



STAC

Journée Technique 2009

Adhérence opérationnelle des pistes

Yannick Laurençon

STAC – Infrastructures aéroportuaires

Etudes et Recherches

Ressources, territoires et habitats
Énergie et climat
Prévention des risques
Développement durable
Infrastructures, transports et mer

Présent
pour
l'avenir



Service technique de l'aviation civile

Plan de l'intervention

- Définition de l'adhérence "opérationnelle"
- Problématiques
- Joint Winter Runway Friction Measurement Program
- Travaux OACI et AESA
- Etude STAC
- Conclusions



Adhérence "opérationnelle"

- L'adhérence opérationnelle désigne l'adhérence des chaussées aéronautiques :
 - en phase d'exploitation,
 - contaminées par des éléments induisant des modifications des caractéristiques de surface.
- Le "contaminant" :
 - sable, végétaux,...
 - **eau,**
 - **précipitations hivernales,**
 - **formation de glace.**



Adhérence "opérationnelle"

- Doit être distingué de l'adhérence "fonctionnelle" :
- ► définition des caractéristiques de frottement intrinsèques d'une surface de piste.

délai maximal entre deux mesures d'adhérence fonctionnelle : 2 ans pour les aérodromes certifiés (arrêté "TAC" du 10 juillet 2006).



Problématiques

Accidentologie

- La base de données incidents/accidents de l'OACI comptabilise :
 - 186 sorties de piste (1995 – 2005)

Dans la majorité des cas, le facteur "adhérence de piste" intervient.



Problématiques

Etat de surface / performances avions

- Une piste doit présenter de bonnes caractéristiques de surface pour permettre :
 - la mise en rotation des roues (système freinage),
 - le maintien du contrôle directionnel (vent traversier ou répartition asymétrique puissance des moteurs),
 - la décélération de l'avion après l'atterrissage ou décollage interrompu.

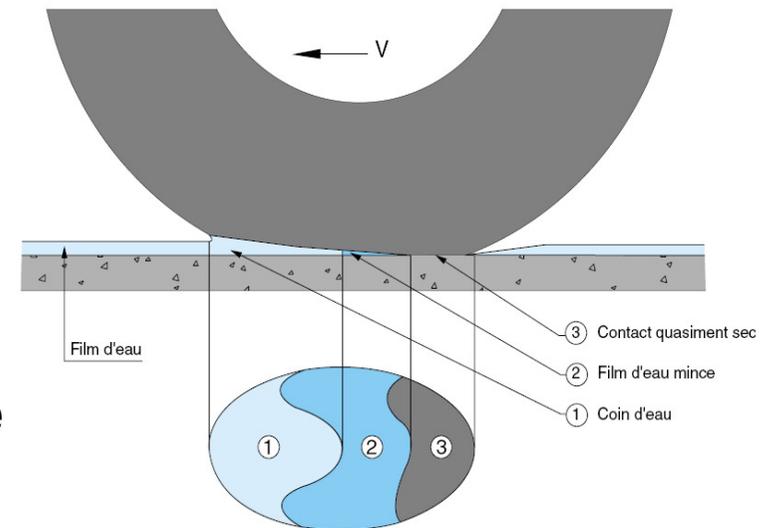


Problématiques

Etat de surface / performances avions

- contaminant ► diminution coefficient de frottement.
- en cas de neige non compactée ou d'eau (contaminant "fluide") ► apparition *trainée*.

- Déplacement contaminant,
- Compression contaminant,
- Impact contaminant sur fuselage



- → incidence sur les performances avions à l'atterrissage mais aussi au décollage.

Problématiques

Réglementation

- Pas de réglementation internationale spécifique relative à l'évaluation de l'adhérence opérationnelle, simplement des **recommandations** (OACI Annexe 14).
 - évaluation état de piste / mesure coefficient de frottement (art. 2.9.9),
 - corrélation entres appareils de mesure et performances aéronefs (art. 2.9.10.),
 - évaluation de l'épaisseur moyenne des dépôts par tiers de piste (art 2.9.11).



Problématiques

▪ Des matériels variés

➔ Les appareils de mesure continue de frottement

- Différents types de pneus (ASTM - AIPCR),
- Dispositifs avec taux de glissement fixe ou effort latéral (montage roue de mesure angulaire),
- Capteurs de force et / ou de couple.



