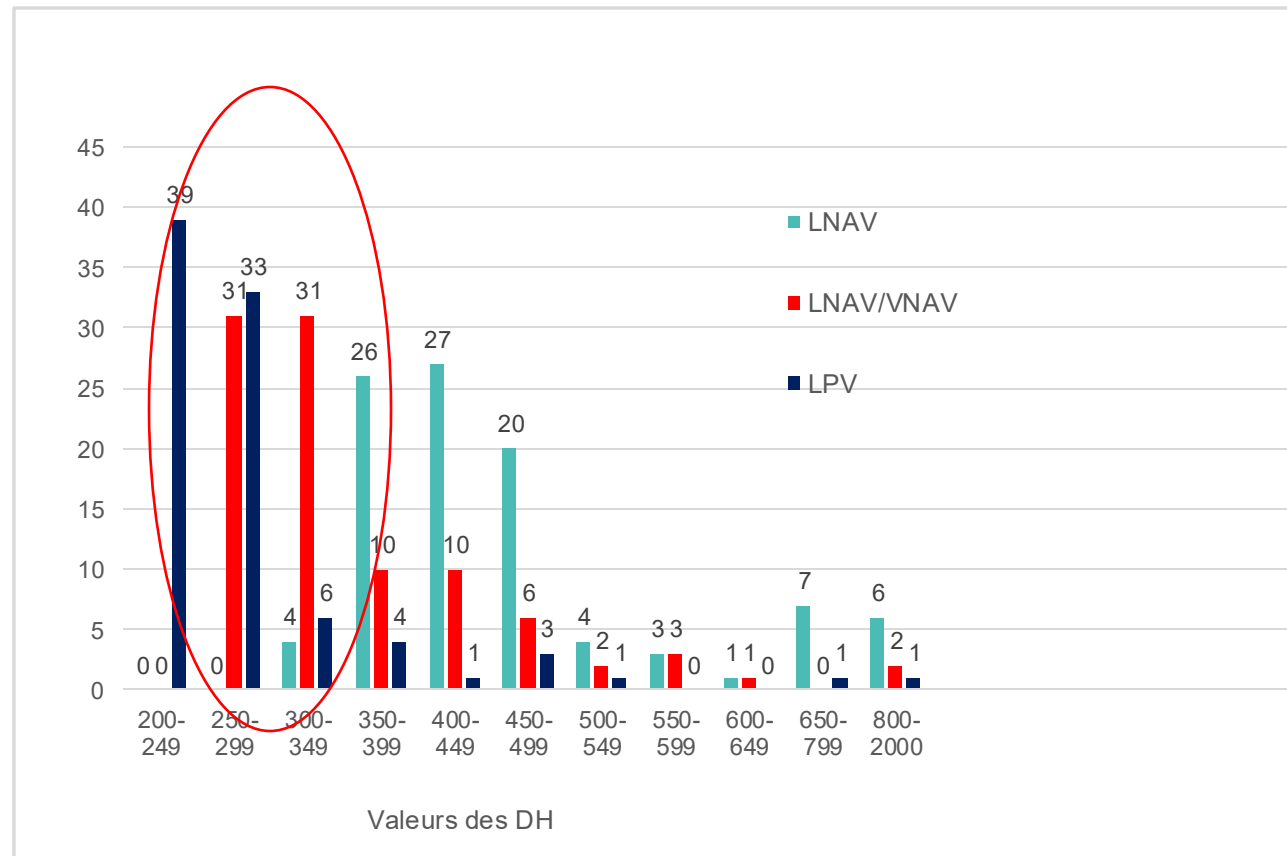
Des solutions techniques	<ul style="list-style-type: none"><li>• Une nouvelle fonctionnalité permettant de comparer l'altitude GPS et barométrique.</li><li>• La mise en œuvre de la comparaison entre le QNH transmis par l'aéronef via le transpondeur et le QNH transmis par le service météorologique.</li><li>• De nouvelles fonctions ASMGCS</li></ul>	Pas encore déployée voire développée / généralisée
Des solutions « procédurales »	<ul style="list-style-type: none"><li>• Le développement des procédures de vérification de QNH</li><li>• Des transmissions directes du QNH à chaque arrivée</li></ul>	Efficacité à démontrer
Une solution « espace »	<ul style="list-style-type: none"><li>• Remonter et standardiser l'altitude de transition</li></ul>	Ecartée en raison de la complexité de sa mise en œuvre





## MDH LNAV et DH LNAV/VNAV en France

- 2/3 des DH LNAV/VNAV < 350ft
- Une difference significative entre la distribution des DH LNAV/VNAV et des MDH des LNAV
  - Même guidage lateral
  - Même dépendance au QNH pour la gestion du plan vertical.
- La France est l'un des rares pays, avec les Etats-Unis, à publier des minima. En approuvant une approche aux instruments, la DSAC approuve également les minima opérationnels publiés sur la carte d'approche





## Mise en perspective

### Annexe 10 OACI

- Exigence d'intégrité pour le guidage vertical du SBAS (APV-I e.g., LPV 250ft):
  - Erreur non détectée > 50m :
  - 1 tous les 10 million d'atterrissage
- Pas d'exigence pour les LNAV/VNAV (APV BaroVNAV)
- Résultats de l'étude DSNV sur les erreurs de QNH :
  - Erreur non détectée de 10hPa (280ft/96m)
  - De l'ordre 1 tous les 10,000 atterrissage

**Table 3.7.2.4-1 Signal-in-space performance requirements**

Typical operation	Accuracy horizontal 95% (Notes 1 and 3)	Accuracy vertical 95% (Notes 1 and 3)	Integrity (Note 2)	Time-to-alert (Note 3)	C
En-route	3.7 km (2.0 NM)	N/A	$1 - 1 \times 10^{-7}/h$	5 min	1 - to 1
En-route, Terminal	0.74 km (0.4 NM)	N/A	$1 - 1 \times 10^{-7}/h$	15 s	1 - to 1
Initial approach, Intermediate approach, Non-precision approach (NPA), Departure	220 m (720 ft)	N/A	$1 - 1 \times 10^{-7}/h$	10 s	1 - to 1
Approach operations with vertical guidance (APV-I) (Note 8)	16.0 m (52 ft)	20 m (66 ft)	$1 - 2 \times 10^{-7}$ in any approach	10 s	1
Approach operations with vertical guidance (APV-II) (Note 8)	16.0 m (52 ft)	8.0 m (26 ft)	$1 - 2 \times 10^{-7}$ in any approach	6 s	1
Category I precision approach (Note 7)	16.0 m (52 ft)	6.0 m to 4.0 m (20 ft to 13 ft) (Note 6)	$1 - 2 \times 10^{-7}$ in any approach	6 s	1

