



AGENCE NATIONALE DE L'AVIATION CIVILE DE LA METEOROLOGIE

N° 00297 / ANACIM/DG

Dakar, le 22 JAN 2019

Analyse : Décision portant approbation et publication du guide technique relatif à la mesure et au calcul des caractéristiques de frottement

Le Directeur Général,

- VU la Constitution ;
- VU la Convention de Chicago relative à l'aviation civile internationale du 07 décembre 1944 ;
- VU la loi n° 2015-10 du 04 mai 2015 portant Code de l'aviation civile ;
- VU le décret n° 2011-1055 du 28 juillet 2011 portant création et fixant les règles d'organisation et de fonctionnement de l'Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie (ANACIM), modifié par le décret n° 2015-981 du 10 juillet 2015 ;
- VU le décret n° 2013-560 du 18 avril 2013 portant nomination du Directeur général de l'Agence nationale de l'Aviation civile et de la Météorologie ;
- VU le décret n° 2015-1968 du 21 décembre 2015 fixant le cadre de supervision de la sécurité de l'aviation civile au Sénégal ;
- VU l'arrêté n° 03038/MTTA/ANACIM/DG du 29 février 2016 portant approbation des Règlements aéronautiques du Sénégal (RAS) ;
- VU la décision n° 03404/ANACIM/DG du 28 décembre 2018 portant création de la Commission d'élaboration et d'Amendement des Règlements aéronautiques du Sénégal ;
- VU la décision n° 03405/ANACIM/DG du 28 décembre 2018 portant nomination des membres de la Commission d'Amendement des Règlements aéronautiques du Sénégal (CARAS) ;
- VU la décision n° 03406/ANACIM/DG du 28 décembre 2018 portant nomination des membres de groupes d'Experts de l'Aviation civile ;
- VU la décision n° 000161/ANACIM/DG du 18 janvier 2019 portant approbation de la cinquième édition de la procédure règlements aéronautiques du Sénégal (RAS) et documents associés,

DECIDE :

Article Premier.- Est approuvé et publié du guide technique relatif à la mesure et au calcul des caractéristiques de frottement.

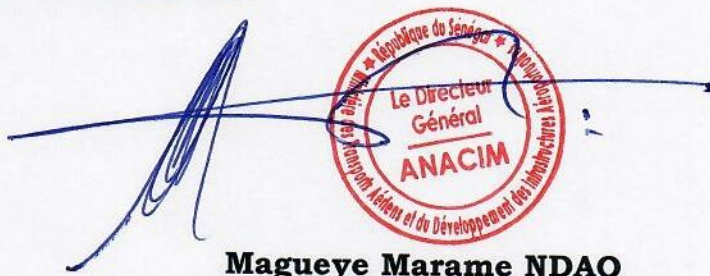
Ledit processus peut être consulté sur le site internet de l'Agence nationale de l'Aviation civile et de la Météorologie (www.anacim.sn).

Article 2.- Le présent guide est destiné essentiellement aux exploitants d'aérodrome afin de leur permettre d'effectuer les évaluations des caractéristiques de frottement conformément aux dispositions réglementaires en vigueur.

.../...

Article 3.- Lesdites dispositions abrogent et remplacent toutes dispositions antérieures d'effet contraire, notamment, la décision n° 002709/ANACIM/DG/DNAA/DNA/SNSA du 05 août 2016 portant validation du guide technique pour l'évaluation des caractéristiques de frottement sur des pistes en dur mouillées.

Article 4.- Le Directeur de la Navigation Aérienne et des Aérodrômes est chargé de l'application de la présente décision qui prend effet à compter de sa date de signature et sera publiée partout où besoin sera.



