Transports Canada Transport Canada

Circulaire d'information

Sujet: **Mesure du coefficient de frottement de la piste**

Bureau émetteur :	Aviation civile, Direction des Normes	Numéro de document :	CI 302-017
Numéro de classification du dossier :	Z 5000-34	Numéro d'édition :	03
Numéro du SGDDI :	12561539-V2	Date d'entrée en vigueur :	2017-01-30

TABLE DES MATIÈRES

1.0 INTRODUCTION ... 3
1.1 Objet ... 3
1.2 Applicabilité ... 3
1.3 Description des changements ... 3
2.0 RÉFÉRENCES ET EXIGENCES ... 3
2.1 Documents de référence ... 3
2.2 Documents annulés ... 4
2.3 Définitions et abréviations ... 4
3.0 CONTEXTE ... 5
4.0 DIRECTIVES CONCERNANT MESURE DU COEFFICIENT DE FROTTEMENT DE LA PISTE ... 6
5.0 MESURES DE FROTTEMENT DE LA SURFACE DE LA PISTE ... 7
5.1 Exigences relatives à la mesure du frottement ... 7
5.2 Appareil standard de mesure du coefficient de frottement ... 8
5.3 Mesures – fréquence et calendrier ... 8
5.4 Conditions d'essai ... 10
5.5 Formation des utilisateurs de CFME ... 11
6.0 AUTRES APPAREILS DE MESURE DU COEFFICIENT DE FROTTEMENT ... 11
6.1 Exigences relative aux autres appareils ... 11
6.2 Le GripTester ... 11
6.3 Conditions d'essais avec le Grip Tester ... 12
7.0 NORMES EN MATIÈRE DE FROTTEMENT ET MESURES CORRECTIVES ... 12
8.0 LIMITES DES MESURES DE FROTTEMENT ... 13
9.0 TEXTURE DE LA SURFACE DE LA CHAUSSÉE ... 13
10.0 DRAINAGE DE L'EAU DE SURFACE ... 14
11.0 GESTION DE L'INFORMATION ... 14
12.0 HISTORIQUE DU DOCUMENT ... 14
13.0 BUREAU RESPONSABLE ... 15

ANNEXE A — SPÉCIFICATIONS FONCTIONNELLES POUR LES CFME 16
ANNEXE B — MÉTHODE D'ESSAI POUR LA MISE EN CORRÉLATION DE CFME 20

1.0 INTRODUCTION

1) La présente Circulaire d'information (CI) vise à fournir des renseignements et des conseils. Elle décrit un moyen acceptable, parmi d'autres, de démontrer la conformité à la réglementation et aux normes en vigueur. Elle ne peut en elle-même ni modifier, ni créer une exigence réglementaire, ni peut-elle autoriser de changements ou de dérogations aux exigences réglementaires, ni établir de normes minimales.

1.1 Objet

1) Le présent document a pour objet de décrire les méthodes de mesure, d'évaluation et du maintien du coefficient de frottement de la surface des chaussées d'un aérodrome. De plus, il décrit les spécifications de performance et les méthodes de corrélation pour les appareils de mesure continue du frottement (CFME, *continuous friction measuring equipment*).

1.2 Applicabilité

1) Le présent document s'applique aux exploitants d'aéroports et aux fabricants et fournisseurs d'appareils de mesure continue du frottement. Ces renseignements sont également accessibles à toute personne du milieu aéronautique, à titre d'information.

1.3 Description des changements

1) La troisième édition de la présente CI comprend les modifications principales suivantes :

   a) l'ajout à l'alinéa 4.0 2) des directives concernant la mise en application des normes relatives au frottement des pistes énoncées dans la quatrième et cinquième édition du TP 312;

   b) l'ajout du nouveau paragraphe 5.5 *Formation des utilisateurs de CFME*;

   c) l'ajout à l'alinéa 9.0 1) des directives concernant les mesures de texture de la surface de la chaussée de piste;

   d) l'ajout à l'alinéa 9.0 4) des directives concernant le retrait des dépôts de caoutchouc;

   e) d'autres modifications mineures d'ordre rédactionnel.