Problématiques

- Les appareils à mesure continue de frottement



SARSYS

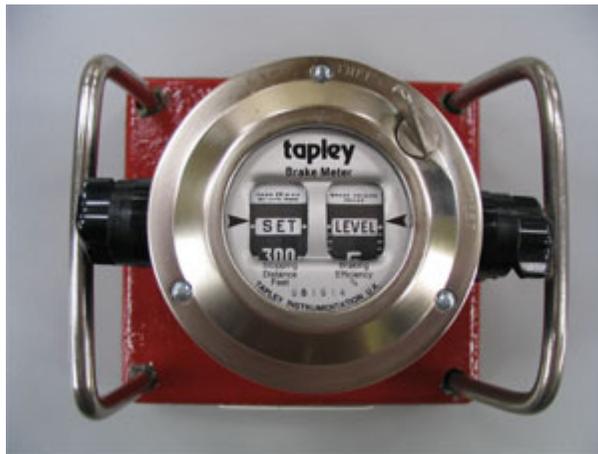


SKIDOMETER

Problématiques

- → Les appareils de mesure discontinue (décéléromètres)
 - installation dans un véhicule,
 - freinage tous les 200 / 300 m,
 - pas d'utilisation sur chaussée mouillée ou neige fondante (ou véhicule équipé ABS).

décéléromètre mécanique ou électronique :



Problématiques

■ Corrélation mesures appareils / performances aéronefs

Pas de corrélation directe entre les coefficients de frottements mesurés par les appareils au sol et les coefficients de frottement "freinage" avions.

De multiples paramètres différents :

- dimensions des pneus
- pression de gonflage
- type de gomme
- sculptures
- nombre de roues
- charge appliquée

JWRFMP

- 1996 : Transports Canada lance un programme de recherche en collaboration avec la FAA, AVINOR et la DGAC et plusieurs fabricants de matériel :
 - ▶ Joint Winter Runway Friction Measurement Program

Objectifs :

- base de données mesures appareils au sol / avions
- indice harmonisé de glissance
- relation entre indice et performances avions

JWRFMP



JWRFMP

- ► Etablissement d'un Indice International de glissance de piste (IRFI) :
 - indice harmonisé basé sur un appareil de référence (IMAG-IRV)
 - norme ASTM E2100
 - prévision des distances de freinage sur contaminant type glace ou neige compactée,
 - indice expérimental.

- ► Création du Canadian Runway Friction Index (CRFI) :
 - simplicité, coût, bonne corrélation.
 - utilisable sur certains types de contamination (glace, neige compactée ou d'une épaisseur inférieure à 2,5 cm) et en conditions de contamination homogène.

JWRFMP

- Permet la prévision des distances de freinage à partir d'un table CRFI :

Reported Canadian Runway Friction Index (CRFI)														
Landing Distance (Feet)	0.60	0.55	0.50	0.45	0.40	0.35	0.30	0.27	0.25	0.22	0.20	0.18	Landing Field Length (Feet)	Landing Field Length (Feet)
	Unfactored												Bare and Dry	Bare and Dry
	Recommended Landing Distances (No Discing/Reverse Thrust)												60% Factor	70% Factor
1 800	3 120	3 200	3 300	3 410	3 540	3 700	3 900	4 040	4 150	4 330	4 470	4 620	3 000	2 571
2 000	3 480	3 580	3 690	3 830	3 980	4 170	4 410	4 570	4 700	4 910	5 070	5 250	3 333	2 857
2 200	3 720	3 830	3 960	4 110	4 280	4 500	4 750	4 940	5 080	5 310	5 490	5 700	3 667	3 143
2 400	4 100	4 230	4 370	4 540	4 740	4 980	5 280	5 470	5 620	5 880	6 080	6 300	4 000	3 429
2 600	4 450	4 590	4 750	4 940	5 160	5 420	5 740	5 960	6 130	6 410	6 630	6 870	4 333	3 714
2 800	4 760	4 910	5 090	5 290	5 530	5 810	6 150	6 390	6 570	6 880	7 110	7 360	4 667	4 000
3 000	5 070	5 240	5 430	5 650	5 910	6 220	6 590	6 860	7 060	7 390	7 640	7 920	5 000	4 286
3 200	5 450	5 630	5 840	6 090	6 370	6 720	7 130	7 420	7 640	8 010	8 290	8 600	5 333	4 571
3 400	5 740	5 940	6 170	6 430	6 740	7 110	7 550	7 870	8 100	8 500	8 800	9 130	5 667	4 857
3 600	6 050	6 260	6 500	6 780	7 120	7 510	7 990	8 330	8 580	9 000	9 320	9 680	6 000	5 143
3 800	6 340	6 570	6 830	7 130	7 480	7 900	8 410	8 770	9 040	9 490	9 840	10 220	6 333	5 429
4 000	6 550	6 780	7 050	7 370	7 730	8 170	8 700	9 080	9 360	9 830	10 180	10 580	6 667	5 714