Magueye Marame NDAO



AGENCE NATIONALE DE L'AVIATION CIVILE ET DE LA METEOROLOGIE

BP.8184 AEROPORT MILITAIRE L.S. SENGHOR

Tel: 33 865 60 00 - Fax: 33 820 39 67

Email : anacim@anacim.sn

GUIDE TECHNIQUE RELATIF A LA MESURE ET AU CALCUL DES CARACTERISTIQUES DE FROTTEMENT



AGENCE NATIONALE DE L'AVIATION CIVILE ET DE LA METEOROLOGIE

BP.8184 AEROPORT MILITAIRE L.S. SENGHOR
Tel : 33 865 60 00 - Fax :33 820 39 67
Email : anacim@anacim.sn

GUIDE TECHNIQUE RELATIF A LA MESURE ET AU CALCUL DES CARACTERISTIQUES DE FROTTEMENT

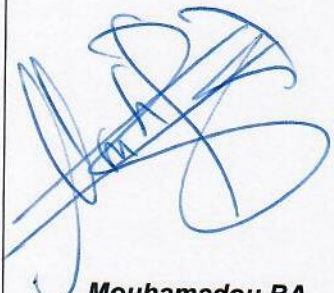


Agence Nationale de l'Aviation Civile
et de la Météorologie

**GUIDE TECHNIQUE RELATIF A LA
MESURE ET AU CALCUL DES
CARACTERISTIQUES DE FROTTEMENT**

Page : 1 de 12
Edition : 1
Date : janvier 2019

PAGE DE VALIDATION

REDACTION	VERIFICATION	APPROBATION
Le Cadre Technique  <u>Mouhamadou BA</u> Le Chef du Département de la Sécurité et des Normes d'Aérodromes (SSNA)  <u>Badara DIOP</u> Date: Janvier 2019	Le Directeur de la Navigation Aérienne et des Aérodromes (DNAA)  <u>Papa Dibocor SENE</u> Date: Janvier 2019	Le Directeur Général de l'Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie (ANACIM)   <u>Maguèye Marame NDAO</u> Date: Janvier 2019



Agence Nationale de l'Aviation Civile
et de la Météorologie

**GUIDE TECHNIQUE RELATIF A LA
MESURE ET AU CALCUL DES
CARACTERISTIQUES DE FROTTEMENT**

Page :2 de 12
Edition :1
Date :janvier 2019

LISTE DES AMENDEMENTS

Page	N° d'Amdt	Date	Motif



Agence Nationale de l'Aviation Civile
et de la Météorologie

**GUIDE TECHNIQUE RELATIF A LA
MESURE ET AU CALCUL DES
CARACTERISTIQUES DE FROTTEMENT**

Page :3 de 12
Edition :1
Date :janvier 2019

LISTE DES DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE

Référence	Source	Titre	N° Révision	Date de Révision
RAS 14, Volume I	ANACIM	Aérodromes	1 ^{ère} édition	2017
Doc 9137	OACI	Manuel des services d'aéroport	4 ^{ème} édition	2002
Partie 2		Etat de la surface des chaussées		



TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES AMENDEMENTS	2
LISTE DES DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE	3
CHAPITRE 1 GENERALITES	5
1.1. INTRODUCTION	5
1.2. OBJECTIF ET PORTÉE DU GUIDE	5
1.3. STRUCTURE DU GUIDE	5
CHAPITRE 2 METHODE DE MESURE DU COEFFICIENT DE FROTTEMENT A LA SURFACE DES PISTES	6
2.1. INTRODUCTION	6
2.2. MÉTHODE DE MESURE	6
2.3. DISPOSITIONS À PRENDRE	7
2.4. INTERPRÉTATION DES MAUVAISES CARACTÉRISTIQUES DE FROTTEMENT	7
2.5. COMMUNICATION DES RENSEIGNEMENTS	7
CHAPITRE 3 MÉTHODES D'ÉVALUATION DE L'EFFICACITÉ DU FREINAGE	8
3.1. INTRODUCTION	8
3.2. PARAMÈTRES INTERVENANT DANS LES CALCULS	8
3.3. MÉTHODE DE CALCUL	8
ANNEXE	10
A1. NIVEAUX DE FROTTEMENT DE SURFACES DE PISTES NEUVES ET EXISTANTES	10
A2. LES NIVEAUX DE FROTTEMENT	11
A3. TABLEAU A-3. CALENDRIER DU PROGRAMME D'ENTRETIEN DU FROTTEMENT FONDÉ SUR LES MOUVEMENTS D'AVIONS À RÉACTION POUR CHAQUE EXTRÉMITÉ DE PISTE	12