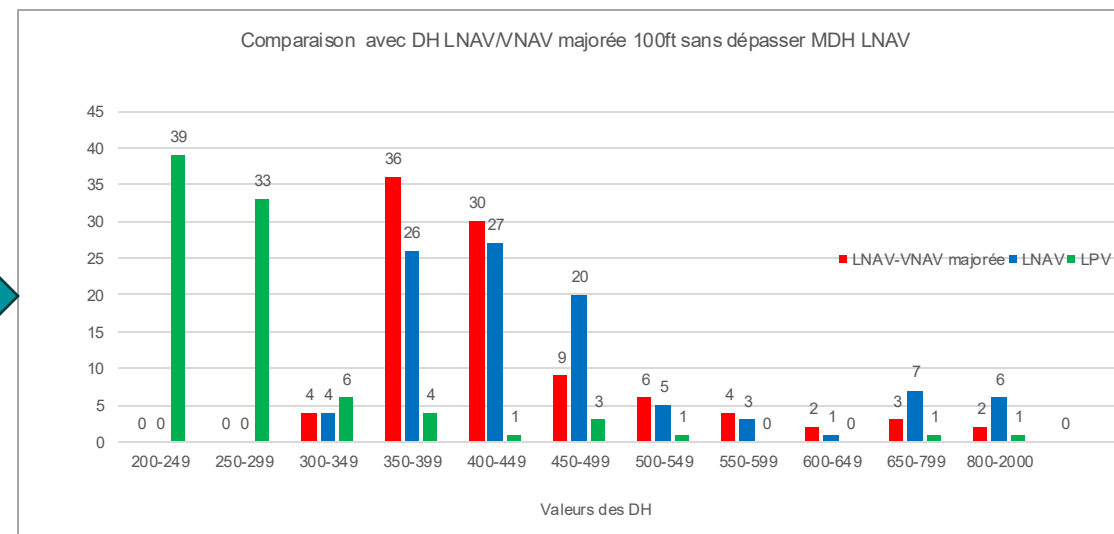
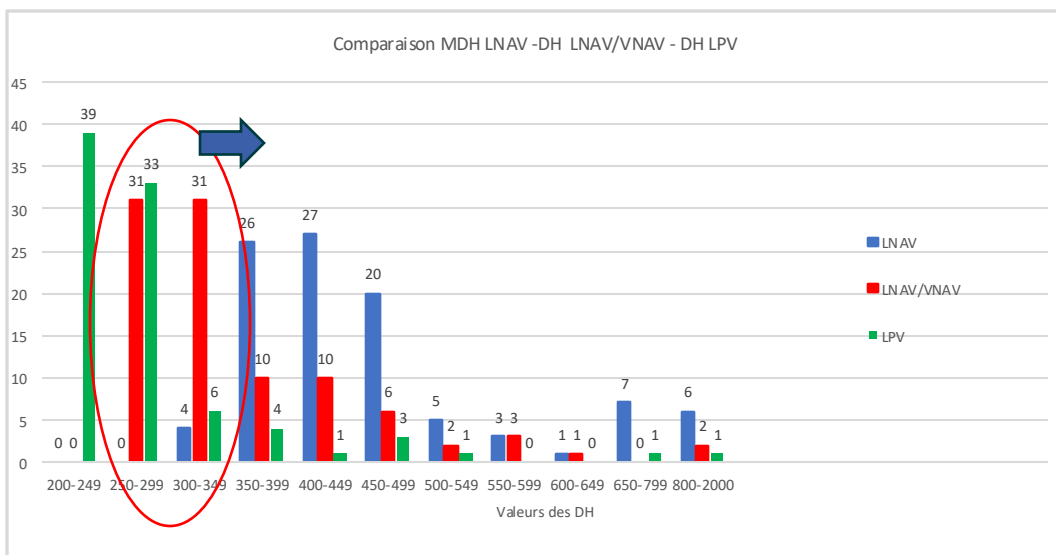




## La mesure d'atténuation des risques

Le DSAC a conclu qu'il était nécessaire d'augmenter les valeurs de DH pour les approches LNAV/VNAV en tant que mesure d'atténuation du risque systémique.

- DH LNAV/VNAV = MIN (DH LNAV/VNAV + 100ft, MDH LNAV)
- DH RNP AR min = 350ft
- RVR calculée sur la base de ces nouvelles DH
- Mis en œuvre printemps 2026 (février - mars)

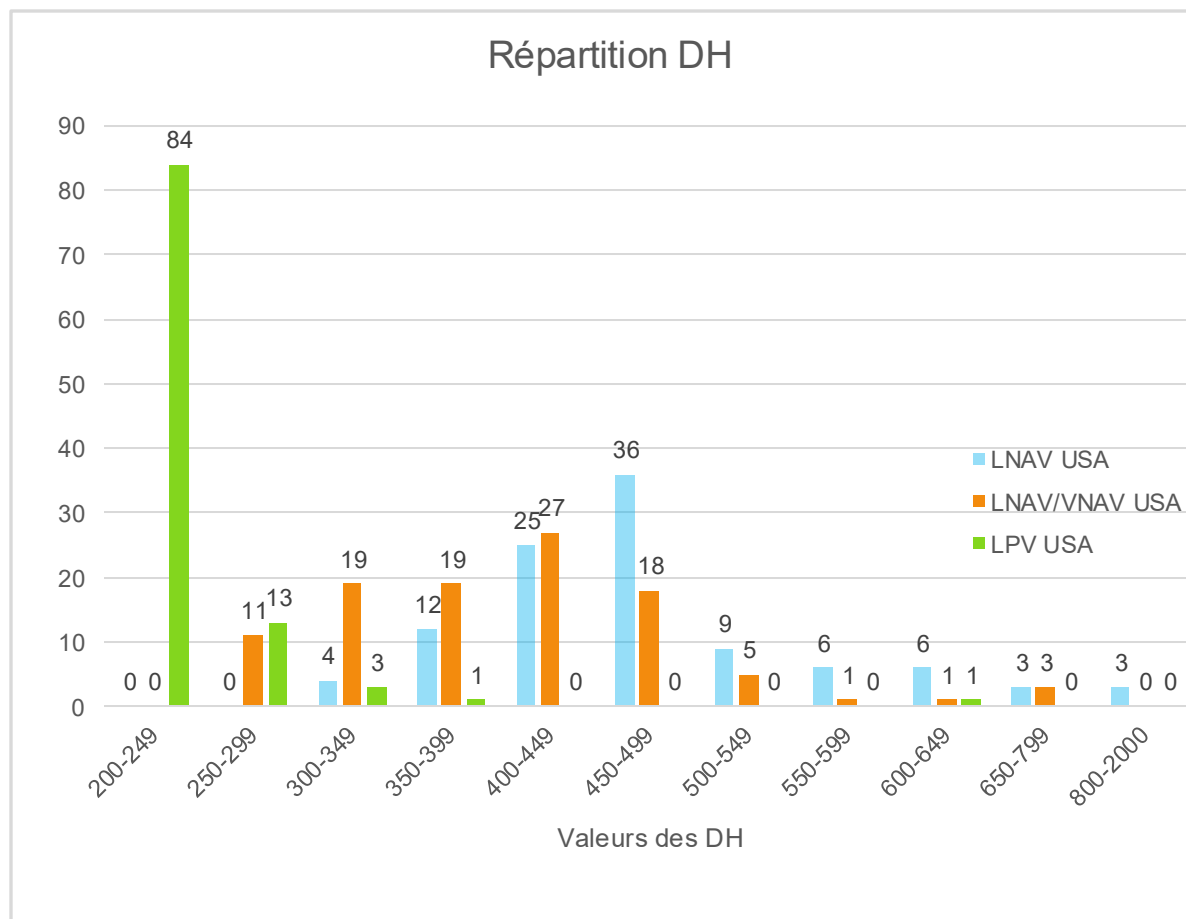




# La France un cas à part ? Les minima USA (TERPS)

100aine de lignes de minima analysées aux USA

- 30% des DH LNAV/VNAV sont inférieures à 350ft
- 10% seulement inférieur à 300ft
- Le gain opérationnel en minima est moins important
- MRR supplémentaires au risque d'erreur de QNH :
  - Altitude de transition unique et élevée (FL180)
  - Utilisation de l'unité inHg
  - Utilisation de l'anglais