OACI - FTF

- Avril 2008 : création d'un groupe de travail "Friction Task Force" (réunion de lancement en avril 2008)
 - Objectifs :
 - état de l'art dans le domaine de l'évaluation de l'adhérence des chaussées,
 - recommandations (construction, relevé état de surface, information diffusée),
 - plan d'action pour des améliorations futures.
- ▶ Production d'une circulaire mi 2009
 - ▶ Proposition de modifications des normes et pratiques recommandées courant 2010



Etude AESA

- L'agence a décidé de lancer en 2008 un appel d'offres pour la réalisation d'une étude.
- ► Titulaire désigné début 2009 : BMT Fleet Technology

Objectifs :

- analyse terminologique,
- bilan des réglementations / usages en cours dans le domaine de l'adhérence / information,
- bibliographie (documents de référence / recherches),
- proposer méthodes alternatives / axes de recherche.

- Livrables prévus fin 2009

Etude STAC

- La Direction de la Sécurité de l'Aviation Civile (DSAC) a commandé en septembre 2008 une étude relative au thème de l'adhérence opérationnelle.
- Objectifs :
 - ① établir un bilan des pratiques nationales et internationales
 - ② évaluer l'information transmise / formats de diffusion
 - ③ programmer une étude sur l'impact de la contamination sur les performances avions

► Rapport final en juillet 2009

Etude STAC - bilan des pratiques

- Rencontres avec des professionnels du milieu aéronautique :
 - AIRBUS, AIR FRANCE
 - direction technique ADP, services contrôle aérien
- Bilan des pratiques reposant principalement sur la diffusion de deux questionnaires spécifiques :
 - services de contrôle aérien (information diffusée, demandes pilotes, données SNOWTAM...)
 - gestionnaires d'aéroports (matériels, processus, prise de décision,...)



Etude STAC - bilan des pratiques

- Décembre 2008 : envoi des questionnaires
 - 61 aéroports français (7 catégories)
 - 246 aéroports internationaux (15 pays dont Etats-Unis, Canada, Brésil, Russie, Japon)

- Mi-mars 2009, le bilan des retours est le suivant :
 - - France
 - contrôle aérien : 69 %
 - gestionnaires : 47 %

 - - International
 - contrôle aérien : 9 %
 - gestionnaires : 14 %



Etude STAC - bilan des pratiques

- Principales conclusions concernant les services de contrôle aérien (France) :
 - Une évaluation du coefficient de frottement n'est généralement effective qu'en présence de glace / neige
 - En cas de piste contaminée, les trois moyens d'information suivants sont utilisés :
 - NOTAM / SNOWTAM
 - contrôle aérien
 - système ATIS



Etude STAC - bilan des pratiques

- **Eau** : la moitié des services des C.A. indiquent que certains pilotes ont des demandes spécifiques (principalement paramètre hauteur d'eau)

- **Neige** : pas de paramètre privilégié attendu

- La grande majorité des services de C.A. indiquent disposer des données pour remplir les SNOWTAM :
 - conditions par tiers de piste
 - épaisseur moyenne
 - coef. / estimation frottement



Etude STAC - bilan des pratiques

- Principales conclusions concernant les gestionnaires (France) :

- 35 % possèdent un réglet (dans 75 % des cas, le processus de mesure prend plus de 10 min) .
- 70 % évaluent le type de contaminant (visuel / toucher)
- 60 % possèdent un appareil d'évaluation de l'adhérence (en grande majorité des décéléromètres)