2.0 RÉFÉRENCES ET EXIGENCES

2.1 Documents de référence

1) Les documents de référence suivants sont destinés à être utilisés conjointement avec le présent document :

   a) Partie III, sous-partie 2 du *Règlement de l'aviation canadien* (RAC) – Aéroports;

   b) Publication de Transports Canada (TP) 312 5^{e} édition – *Normes relatives aux aérodromes et pratiques recommandées*;

   c) TP 312 4^{e} édition – Aérodromes - *Normes et pratiques recommandées*;

   d) Circulaire d'information (CI) 300-008 – *Rainurage des pistes;*

   e) TP 14825E, January 2008 — *Proposed Performance Specifications and Standard Correlation Method for Continuous Friction Measuring Equipment* (anglais seulement);

f) Annexe 14 à la Convention relative à l'aviation civile internationale de l'Organisation de l'aviation civile internationale – *Normes et pratiques recommandées internationales : Aérodromes* (septième édition, juillet 2016);

g) Doc. 9137-AN/898 de l'OACI – *Manuel des services d'aéroport*, 2e partie, *État de la surface des chaussées* (4e édition, 2002);

h) ASTM E965, 2015 – *Standard Test Method for Measuring Pavement Macrotexture Depth Using a Volumetric Technique Specification*;

i) ASTM E1551, 2016 — *Standard Specification for a Size 4.00-8 Smooth Tread Friction Test Tire*;

j) ASTM E1844, 2008 (réapprobation en 2015) — *Standard Specification for a Size 10 x 4-5 Smooth-Tread Friction Test Tire*; et

k) ASTM E2340/E2340M, 2011 (réapprobation en 2015) — *Standard Test Method for Measuring the Skid Resistance of Pavements and Other Trafficked Surfaces Using a Continuous Reading, Fixed-Slip Technique.*

2.2 Documents annulés

1) Sans objet.

2) Par défaut, il est entendu que la publication d'une nouvelle édition d'un document annule automatiquement toutes éditions antérieures de ce même document.

2.3 Définitions et abréviations

1) Les **définitions** suivantes s'appliquent aux fins du présent document :

a) **Appareil à réglage de glissement variable** : un appareil capable de mesurer, en mouvement, divers taux de glissement;

b) **Densité de la circulation** : le degré relatif de mouvements d'aéronefs sur un aérodrome déterminé à partir du nombre de mouvements pendant l'heure de pointe et défini comme étant :

i) Faible – inférieure ou égale à 15 mouvements par piste, ou inférieure à un total de 20 mouvements sur l'aérodrome;

ii) Moyenne- de l'ordre de 16 à 25 mouvements par piste, ou un total de 20 à 35 mouvements sur l'aérodrome; et

iii) Forte – égale ou supérieure à 26 mouvements par piste, ou supérieure à un total de 35 mouvements sur l'aérodrome.

c) **Humide** : une surface qui semble mouillée, mais dont la profondeur d'eau ne peut être facilement déterminée;

d) **Macrotexture** : la rugosité grossière de l'ensemble de la surface de la piste produite par les bosses et les creux formés par les granulats;

e) **Microtexture** : la rugosité précise de chacun des granulats pouvant ne pas être facile à percevoir à l'œil, mais qui doit être perceptible au toucher.

2) Les **abréviations** suivantes s'appliquent aux fins du présent document :

a) **ASTM** : American Society for Testing and Materials

b) **CI** : Circulaire d'information

c) **COF** : Coefficient de frottement

d) **CFME**: Appareils de mesure continue du frottement (Continuous Friction Measuring Equipment)

e) **OACI** : Organisation de l'aviation civile internationale

f) **SFT** : Appareil de mesure du frottement de surface (Surface Friction Tester)

g) **TP** : Publication de Transports Canada

3.0 CONTEXTE

1) La 5e édition du TP 312 – *Normes relatives aux aérodromes et pratiques recommandées* indique les normes suivantes concernant le frottement de piste :

« **2.5.1.3** Une piste ou une section de piste est jugée avoir un coefficient de frottement réduit (en raison de l'accumulation de caoutchouc ou de l'altération de la texture de surface par exemple) lorsque le coefficient de frottement, déterminé au moyen d'un appareil de mesure continue de frottement, est inférieur au niveau minimum spécifié à 9.1.2.2.