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	GUIDE TECHNIQUE RELATIF A LA MESURE ET AU CALCUL DES CARACTERISTIQUES DE FROTTEMENT	Page :5 de 12 Edition :1 Date :janvier 2019
---	--	---

CHAPITRE 1 GENERALITES

Introduction

La mesure et le maintien des bonnes caractéristiques de frottement sont essentielles afin de garantir en toute sécurité, le mouvement des aéronefs au sol.

A cet fin, l'exploitant d'aérodrome doit obligatoirement élaborer une procédure d'inspection de l'aire de mouvement, disposer si possible d'un instrument de mesure du coefficient de frottement et veiller à la mise en œuvre effective pour que le niveau de frottement ne descend pas en dessous du niveau minimal fixé par l'Autorité de l'aviation civile, le cas échéant il doit en aviser les usagers de l'air via un NOTAM et mettre en place des mesures correctives adéquates.

Ladite procédure doit décrire les fréquences d'inspection, les évaluations spéciales, les méthodes de mesures et les dispositions à prendre en cas de mauvaises caractéristiques de frottement.

Objectif et portée du guide

Le présent guide est destiné essentiellement aux exploitants d'aérodrome afin de leur permettre d'effectuer les évaluations des caractéristiques de frottement conformément aux dispositions réglementaires en vigueur.

Il s'adresse également à tous les acteurs concernés par l'évaluation de l'état de surface des pistes et la mesure de l'adhérence opérationnelle comme les prestataires de services navigation aérienne et les compagnies aériennes.

Structure du guide

Le présent guide est subdivisé en trois chapitres : le premier met en exergue les exigences sur l'importance des caractéristiques de frottement, le deuxième décrit la méthode de mesures du coefficient de frottement et le troisième présente une méthode de calcul du coefficient de frottement pour les aérodromes non dotés d'un système de mesure.



CHAPITRE 2 METHODE DE MESURE DU COEFFICIENT DE FROTTEMENT A LA SURFACE DES PISTES

2.1. Introduction

Il est nécessaire pour l'exploitation de disposer de renseignements sur les pistes en dur qui peuvent devenir glissantes lorsqu'elles sont mouillées. À cette fin, l'exploitant d'aérodrome doit mesurer périodiquement les caractéristiques de frottement de la surface d'une piste en dur afin de s'assurer qu'elles ne se sont pas dégradées au-delà d'un minimum convenu par l'Autorité de l'aviation civile.

La mesure du coefficient de frottement s'est révélée la meilleure base pour déterminer les conditions de frottement à la surface. Cette valeur du coefficient de frottement de surface doit être la valeur maximale du frottement qui se produit lorsqu'une roue est freinée à un taux de glissement spécifié, sans être bloquée.

2.2. Méthode de mesure

L'exploitant doit mesurer le coefficient de frottement sur une piste mouillée en dur pour les raisons ci-après :

- a) vérifier les caractéristiques de frottement des pistes en dur nouvelles ou remises en état;
- b) évaluer la glissance des pistes en dur;
- c) déterminer l'effet produit sur le frottement lorsque les caractéristiques d'écoulement sont insuffisantes;
- d) déterminer le frottement des pistes en dur qui deviennent glissantes dans des conditions inhabituelles.

Note. — Des éléments indicatifs sur la fréquence de mesure du coefficient de frottement se trouvent en annexe.