- Prise de décision concernant le contrôle de l'adhérence :
 - C.A. : 85 %
 - gestionnaire : 67 %

Etude STAC - bilan des pratiques

- Commentaires relatifs aux questionnaires (France) :
 - Souhait de certains services de C.A. que le gestionnaire se dote d'un appareil de mesure de glissance.
 - Certains gestionnaires indiquent que la documentation fournie n'est pas toujours explicite.
 - Les décéléromètres ne sont pas toujours mis en œuvre de façon adéquate :
 - chaussée mouillée ou neige fondante
 - confusion échelle décalée OACI / CRFI

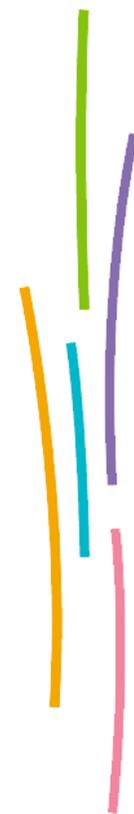
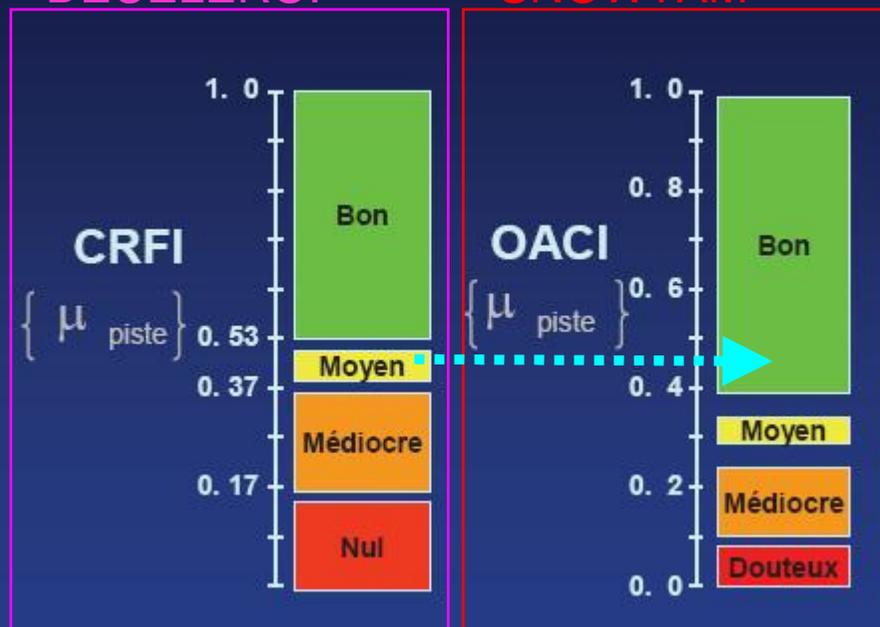


Etude STAC - bilan des pratiques

Correspondance entre les coefficients CRFI et OACI

DECELERO.

SNOWTAM



Etude STAC - bilan des pratiques

- Au niveau **international**, les retours sont peu nombreux.
- Aux E.U., les gestionnaires sont généralement chargés de diffuser les NOTAM / SNOWTAM.
- La moitié des gestionnaires possèdent un réglet (durée de la séquence de mesures généralement < à 10 min.)
- La majorité des gestionnaires possèdent un appareil de mesure continue de coefficient de frottement.
- C'est systématiquement le gestionnaire qui prend la décision d'évaluer les conditions d'adhérence.

Etude STAC – l'information

- Rencontres AIRBUS, AIR FRANCE :
- "type contaminant" / "hauteur contaminant" : nécessaires aux pilotes pour définir les performances avions (manuels d'exploitation).
- neige compactée ou glace, coefficient de frottement ou estimation suffisant.
- en France, la hauteur de contaminant est une information attendue mais non systématiquement diffusée.
- des cas d'informations erronées ont été rapportés (SNOWTAM / ATIS).

Etude STAC - performances avions

- Objectif :
- Relier les performances opérationnelles (atterrissage / décollage) des avions à la contamination (type, hauteur, densité,...?) des pistes.
- ► rédaction des termes de référence / programmation d'une étude approfondie.