Note 1 : Lorsqu'une piste a un coefficient de frottement réduit, cette condition est généralement signalée aux équipages au moyen d'un NOTAM, ATIS, etc. indiquant que la « piste peut devenir glissante lorsqu'elle est mouillée. »

Note 2 : Le paragraphe 2.5.1.3 ne prend pas en compte les conditions liées aux opérations hivernales. »

et

« **9.1.2.1** Les caractéristiques de frottement d'une surface de piste destinée à desservir des aéronefs à turboréacteurs sont mesurées périodiquement au moyen d'un appareil auto-mouillant de mesure continue de frottement.

Note : Les caractéristiques de frottement des nouvelles pistes ou des pistes dont la surface a été refaite sont normalement mesurées avant le retour en service de la piste ou le plus tôt possible après celui-ci, afin d'établir une référence pour les mesures de tendance des caractéristiques de frottement.

9.1.2.2 Une mesure corrective de maintenance est prise lorsque :

a) la moyenne du coefficient de frottement (COF) de la totalité de la piste est inférieur à 0,50 ou;

b) le COF d'une portion quelconque d'au moins 100 m de la surface de la piste est inférieur à 0,30.

Note 1 : Lorsque le coefficient de frottement est inférieur aux valeurs indiquées en 9.1.2.2, il est de pratique courante d'émettre un NOTAM signalant aux pilotes qu'une piste peut être glissante lorsqu'elle est mouillée. Voir la section 2.5.1.3.

Note 2 : Les COF indiqués en 9.1.2.2 s'appliquent aux mesures effectuées avec un « Appareil de mesure du frottement (SFT) » et sous les conditions de mesure suivantes :

a) *la fabrication du pneu d'essai de frottement est conforme aux exigences de la norme ASTM E1551 intitulée Standard Specification for Special Purpose, Smooth-Tread Tire, Operated on Fixed Braking Slip Continuous Friction Measuring Equipment;*

b) *le pneu d'essai de friction est gonflé à une pression maximale de 207 ± 3 kPa;*

c) *la vitesse d'essai est maintenue constante et égale à 65 ± 5 km/h;*

d) *l'épaisseur de la couche d'eau déposée devant le pneu d'essais de friction par l'appareil auto-mouillant est de 1,0 mm. »*

2) Au fil du temps, les caractéristiques de frottement d'une piste se détériorent en raison d'un nombre de facteurs, comme l'usure mécanique, le polissage de la chaussée par les pneus d'aéronefs lorsqu'ils circulent ou freinent, et l'accumulation de contaminants (principalement le caoutchouc des pneus d'aéronefs sur la surface de la chaussée). L'effet de ces facteurs dépend du volume et du type de circulation aérienne ainsi que d'autres facteurs propres au site.

3) L'accumulation de caoutchouc dépend du type et de la fréquence d'opérations d'atterrissage d'aéronefs et de facteurs comme la masse de l'aéronef, le nombre de roues qui se posent sur la surface de la chaussée, ainsi que le climat, la longueur de la piste, et la composition de cette dernière.

4) Le tronçon de chaussée de 100 mètres dont le coefficient de frottement (COF) est le plus faible est habituellement celui de la zone où se posent les roues; c'est là où l'accumulation de contaminants provenant du caoutchouc des roues peut entraîner une réduction de la valeur de frottement.

5) Il revient à l'exploitant de l'aéronef d'effectuer des essais de frottement périodiques des chaussées de la piste et d'établir la fréquence des essais en fonction des circonstances propres à leur site.

6) À mesure que des données sont recueillies sur le degré de changement du coefficient de frottement d'une piste dans diverses conditions de circulations, le calendrier des sondages sur le frottement peut être modifié pour s'assurer de déterminer de façon fiable la nécessité de prendre des mesures correctives.

7) Les facteurs à considérer comprennent des données historiques sur le coefficient de frottement de la piste et le volume et le type (masse) de circulation aérienne attendus.

4.0 DIRECTIVES CONCERNANT MESURE DU COEFFICIENT DE FROTTEMENT DE LA PISTE

1) Des directives concernant la mesure, l'évaluation et le maintien d'un coefficient de frottement de la surface de la chaussée d'un aéroport sont fournies ultérieurement.