# PBN

## Efficacité des trajectoires et défis de sécurité

Jeudi 4 décembre 2025



## RNP APCH LNAV/VNAV : RISQUES ET MENACES EN EXPLOITATION



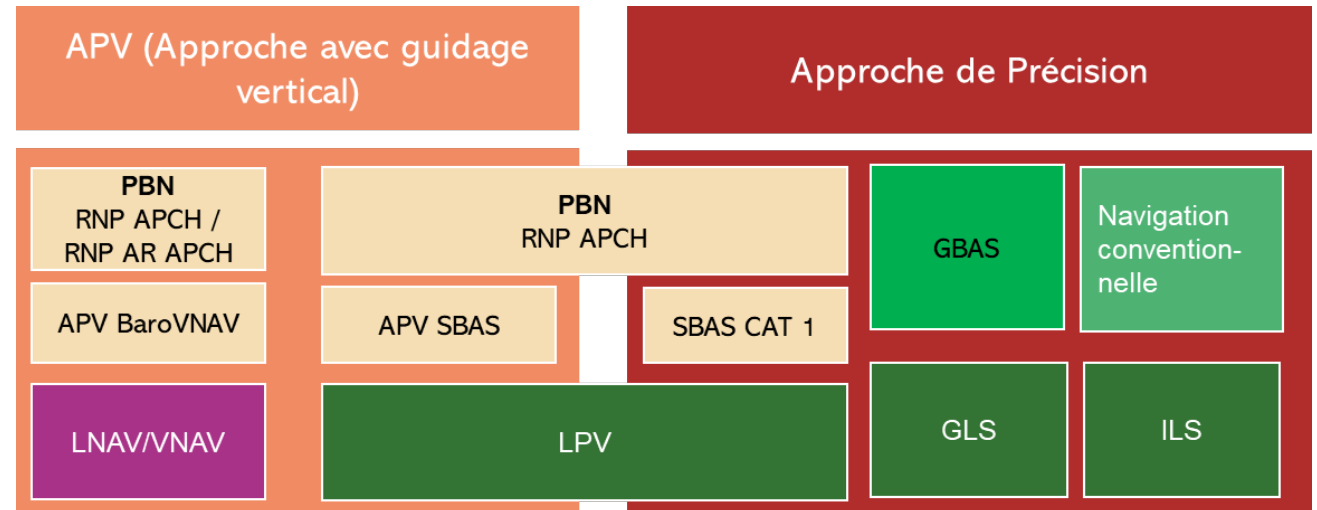
## Les approches APV : une famille hétérogène

➤ Les APV Baro-VNAV :

Avec un guidage vertical basé sur un calage altimétrique :  
RNP APCH LNAV/VNAV et AR

➤ Les APV “géométriques” :

Avec un guidage vertical indépendant du calage altimétrique :  
SBAS

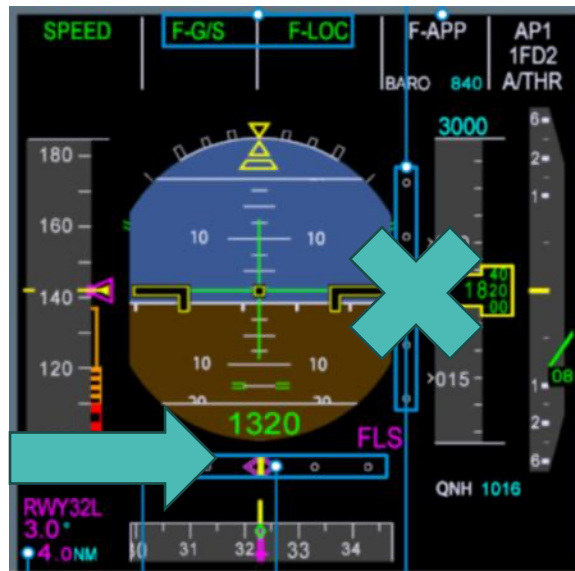




# La notion de conduite d'approches en 2D et 3D

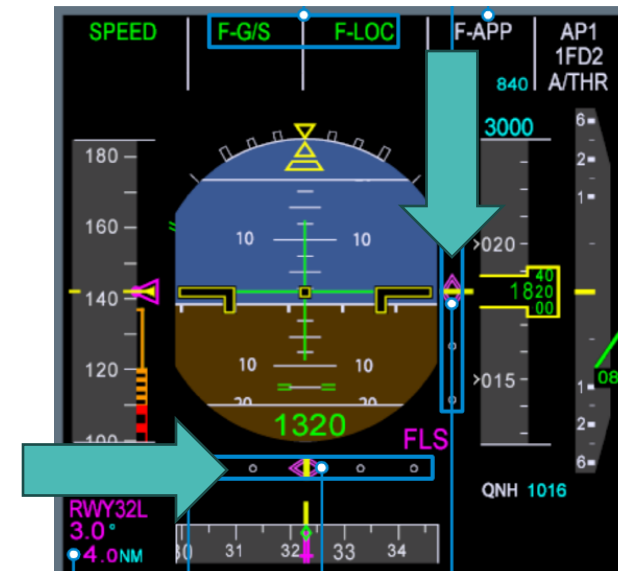
- APPROCHE 2 D :

Une opération d'approche durant laquelle le pilote utilisera uniquement des informations de guidage latéral