Conclusions

- En France, donnée "hauteur de contaminant" semble manquante (conditions d'exploitation ?).
- Manque d'équipement pour les plates-formes de taille réduite.
- Règles d'utilisation des décéléromètres n'apparaissant pas toujours assimilées.
- ▶ guide des bonnes pratiques



Conclusions

- Information diffusée par SNOWTAM / ATIS pouvant manquer de fiabilité (fréquence de mise à jour) ou être incomplète.
- La multiplicité des pratiques et matériels complique la tâche des équipages et la prise de décision :
 - ► les études et groupes de travail en cours devraient à moyen terme simplifier l'exploitation en conditions de piste dégradées.



Merci de votre attention



Yannick LAURENÇON
STAC/IA/Etudes et Recherches
yannick.laurencon@aviation-civile.gouv.fr
01 49 56 81 50

Etude STAC - bilan des pratiques

■ extrait SNOWTAM :

(CONDITIONS SUR TOUTE LA LONGUEUR DE LA PISTE <i>(observées sur chaque tiers de la piste à partir du seuil qui porte le numéro d'identification de piste le plus faible)</i> NIL — PISTE DÉBLAYÉE ET SÈCHE 1 — HUMIDE 2 — MOUILLÉE OU FLAQUE D'EAU 3 — GIVRE OU GELÉE BLANCHE <i>(épaisseur normalement moins de 1 mm)</i> 4 — NEIGE SÈCHE 5 — NEIGE MOUILLÉE 6 — NEIGE FONDANTE 7 — GLACE 8 — NEIGE COMPACTÉE 9 — ORNIÈRES OU ARÊTES GELÉES)	F)																												
(ÉPAISSEUR MOYENNE <i>(en mm)</i> SUR CHAQUE TIERS DE LA LONGUEUR TOTALE DE LA PISTE)	G)																												
(MESURES DU FROTTEMENT SUR CHAQUE TIERS DE LA PISTE ET APPAREIL DE MESURE DU FROTTEMENT <table border="0"> <thead> <tr> <th>COEFFICIENT CALCULÉ OU MESURÉ</th> <th>ou</th> <th>ESTIMATION DU FROTTEMENT</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0,40 et plus</td> <td></td> <td>BON</td> <td>— 5</td> </tr> <tr> <td>entre 0,39 et 0,36</td> <td></td> <td>MOYEN/BON</td> <td>— 4</td> </tr> <tr> <td>entre 0,35 et 0,30</td> <td></td> <td>MOYEN</td> <td>— 3</td> </tr> <tr> <td>entre 0,29 et 0,26</td> <td></td> <td>MOYEN/MÉDIOCRE</td> <td>— 2</td> </tr> <tr> <td>0,25 et au-dessous</td> <td></td> <td>MÉDIOCRE</td> <td>— 1</td> </tr> <tr> <td>9 — douteux</td> <td></td> <td>DOUTEUX</td> <td>— 9</td> </tr> </tbody> </table> (Pour le coefficient calculé ou mesuré, utiliser les deux chiffres relevés à l'observation suivis de l'abréviation de l'appareil de mesure du frottement utilisé. Pour le freinage estimé, n'utiliser qu'un seul chiffre))	COEFFICIENT CALCULÉ OU MESURÉ	ou	ESTIMATION DU FROTTEMENT		0,40 et plus		BON	— 5	entre 0,39 et 0,36		MOYEN/BON	— 4	entre 0,35 et 0,30		MOYEN	— 3	entre 0,29 et 0,26		MOYEN/MÉDIOCRE	— 2	0,25 et au-dessous		MÉDIOCRE	— 1	9 — douteux		DOUTEUX	— 9	H)
COEFFICIENT CALCULÉ OU MESURÉ	ou	ESTIMATION DU FROTTEMENT																											
0,40 et plus		BON	— 5																										
entre 0,39 et 0,36		MOYEN/BON	— 4																										
entre 0,35 et 0,30		MOYEN	— 3																										
entre 0,29 et 0,26		MOYEN/MÉDIOCRE	— 2																										
0,25 et au-dessous		MÉDIOCRE	— 1																										
9 — douteux		DOUTEUX	— 9																										

