

# AIRBUS

# ADAPTATION DES CHAUSSÉES AÉROPORTUAIRES AUX ÉVÈNEMENTS CLIMATIQUES EXTRÊMES

Cyril FABRE  
ICAO-Airfield Pavement Expert Group (APEG) – Chair.

# Sommaire

## 1. Réchauffement

- Dimensions piste / Performance avion
- Endommagement surfacique
- Adaptation

## 2. Vents

- Puissance / Direction
- Adaptation

## 3. Précipitations

- Intensité / durée
- Adaptation

# Effets des variations de T° / Longueur de piste

- ✓ La densité de l'air est inversement proportionnelle à la température.
- ✓ Les performances au décollage sont liées à la densité de l'air. Un avion sera donc moins performant dans un air chaud, à la fois du point de **vue aérodynamique** que du point de vue **rendement du moteur**.

Exemple: A320 Opération à Chios Island National Airport (LGHI):

- Piste courte (1 500 m)
  - De 1988 à 2017, **Réduction de la MTOW de 8 000 Pounds** (3 630 Kg → 28 passagers + bagages)
- ✓ Accentuation / aggravation avec l'altitude
- ✓ Solutions:
- Aéronefs: Meilleure performance moteur, augmentation de la surface portante (augmentation envergure contraignant aux stands et limité par les codes avion dictant les largeurs de piste et séparation RWY-RWY, RWY-TWY, TWY-TWY)
  - Aéroports: Rallongement des longueurs de piste si possible! (pas environnement friendly)
  - Operations: Décollage matin / soir

# Effets des variations de T° / Enrobés

- ✓ Module de young (élasticité)  $E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$
  - ✓ E est inversement proportionnel à la Température → quand T° augmente, E diminue et  $\varepsilon$  augmente.
  - ✓ T° surface enrobés majoré de 25°C sous ensoleillement (Air 35°C = 60°C surface)
- ➔ Conséquences: Défauts de surface (fluage, orniérage etc.) augmentation de la diffusion des contraintes dans les couches inférieure, risque de rupture sol support, FODs
- ➔ Opérations aéroportuaires perturbées (besoins de réparation immédiate) / Vols annulés
- ✓ Solutions:
    - Publication de PCR saisonnal
    - Arrosage (impact sociétal? Association avec sécheresse)
    - Adapter les enrobés aux fortes chaleurs (BBME, SMA, Classes, liant etc...)
    - Décollage matin / soir
    - Apprendre des « pays chauds » (Middle-East, Australie etc.)

**« L'effondrement de la piste de l'aéroport de Luton montre que les aéroports sont vulnérables au changement climatique »**



# Effets des variations de T° / Permafrost

## ✓ Chaussées construites sur fondations permafrost (Juin-Juillet 2022):

- Baisse temporaire du PCN (PCR) → Limitation MLW, MTOW à Interdiction de vol pour certains avions ACN (ACR) > PCN (PCR)
- Dégradation de surface
- Dégradation couches inférieures
- Perte de stabilité du au dégel

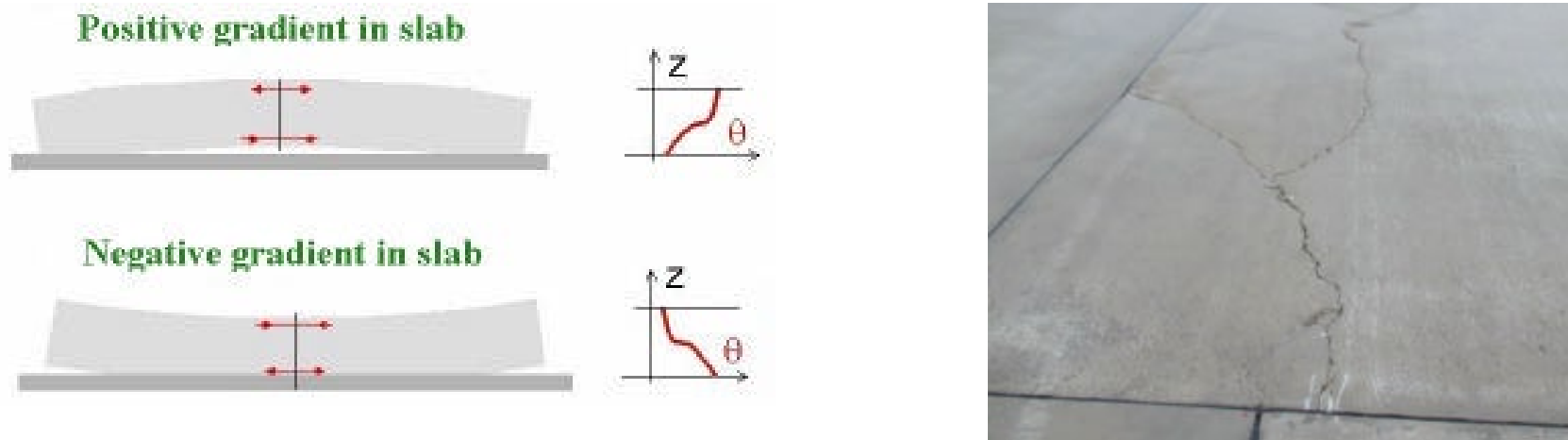
## ✓ Adaptation:

- Adapter les programmes de vols pendant les saisons de dégel (anormaux dans ces régions):
  - Avions de masses inférieur
  - Nombre de mouvements
- Maintenir les sols gelés: Installation de réseaux de tuyauterie air refroidie (Technique Chinoise)

**Nouvelles méthodes de dimensionnement / analyse des chaussées + ACR/PCR**  
**→ Modèle prédictif incluant les effets d'augmentations ou de variations des températures**

# Effets des variations de $T^\circ$ / Dalles de béton

- ✓ Sensibilité aux gradients de température / Amplitude thermique jour-nuit → mouvement de courbure (Warping, curling)
- ✓ Conséquences: Rupture / fissuration de dalle / Epaufures – FODs



- ✓ Solutions / Adaptation
  - Dalles de plus petites dimensions (moins sensible aux gradients de  $T^\circ$ )
  - Curage efficace au séchage initial pour éviter des gradients équivalent à la construction
  - Arrosage par fortes chaleurs
  - Post-goujonnage

# Effets du vent sur les chaussées

## ✓ Intensité

- Baisse des head Wind → Dégradation perfos, décollage → Réduction MTOW
- Combiné avec hausse des température → aggravation
- Adaptation des opérations sur pistes courtes nécessaire
- Hausse des vents de face → contrebalance les effets températures en favorisant la portance aérodynamique

## ✓ Direction

- Vents latéraux plus prépondérant → risque de sortie de piste latérale (Veer-off)
- Contrôlable tant que l'on reste dans l'enveloppe de domaine du vol
- Risque accru quand combiné avec des précipitations → glissance

## ✓ Adaptation: High friction course (PFC, rainurage favorisant le drainage dynamique en plus des pentes)

## ✓ ICAO-APEG: Déterminer les critères d'éligibilités pour permettre le développement de nouveau matériaux (autre que PFC/GROOVE) de surface améliorant la friction wet et ainsi octroyer un crédit perfo. aux compagnies aériennes équipées de la MOD ADOC

# Augmentation Intensité / durée des précipitations (1)

- ✓ Saturation / drainage inefficace
- ✓ Augmentation du risque hydroplaning (Piste contaminée), veer-off / overshoot
  
- ✓ Adaptation:
  - GRF (Global Reporting format)
  - Système ROPS (Runway Overrun Prevention System)



# Augmentation Intensité / durée des précipitations (2)

- ✓ En cas de sortie de piste, faible indice de portance (CBR) de la bande aménagée → rupture Train AV, accès véhicule ARFF, premiers secours difficile voir impossible
- ✓ ICAO-APEG / FTF / ARCTF: Travaux en cours pour améliorer les critères et recommandations pour les Etats membres



# Synthèse

- ✓ L'accentuation des phénomènes liés au changement climatique (Température, Précipitations etc.), peut avoir des conséquences sur:
  - Performance avion → distance de décollage / pistes trop courtes
  - Opérations (horaires décalés, disruptions)
  - Vieillessement / endommagement prématuré des infrastructures
  - Sécurité (glissance, sortie de piste)
  
- ✓ Des solutions d'adaptation existent, ou sont en cours de développement, MAIS:
  - Peuvent représenter des coûts supplémentaires pour les aéroports,
  - Peuvent se faire au détriment de l'environnement,
  - Efforts conjugués Aéroports, Régulateurs, Constructeurs, Airlines
  
- ✓ Le bon driver doit se situer à la convergence de:
  - Sécurité
  - Environnement
  - Coûts

# QUESTIONS