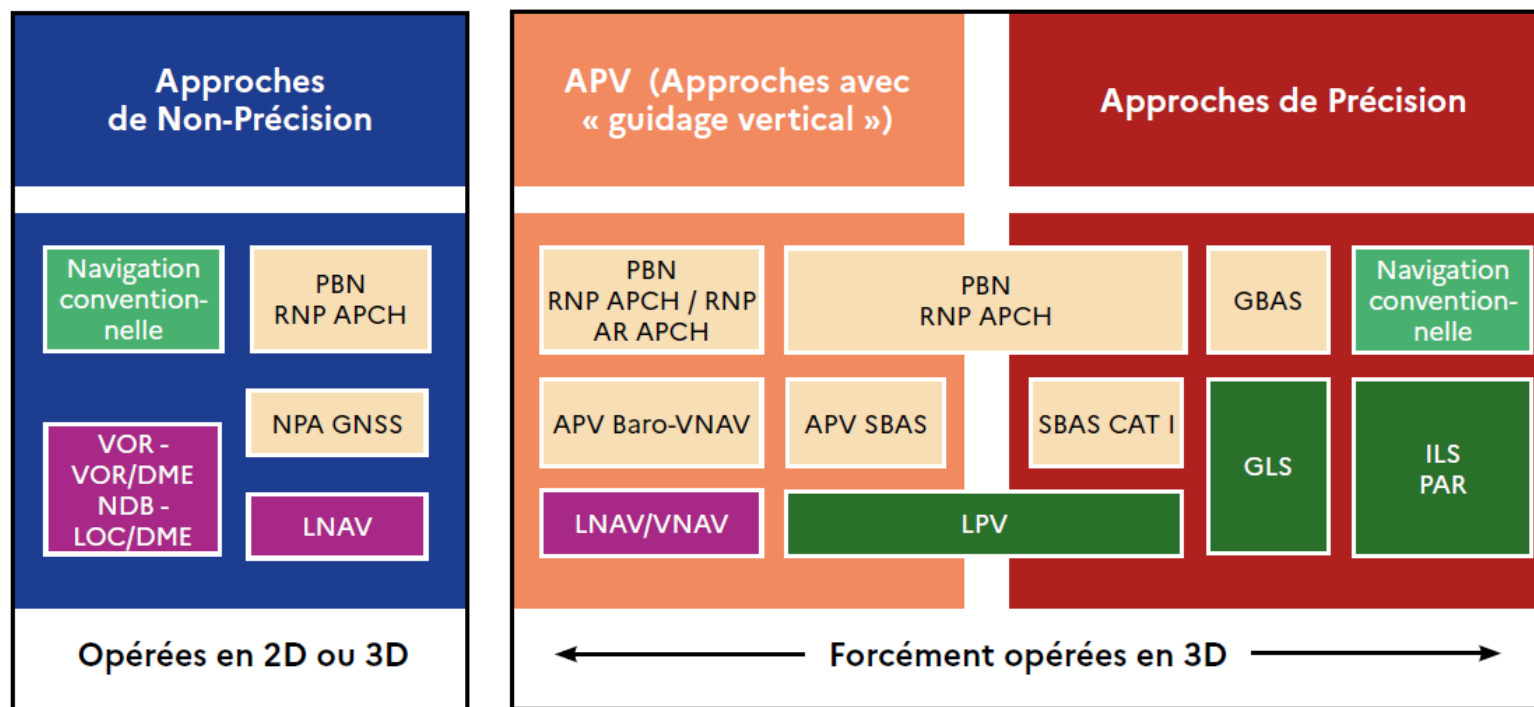
- APPROCHE 3D :

Une opération d'approche durant laquelle le pilote utilisera des informations de guidage latéral et vertical



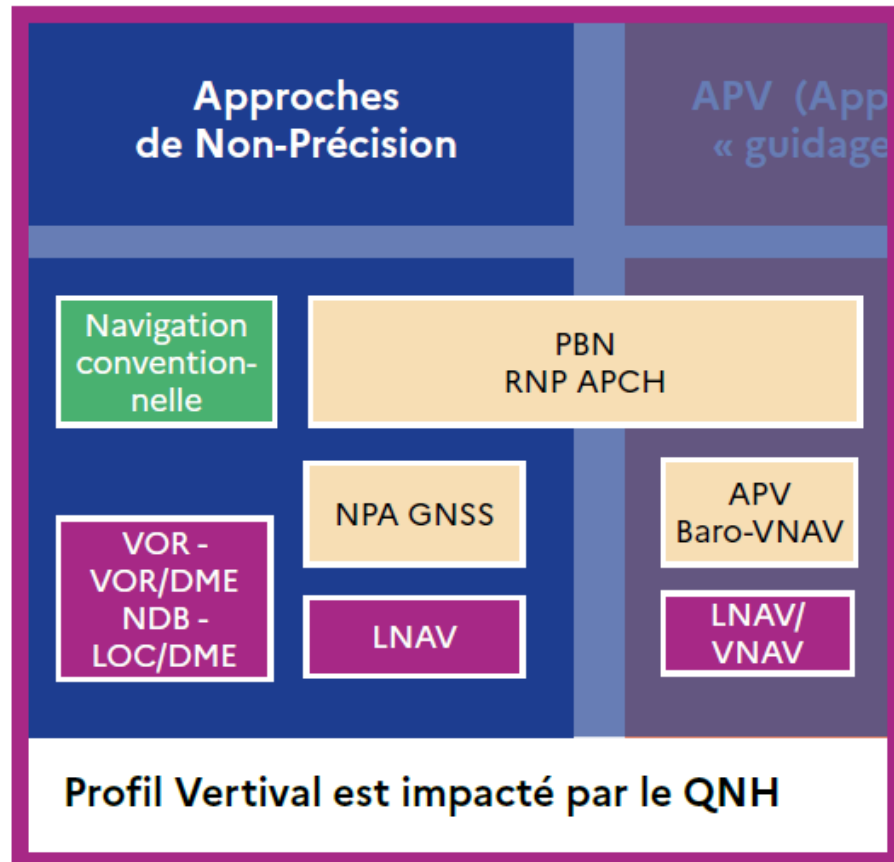


# Approches conduites en 2D/3D et procédures aux instruments





## PBN : RNP APCH LNAV/VNAV



Cette approche RNP étant une APV elle est:

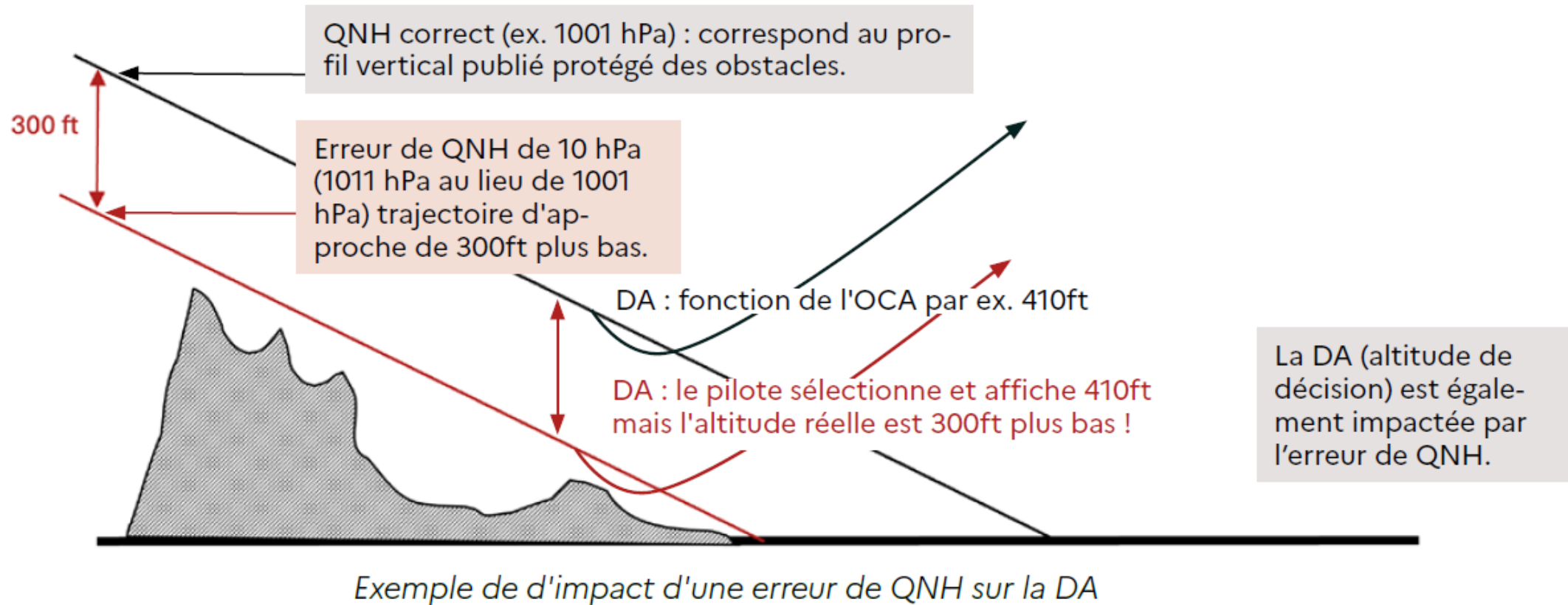
- nécessairement conduite en 3D
- avec un guidage vertical Baro-VNAV
- En effectuant une CDFA