2) Tableau 1 : *Normes sur le coefficient de frottement des chaussées de piste* (tirées de la section 9.1 de la 5^{e} édition du TP 312) comprend les directives sur la mise en application de la norme. Pour les pistes certifiées en vertu de la 4^{e} édition du TP312, les normes sur le coefficient de frottement (ainsi que les niveaux planifiés des mesures correctives de maintenance) énoncées dans la 4^{e} édition du TP 312 s'appliqueraient également.

3) Lorsque les mesures de frottement sont inférieures à l'un ou l'autre des niveaux pour lesquels des mesures correctives de maintien doivent être prises, un avis aux navigateurs aériens (NOTAM) doit être émis par l'exploitant de l'aéroport pour identifier la piste et le tronçon de cette dernière (par tiers de piste) qui pourraient être glissants lorsqu'ils sont mouillés.

4) La valeur de frottement mesurée ne sera pas signalée dans le NOTAM. Celui-ci doit demeurer en vigueur jusqu'à ce que des mesures subséquentes démontrent que les niveaux de frottement se sont améliorés de manière à atteindre ou à dépasser les niveaux minimums spécifiés.

5) Les données recueillies à l'appui de la période d'essai, cernées par l'exploitant, portant sur le coefficient de frottement de la piste doivent demeurer dans le dossier et être disponibles aux inspecteurs de Transports Canada.

6) Des directives relatives aux spécifications de performance pour les appareils de mesure continue du frottement (CFME) sont comprises à l'annexe A.

7) Des directives relatives aux essais de corrélation pour les appareils de mesure continue du frottement sont comprises à l'annexe B.

Tableau 1 : Normes sur le coefficient de frottement des chaussées de piste d'aéroport (tirées de la section 9.1 du TP 312, 5e édition)

Normes sur le coefficient de frottement des chaussées de piste d'aéroport pour déterminer la nécessité de prendre des mesures correctives afin de rétablir le coefficient de frottement de la surface	
Mesures correctives(4) pour rétablir le coefficient de frottement de la surface de la piste	**Coefficient de frottement (COF) – Chiffres mesurés à l'aide d'un Appareil de mesure du frottement de surface (SFT)(2)**
	Lorsque le « COF moyen de la piste »(3) est inférieur à
sont prises	0,50
**********	**Lorsque le « COF moyen du tronçon de 100 mètres de la piste »(3) est inférieur à**
sont prises	0,30

1. Les normes de frottement ci-dessus sont tirées du TP 312, 5e édition et permettent de déterminer la nécessité de prendre des mesures correctives pour rétablir le coefficient de frottement de la surface d'une piste qui se serait détériorée au-delà des niveaux indiqués du coefficient de frottement (COF).

2. Les niveaux de frottement précisés dans le tableau ci-dessus s'appliquent aux mesures de coefficient de frottement (COF) prises à l'aide de l'Appareil de mesure du frottement de surface (SFT) de référence, comme le définit la section 5.2 (1) et conformément aux conditions d'essai précisées à la section 5.4.

3. Aux fins d'interprétation du tableau ci-dessus :
   a) La valeur du « COF moyen de la piste » doit être considérée comme étant le coefficient de frottemen moyen mesuré sur toute la longueur de la piste, moins une distance nécessaire pour l'accélération et la décélération d'un véhicule d'essai.
   b) Le « COF moyen du tronçon de 100 mètres de la piste » doit être considéré comme étant tout tronçon contigu de la piste d'une longueur d'au moins 100 mètres.

4. Lorsque les valeurs de COF sont inférieures à l'un ou l'autre des niveaux précisés dans le tableau ci-dessus, des travaux de réfection de la surface visant à rétablir le frottement seront entrepris immédiatement et les exigences relatives à l'émission de NOTAM signalant que la chaussée est « glissante lorsqu'elle est mouillée » doivent être respectées, conformément à la norme.

5. Les mesures correctives de maintien ont pour but de rétablir les caractéristiques de frottement de la surface des tronçons des chaussées concernées afin que les valeurs de COF mesurées atteignent ou dépassent les niveaux minimums précisés dans le tableau ci-dessus.