A des fins d'uniformité et pour permettre la comparaison avec d'autres pistes, l'exploitant doit procéder à des évaluations du frottement sur les pistes existantes, neuves ou remises en état, à l'aide d'un dispositif de mesure continue du frottement doté d'un pneu à semelle lisse. Ce dispositif doit être doté d'un système automouillant permettant de mesurer le frottement superficiel avec une épaisseur d'eau d'au moins 1 mm.

Il n'est possible de déterminer avec précision les caractéristiques de frottement d'une piste mouillée que si les facteurs pertinents sont mesurés avec la plus grande précision possible. Des facteurs tels que l'étalonnage du dispositif de mesure du frottement, sa fiabilité, le type, la construction, l'état du pneu, la pression de gonflage, le coefficient de glissement et la quantité d'eau présente à la surface de la piste, exercent une influence sensible sur le coefficient de frottement final de la surface en question. Il s'ensuit que la technique de mesure doit être contrôlée d'une manière extrêmement rigoureuse.

La valeur du frottement doit être déterminée en calculant la moyenne des résultats des mesures faites à l'aide du dispositif d'essai. Si les caractéristiques de frottement varient de façon appréciable d'une section de la piste à une autre, la valeur du frottement doit être calculée pour chaque section de la piste. Une section de la piste d'une longueur d'environ 100 m peut être jugée étant suffisante aux fins de détermination de la valeur du frottement.





2.3. Dispositions à prendre

S'il y a lieu de penser que les caractéristiques de frottement d'une piste peuvent être réduites du fait que l'écoulement est insuffisant parce que les pentes sont mauvaises ou à cause de dépressions, un essai supplémentaire doit être effectué dans les conditions naturelles représentatives d'une chute de pluie dans la région.

Même s'il se révèle que le frottement est supérieur au niveau fixé par l'Autorité de l'aviation civile pour définir une piste glissante, on peut avoir observé que, dans des conditions inhabituelles, la piste devient glissante lorsqu'elle est mouillée. Ces cas se produisent à certains endroits lorsque, une première pluie succédant à une longue période de sécheresse, le coefficient de frottement de la piste est bien inférieur au coefficient habituel.

Si les résultats de l'une quelconque des mesures décrites ci-dessus indiquent que seule une section particulière de la surface d'une piste est glissante, il est tout aussi important de prendre les dispositions voulues pour diffuser ce renseignement et de remédier à la situation.

2.4. Interprétation des mauvaises caractéristiques de frottement

L'exploitant d'aérodrome doit veiller à ce que la distance d'atterrissage spécifiée dans le manuel de vol de l'avion pour une chaussée glissante ne dépasse pas la distance utilisable à l'atterrissage pour la piste considérée. En cas de possibilité de décollage interrompu, il doit procéder à des inspections périodiques de la partie de la piste qui serait utilisée pour l'arrêt d'urgence afin de s'assurer qu'elle présente des caractéristiques de frottement satisfaisantes pour le freinage.

2.5. Communication des renseignements

L'exploitant d'aérodrome doit signaler la présence d'eau sur la moitié centrale de la largeur de la piste et d'évaluer, si possible, l'épaisseur de la couche d'eau. Pour pouvoir communiquer avec une certaine précision des renseignements sur l'état de la piste, les termes ci-après et les descriptions correspondantes devraient être utilisés :

- Humide — la surface présente un changement de couleur dû à la présence d'humidité ;
- Mouillée — la surface est mouillée mais il n'y a pas d'eau stagnante ;
- Flaques d'eau — des flaques d'eau stagnante de dimensions appréciables sont visibles ;
- Noyée — de vastes nappes d'eau stagnante sont visibles.

Note. — Des éléments indicatifs sur la collecte, la transmission et la diffusion des informations relatives à la contamination des pistes sont contenues dans le « Guide procédure d'émission d'un NOTAM pour piste contaminée ».