Le calcul de la DH intègre en conséquence une OCH prenant en compte une perte de hauteur à la remise de gaz



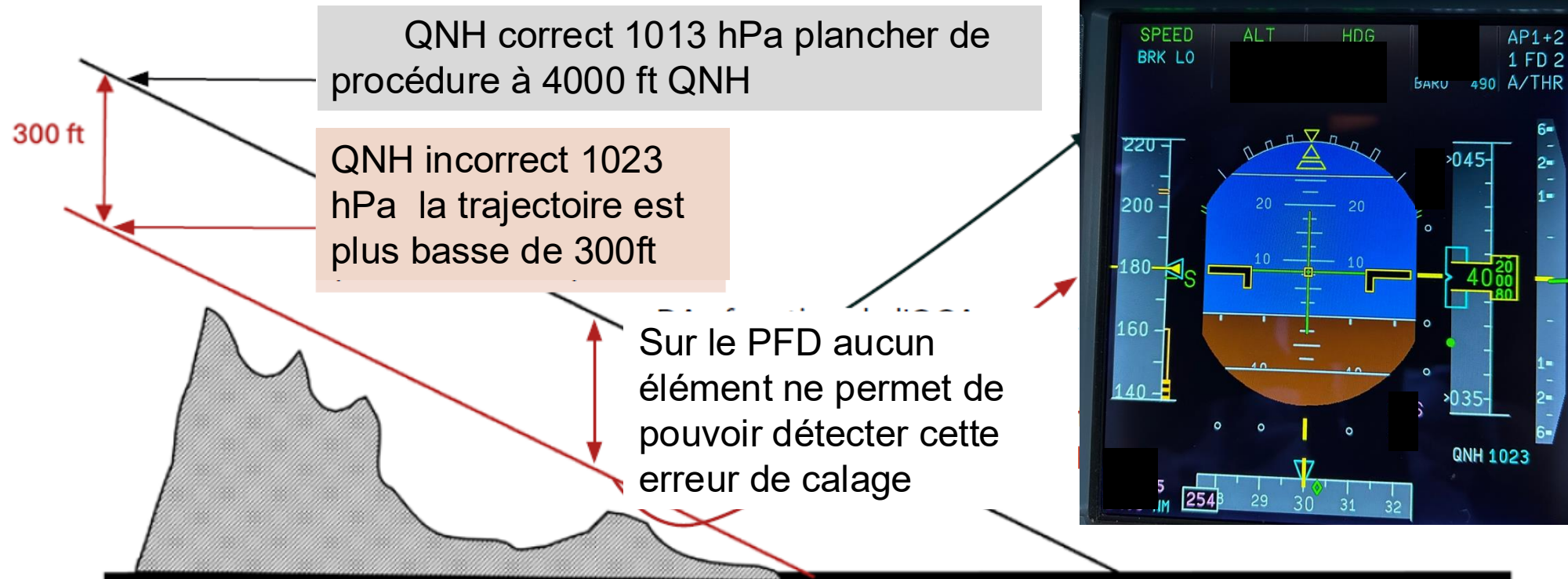


## PBN : RNP APCH LNAV/VNAV : la menace QNH





## PBN : RNP APCH LNAV/VNAV : la menace QNH



*Exemple de d'impact d'une erreur de QNH Sur l'affichage*





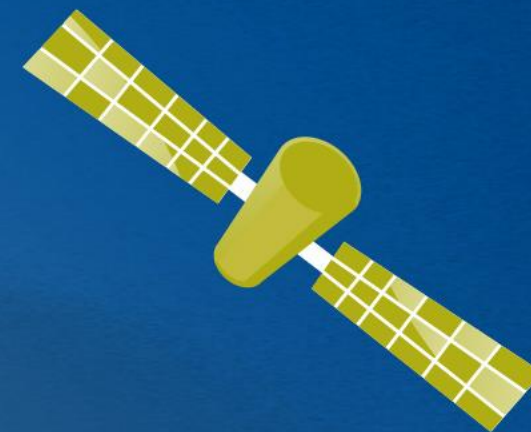
## Des menaces spécifiques à la RNP LNAV/VNAV :

- Une APV Baro-Vnav
- Une conduite du vol systématique en 3D avec un « ressenti pilote » d'effectuer un « pseudo » ILS
- Une DH potentiellement basse



# PBN

## EFFICACITÉ DES TRAJECTOIRES ET DÉFIS DE SÉCURITÉ



### LES SYMPOSIUMS

**Présentation de la position de l'Autorité  
sur le relèvement des minima opérationnels**

# **ANALYSE D'IMPACT SUIVANT LES DONNÉES MÉTÉOROLOGIQUES HISTORIQUES**



**Yoni MALKA**

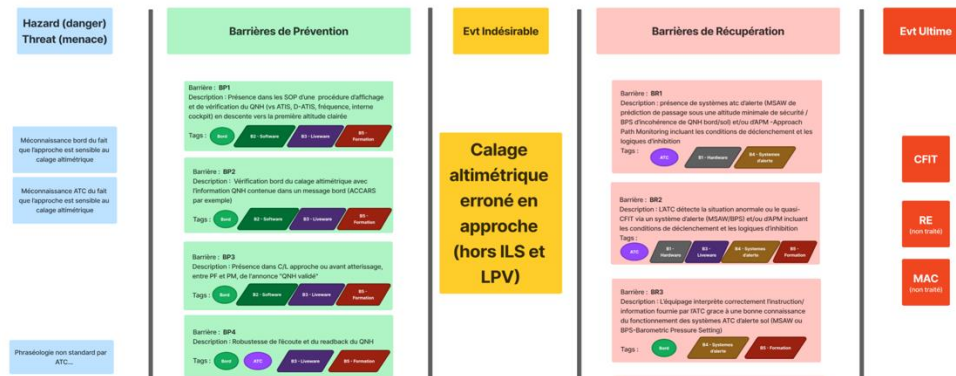
Chef de division « Évaluation des Risques et Analyses de sécurité » à la DSAC



# Cadre de l'étude

- Caractérisation du risque lié à la sensibilité des approches Baro-VNAV aux erreurs QNH
  - Fréquence d'erreur de calage de  $10^{-3}$  à  $10^{-4}$
  - Évaluation des barrières citées dans les comptes-rendus, rapport d'enquête, les analyses DSAC

Mise en perspective des pistes de réflexion du GT Altimétrie dans un diagramme commun des barrières liées au risque de calage altimétrique erroné en approche (hors ILS et LPV)



- Evaluation de l'impact du relèvement des minima sur l'accessibilité des terrains concernés