5.0 MESURES DE FROTTEMENT DE LA SURFACE DE LA PISTE

5.1 Exigences relatives à la mesure du frottement

1) Les mesures de frottement sont précisées pour toutes les pistes à surface dure desservant les aéronefs à turboréacteur, car la masse et la vitesse plus élevées d'un aéronef à turboréacteur, comparativement aux avions à turbopropulseur, font que le rendement de freinage sur les surfaces de la piste, surtout lorsqu'elles sont mouillées, représentent une préoccupation considérable liée à la sécurité.

2) Il conviendrait également de mesurer les caractéristiques de frottement des pistes desservant des avions à turbopropulseur lourds (masse opérationnelle d'environ 12 750 kg ou plus) dont les exigences en matière de distance de décollage et d'atterrissage sur la piste se rapprochent des limites de la longueur disponible de la piste.

5.2 Appareil standard de mesure du coefficient de frottement

1) L'Appareil de mesure du frottement de surface (SFT, Surface Friction Tester) est utilisé comme appareil de mesure du coefficient de frottement de référence afin de définir les niveaux standards de coefficient de frottement de la piste, lesquels permettront d'évaluer toute autre mesure de frottement afin de déterminer la nécessité de prendre les mesures correctives de maintien.

2) Lorsqu'un appareil de mesure continue du frottement autre qu'un SFT est utilisé, il est nécessaire d'établir la corrélation entre les appareils pour s'assurer que l'appareil de rechange produit des mesures de frottement comparables à celles qui seraient produites par le SFT. Le propriétaire ou l'utilisateur de l'appareil est tenu d'établir la corrélation entre le SFT et l'appareil de mesure du coefficient de frottement de rechange.

3) En cas d'écart ou de conflit entre les mesures prises avec un SFT et tout autre appareil de mesure du coefficient de frottement, les mesures prises avec le SFT ont préséance.

5.3 Mesures – fréquence et calendrier

1) Il revient à l'exploitant de l'aéroport d'établir la fréquence et le calendrier des mesures de frottement afin de s'assurer de cerner de manière fiable la nécessité de prendre des mesures correctives en ce qui a trait au maintien des niveaux de frottement, tels qu'ils sont énoncés au tableau 1 (section 9.1 de la 5^{e} édition du TP 312) .

2) Pour déterminer la fréquence et le calendrier optimaux de prise de mesures de frottement d'une piste, une évaluation doit être effectuée sur les nombreux facteurs propres au site, notamment :

   a) le type et la variété d'aéronefs ainsi que la fréquence de circulation sur la piste;

   b) les caractéristiques de microtexture et de macrotexture de la surface de la chaussée;

   c) la présence, l'ampleur et le degré de sévérité des contaminants de surface, comme le caoutchouc des pneus;

   d) l'existence de problèmes relatifs à la surface de la chaussée, comme le « ressuage » et le « polissage par granulats » de la trajectoire des pneus, lesquels nuisent souvent à l'atteinte de niveaux de frottement satisfaisants;

   e) le signalement par les pilotes de faibles niveaux de frottement lors du freinage des aéronefs;

   f) la fréquence et le calendrier des programmes antérieurs visant à enlever les contaminants de caoutchouc de la surface;

   g) la construction ou le remplacement récent de la couche de surface des chaussées;

   h) le degré de dépassement possible des mesures de frottement passées par rapport aux niveaux minimums de frottement précisés au tableau 1.

3) Dans la mesure du possible, l'exploitant d'aéroport devrait se fier aux expériences antérieures pour établir la fréquence des mesures de frottement d'une piste. Les lignes directrices fondées sur les mesures faites avec l'appareil de mesure du frottement de la surface (SFT) pourraient servir à établir la fréquence des prises de mesures, en particulier aux aéroports dont la densité du trafic se situe entre moyen et haut :

a) Lorsque la dernière valeur **moyenne** du coefficient de frottement **de piste** pour la piste en question est :

i) de 0,59 ou moins, la piste devrait faire l'objet d'un essai au moins une fois par mois;

ii) de 0,60 à 0,69, la piste devrait faire l'objet d'un essai au moins une fois par année;

iii) de 0,70 ou plus, la piste devrait faire l'objet d'un essai au moins une fois tous les deux ans.