CHAPITRE 3 MÉTHODES D'ÉVALUATION DE L'EFFICACITÉ DU FREINAGE

3.1. Introduction

Le présent chapitre expose une méthode permettant de mesurer ou d'évaluer l'efficacité de freinage lorsque l'aéroport n'est doté d'aucun dispositif de mesure du coefficient de frottement.

Un moyen de mesurer le coefficient de frottement d'une piste, lorsque l'aéroport n'est doté d'aucun dispositif de mesure approprié, consiste à mesurer la distance parcourue, freins bloqués, par un camion ou une automobile, ainsi que le temps écoulé, à partir d'une vitesse donnée jusqu'à l'arrêt complet.

3.2. Paramètres intervenant dans les calculs

La distance parcourue et le temps écoulé jusqu'à l'arrêt donneront deux valeurs distinctes du coefficient de frottement, soit $\mu_{distance}$ et μ_{temps} , selon la formule suivante :

$$\mu_{distance} = \frac{V^2}{2gd}$$

$$\mu_{temps} = \frac{V}{tg}$$

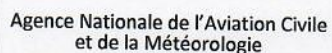
Avec :

- V est la vitesse au moment de l'application des freins, en m/s ;
- d la distance d'immobilisation, en m ;
- t le temps d'immobilisation, en s ; et
- g l'accélération de la pesanteur, en m/s².

3.3. Méthode de calcul

En général, le coefficient de frottement fondé sur le temps est un peu trop faible car l'observateur a tendance à déclencher le chronomètre un peu avant que les freins ne commencent à agir. Par contre, le coefficient de frottement fondé sur la distance parcourue jusqu'à l'arrêt est habituellement un peu trop fort parce que le camion s'est un peu ralenti avant que les roues ne commencent à glisser. La valeur μ obtenue est le coefficient de glissement, mais il faut rendre compte de μ_{max} . Afin d'obtenir une valeur approchée de μ_{max} , les résultats obtenus avec cette méthode doivent être multipliés par 1,3 pour des valeurs μ supérieures à 0,3 et par 1,2 pour des valeurs inférieures. En particulier, lorsque le coefficient de frottement est faible, les valeurs relatives de μ glissement et μ_{max} varient avec les conditions particulières de l'essai mais on considère que les facteurs cités plus haut donnent des résultats acceptables. La Figure ci-après donne un exemple d'imprimé à utiliser pour l'enregistrement et le dépouillement des résultats d'essai.





GUIDE TECHNIQUE RELATIF A LA MESURE ET AU CALCUL DES CARACTERISTIQUES DE FROTTEMENT

Page : 9 de 12

Edition :1

Date :janvier 2019

[illegible]

Temps:

$$T = \frac{\mu_T \text{ est} + \mu_T \text{ ouest}}{\text{Nombre d'observations}}$$

Distance:

$$D = \frac{\mu_D \text{ est} + \mu_D \text{ ouest}}{\text{Nombre d'observations}}$$

Moyenne:

$$T = \frac{\mu_T + \mu_D}{2}$$

* Au nord, dans le cas d'une piste 09/27

** Au sud, dans le cas d'une piste 09/27

Exemple d'imprimé utilisable pour l'enregistrement d'un essai de mesure du frottement effectué avec un camion glissant roues bloquées à la vitesse de 40 km/h jusqu'à l'arrêt complet