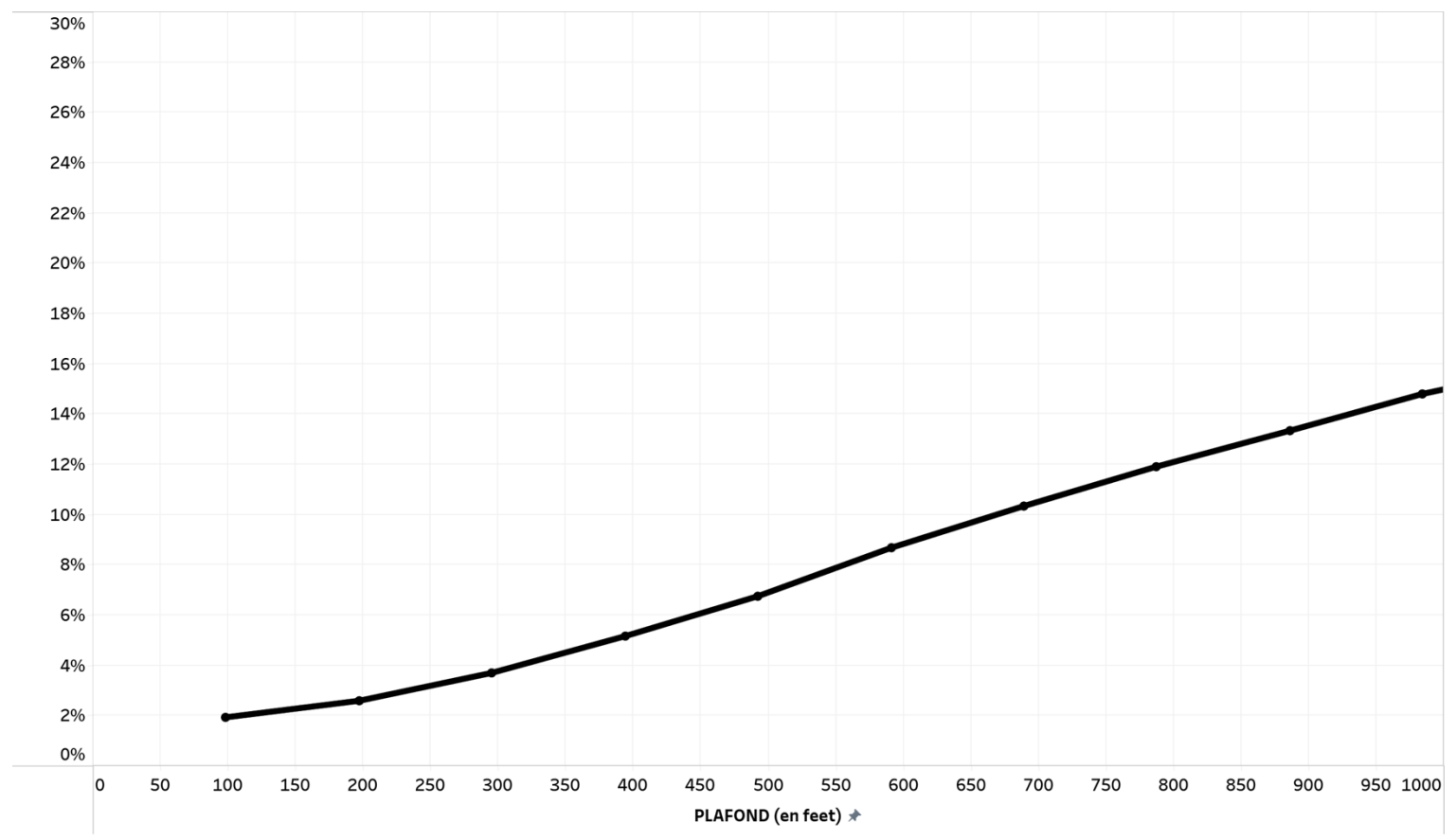
## Données météo historiques

- Fourniture par Météo France de données historiques (10 ans)
  - Observations horaires de plafond (ft) et RVR (m)
  - Pour chaque QFU impacté par le relèvement
  - Valeurs RVR limitées à 2km
- Post-traitement DSAC
  - Filtre entre 5h et 22h
  - Exclusion période de maintenance capteur météo
- Reformulation : le relèvement des minima LNAV-VNAV empêcherait l'utilisation de cette procédure sur ce QFU pour combien d'heures supplémentaires (en %) ?