ANNEXE

A1. Niveaux de frottement de surfaces de pistes neuves et existantes

Tableau A-1. Niveaux de frottement de surfaces de pistes neuves et1 existantes

Dispositif de mesure	Pneu d'essai		Vitesse durant l'essai (km/h)	Epaisseur durant de l'essai (mm)	Objectif de conception pour surface de piste neuve	Niveau de planification de maintenance	Niveau minimal de frottement
	type	Pression (km/h)					
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	
Mumètre	A	70	65	1,0	0,72	0,52	0,42
	A	70	95	1,0	0,66	0,38	0,26
Skiddomètre	B	210	65	1,0	0,82	0,60	0,50
	B	210	95	1,0	0,74	0,47	0,34
Véhicule de mesure du frottement de surface	B	210	65	1,0	0,82	0,60	0,50
	B	210	95	1,0	0,74	0,47	0,34
Véhicule de mesure du frottement sur les pistes	B	210	65	1,0	0,82	0,60	0,50
	B	210	95	1,0	0,74	0,54	0,41
Véhicule de mesure du frottement de surface	B	210	65	1,0	0,76	0,57	0,48
	B	210	95	1,0	0,67	0,52	0,42
Remorque RUNAR	B	210	65	1,0	0,69	0,52	0,45
	B	210	95	1,0	0,63	0,42	0,32
Remorque Grip Tester	C	140	65	1,0	0,74	0,53	0,43
	C	140	95	1,0	0,64	0,36	0,24



A2. Les niveaux de frottement

L'Autorité de l'Aviation Civile a spécifié les trois niveaux de frottement suivants :

- un niveau nominal qui correspond au niveau de frottement minimal pour une surface de piste neuve ou remise en état;
- un niveau de frottement d'entretien au-dessous duquel il faudrait prendre des mesures correctives d'entretien ;
- un niveau minimum de frottement au-dessous duquel il faudrait signaler qu'une piste peut être glissante lorsqu'elle est mouillée.

Les valeurs de frottement indiquées dans le tableau A-1 sont des valeurs absolues destinées à être employées sans aucune tolérance. Les deux pneus de mesure du frottement utilisés avec le mumètre étaient des pneus à bande lisse faits d'un caoutchouc à composition particulière, de type A. Pendant les essais, ils étaient placés à un angle inclus de 15° par rapport à l'axe longitudinal de la remorque. Les pneus qui équipaient le skidomètre, le véhicule de mesure du frottement de surface, l'appareil de mesure du frottement sur les pistes et le TATRA étaient des pneus à bande lisse faits avec le même caoutchouc, de type B. Le pneu du GripTester (type C) était à bande lisse et composé du même caoutchouc que le pneu de type B, mais il était plus petit. Les spécifications concernant ces pneus (types A, B et C) figurent dans le *Manuel des services d'aéroport* (Doc 9137), 2^e Partie de l'OACI. Les dispositifs de mesure du frottement utilisés avec des pneus faits d'un caoutchouc ou présentant une bande/sculpture différents de ceux du programme mentionné ci-dessus, ou à des pressions de gonflage, épaisseurs d'eau ou vitesses différentes dudit programme, donneront des résultats qui ne pourront pas être corrélés directement avec ceux que donne le tableau. Les valeurs indiquées dans les colonnes (5), (6) et (7) sont des moyennes représentatives de la piste ou d'une partie importante de celle-ci. Il est jugé souhaitable de mesurer à plusieurs vitesses les caractéristiques de frottement d'une piste en dur.



A3. Tableau A-3. Calendrier du programme d'entretien du frottement fondé sur les mouvements d'avions à réaction pour chaque extrémité de piste

Total quotidien d'atterrissages d'avions à réaction, par extrémité de piste	Masse totale annuelle des avions, par extrémité de piste (millions de kg)	Fréquence minimale des mesures de frottement	Fréquence minimale d'enlèvement du caoutchouc
Moins de 15	Moins de 447	une fois par an	Tous les 2 ans
16 à 30	De 448 à 838	Tous les 6 mois	une fois par an
31 à 90	De 839 à 2 404	Tous les 3 mois	tous les 6 mois
91 à 150	De 2 405 à 3 969	Une fois par mois	tous les 4 mois
151 à 210	de 3 970 à 5 535	Toutes 2 semaines	tous les 3 mois
Plus de 210	plus de 5 535	Une fois par semaine	tous les 2 mois