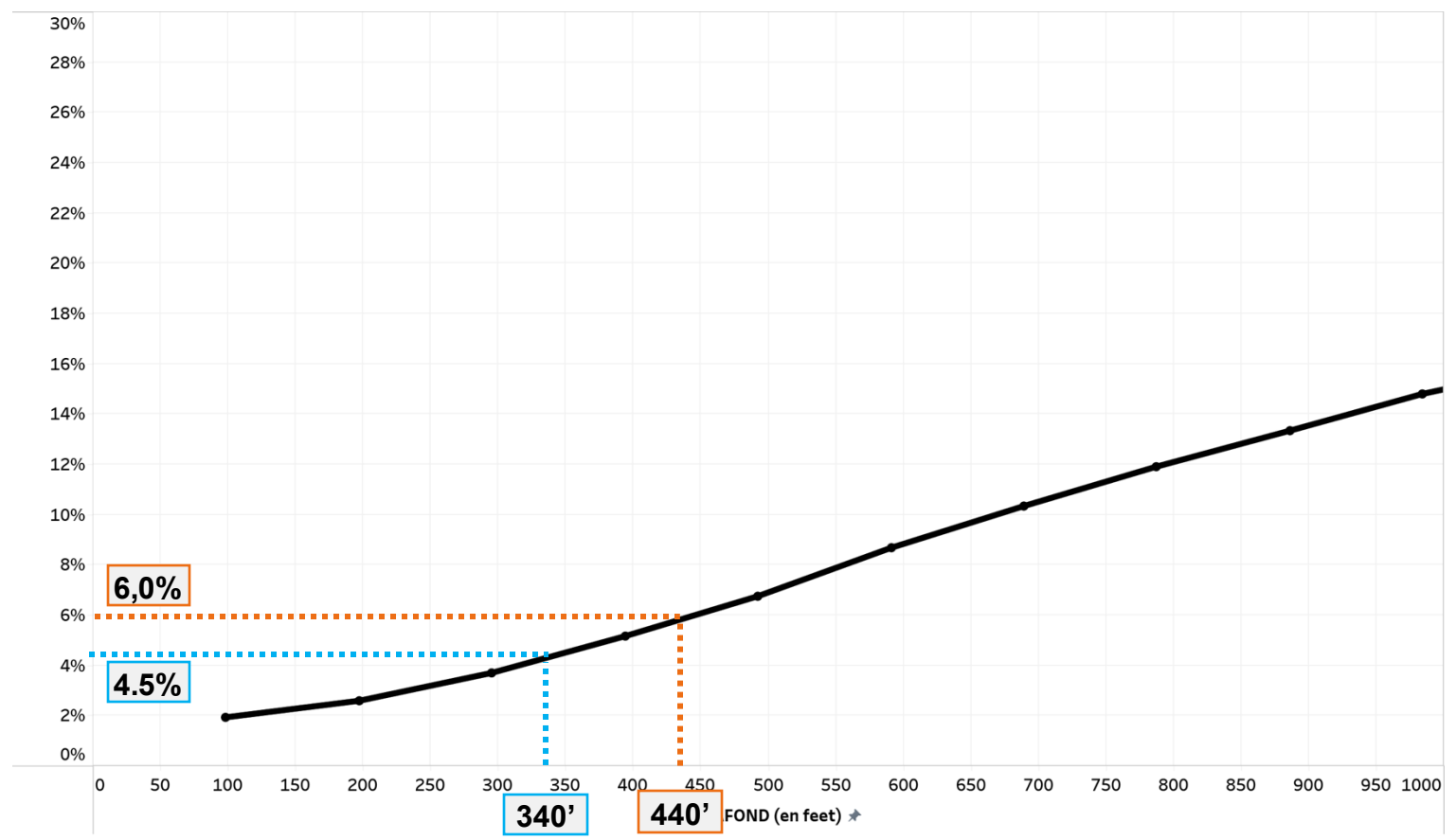


## Exemple LFPG 27L – proportion cumulative d’heure selon le plafond



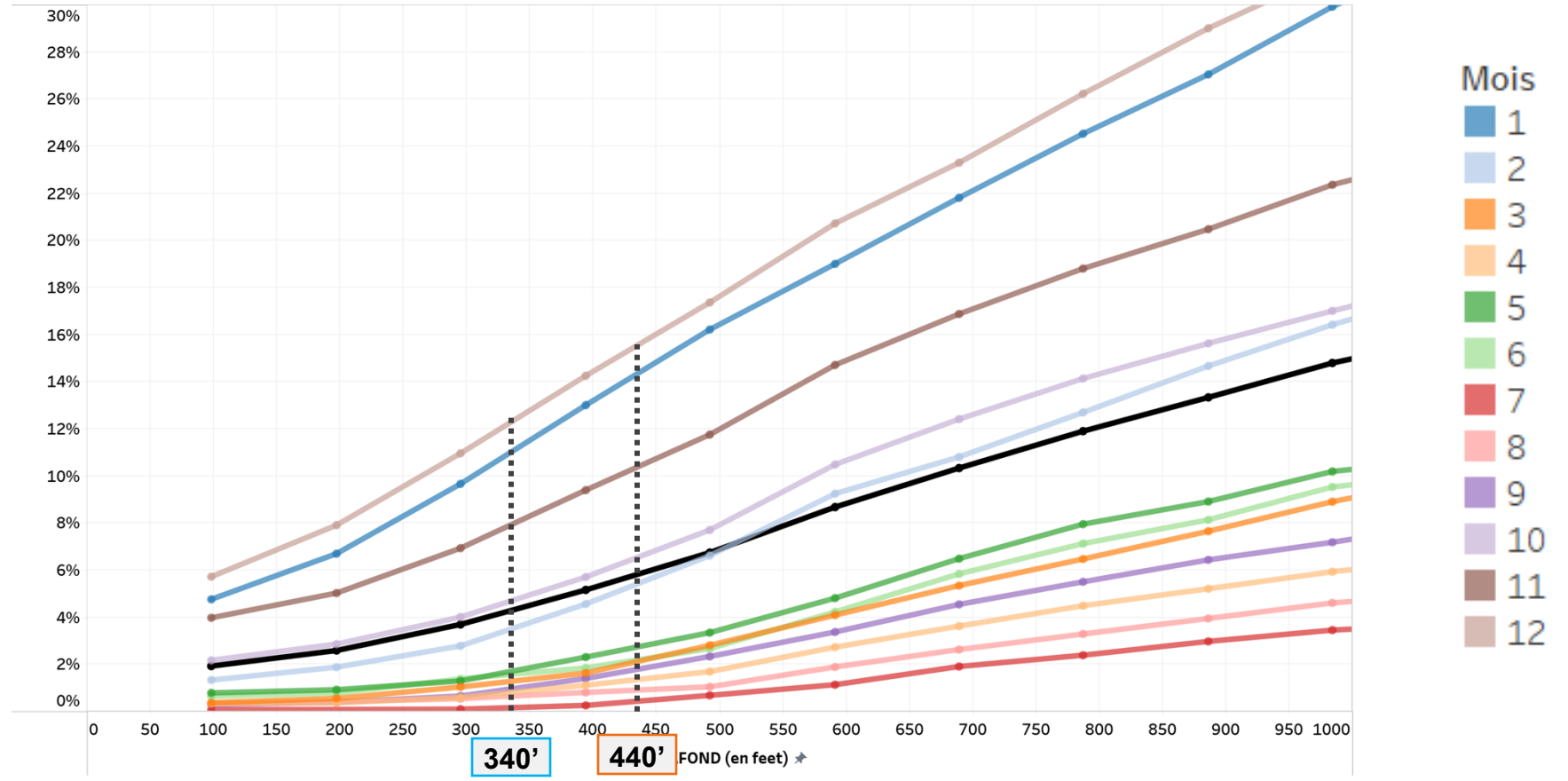


# Exemple LFPG 27L – proportion cumulative d’heure selon le plafond



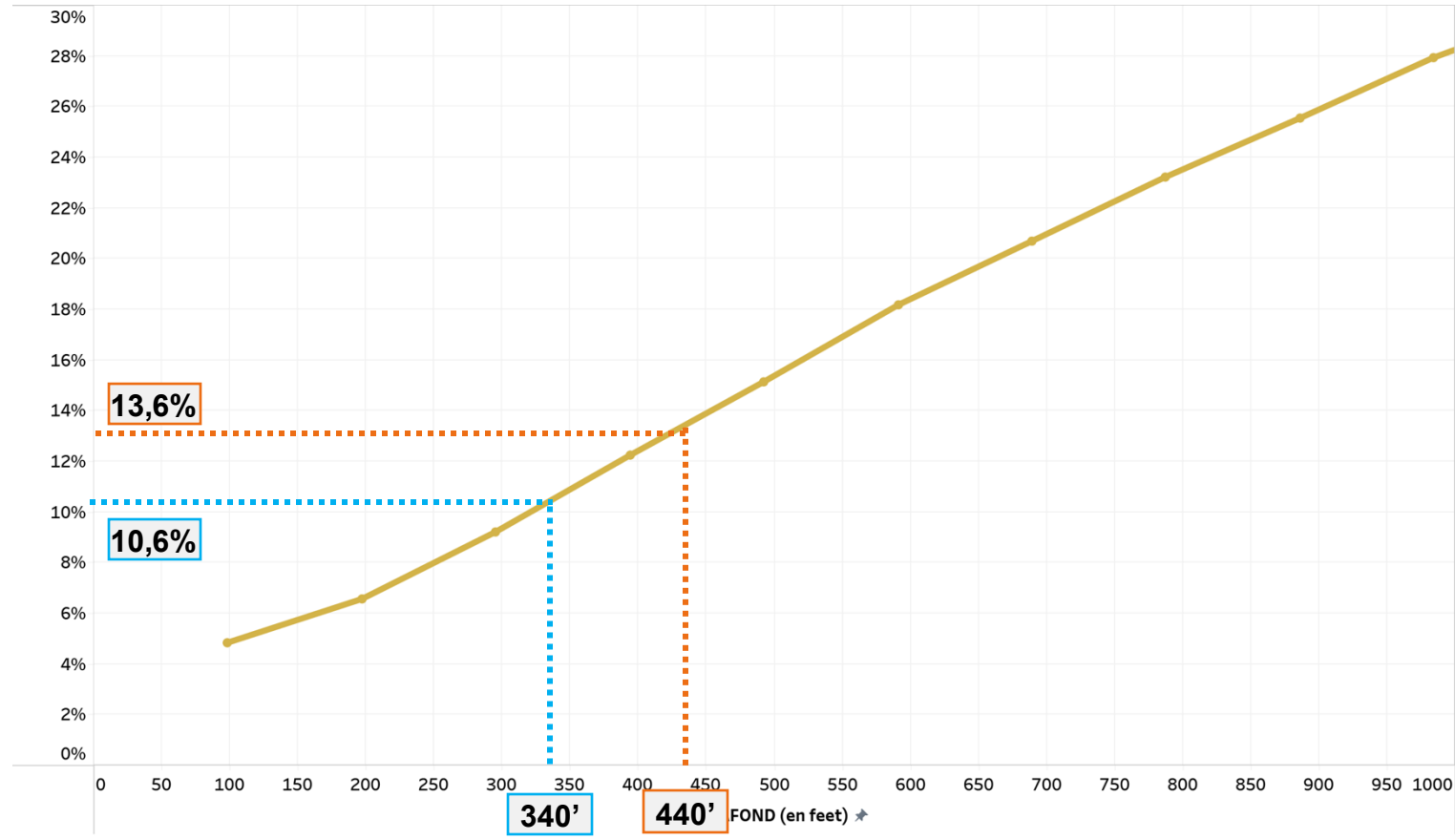


# Exemple LFPG 27L – proportion cumulative d’heure selon le plafond par mois



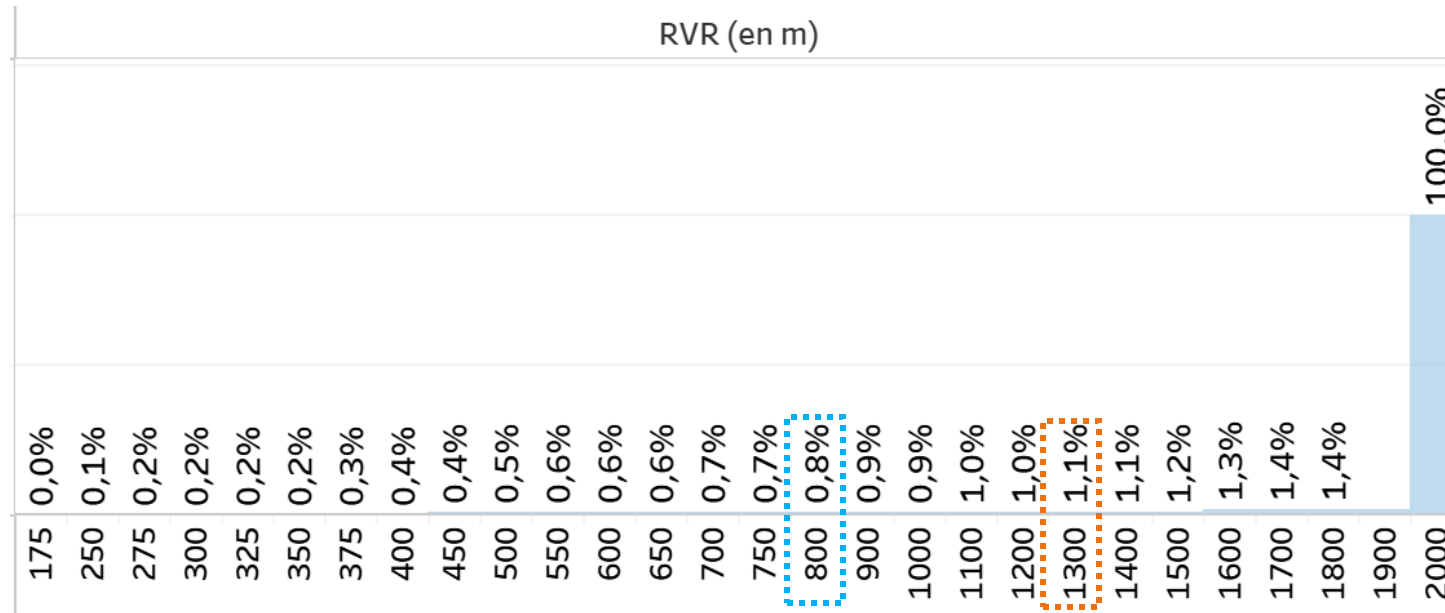


# Exemple LFPG 27L – proportion cumulative d’heure selon le plafond nov-dec-janv uniquement





## Exemple LFPG 27L – proportion cumulative d’heure selon RVR





# Étude de sensibilité

Terrain-QFU	Durée données	LNAV/VNAV	LNAV/VNAV majorée 100 et min 400	Pourcentage actuel	Pourcentage future	Pourcentage actuel (hiver)	Pourcentage future (hiver)
LFRS03	9	300	400	3,8	5,5	7,8	10,8
LFRN28	5	380	400	3,2	3,4	6,6	6,9
LFQQ26 V/Z	9	300	400	3,7	4,9	9,1	11,4
LFBO14L	9	420	460	3,8	4	9,5	10
LFBO14R	9	410	460	3,7	4	9,4	10
LFLL17L	8	280	400	3,8	4,6	9,4	11,3
LFLL17R	8	280	400	3,8	4,6	9,4	11,3
LFPB27	9	290	400	1,4	2,1	3,4	5,1
LFOK28	9	250	400	5,4	8,1	13,1	18,4
LFBP31	9	290	400	2	3,2	3,8	5,3
LFPG26L	9	340	420	3,8	4,8	9,4	11,5
LFPG26R	9	340	440	3,8	5,1	9,4	12
LFGJ5	9	420	420	6,7	6,7	16,1	16,1
LFBL21	9	350	450	11,9	15	21,8	26,4
LFPG09L	9	340	440	4,2	5,6	10,2	12,7
LFPG09R	9	340	400	4,2	5	10,2	11,7
LFLS9	9	560	660	2	2,6	4,4	5,6
LFMP15	6	320	400	0,6	0,7	0,7	0,8
LFST05	9	290	400	4,6	5,4	10,8	12,9
LFBE27	8	340	440	5,3	6,1	10,3	11,9

- Pour chaque QFU impacté par le relèvement:
  - Calcul du pourcentage des heures sous les deux valeurs minima LNAV-VNAV (actuel et majoré)
  - Toute l'année ou hiver uniquement
- L'augmentation de ce nombre d'heures est de **26%** en moyenne.
- Ne représente pas l'augmentation en pourcentage des situations d'inaccessibilité de l'aéroport concerné, puisque c'est la conjonction d'une situation où
  - l'ILS serait hors service
  - le plafond compris entre les valeurs de DH actuelles et projetées qui conduirait à des cas nouveaux d'inaccessibilité.
  - L'aéronef ne dispose pas de capacités LPV



# PBN

## Efficacité des trajectoires et défis de sécurité

Judi 4 décembre 2025



MERCI  
POUR VOTRE ATTENTION