b) Lorsque l'une ou plusieurs des dernières valeurs **moyennes** du coefficient de frottement **du tronçon de 100 mètres** pour la piste en question est :

i) de 0,39 ou moins, la piste devrait faire l'objet d'un essai au moins une fois par mois;

ii) de 0,40 à 0,49, la piste devrait faire l'objet d'un essai au moins une fois tous les deux mois;

iii) de 0.50 à 0,59, la piste devrait faire l'objet d'un essai au moins une fois par année;

iv) de 0.60 ou plus, la piste devrait faire l'objet d'un essai au moins une fois tous les deux ans.

4) Il pourrait être nécessaire d'accroître la fréquence des essais de frottement selon les éléments suivants :

a) Si l'état du site ou de la chaussée ayant une incidence sur les niveaux de frottement (voir la section 5.3 (2) ci-dessus) change de manière considérable, la fréquence des essais de frottement pour la piste devrait accroître selon le besoin pour s'assurer d'identifier en temps opportun la nécessité de prendre des mesures correctives.

b) À mesure que l'exploitant d'aéroport accumule des données sur le taux de changement du frottement de la piste selon divers types ou niveaux de circulation et selon l'état du site, le calendrier de mesure du coefficient de frottement devrait être réglé afin de s'assurer que les conditions de frottement marginales sont décelées à temps pour prendre les mesures correctives nécessaires.

c) Les essais de frottement sur une base hebdomadaire ou mensuelle devraient être effectués au cours des mois autres que ceux d'hiver sur les pistes qui desservent un très grand nombre d'aéronefs à turboréacteurs gros-porteurs et lourds et qui ont un historique manifeste d'accumulation de caoutchouc afin d'élaborer un programme de maintien qui prévoit le retrait des résidus de caoutchouc à des moments optimaux.

d) La fréquence des essais de frottement devrait accroître pour prévoir la surveillance étroite des problèmes spéciaux relatifs au frottement de piste. La fréquence d'essais nécessaire devrait être déterminée en tenant compte de la nature du problème de frottement et du taux de détérioration probable des valeurs de frottement mesurées.

5) Si l'on soupçonne qu'une piste pourrait devenir glissante dans des conditions humides anormales ou en raison de conditions de surfaces inhabituelles, des mesures de frottement supplémentaires devraient être prises ou des études devraient être menées pour déterminer la cause, l'ampleur et le degré de sévérité du problème de frottement. L'exploitant d'aéroport devrait rendre accessible les détails sur la nature, l'ampleur et le degré de sévérité des conditions inhabituelles de pistes glissantes en émettant un NOTAM comportant un avertissement concernant les conditions glissantes.

5.4 Conditions d'essai

1) Les conditions d'essai suivantes s'appliquent aux mesures prises à l'aide de l'Appareil de mesure du frottement de surface (SFT) et seront évaluées par rapport aux normes de frottement fournies au tableau 1 (section 9.1 de la 5e édition du TP 312) :

   a) Le pneu utilisé pour les essais de frottement doit être fabriqué conformément aux exigences ASTM E1551;

   b) Le pneu utilisé pour les essais de frottement doit être gonflé à une pression de 207 ± 3 kPa;

   c) La charge verticale appliquée au pneu utilisé pour les essais de frottement doit être de 1400 ± 20 N.

   d) La vitesse d'essai du véhicule doit demeurer constante à 65 ± 5 km/h;

   e) La profondeur de l'eau versée par le système d'automouillage devant le pneu doit être de 1,0 mm;

   f) Le pneu utilisé pour les essais de frottement doit être freiné de façon continue pendant les essais et doit avoir un taux de glissement constant de 10 à 20 pour cent;

   g) Le système et les composants de mesure du frottement doivent être calibrés conformément aux directives du fabricant de façon à assurer un rapport cohérent entre les forces mesurées et le coefficient de frottement résultant;

   h) Les essais de frottement ne doivent être effectués que lorsque la température de la surface de la chaussée et la température de l'air ambiant sont supérieures à 0 °C (zéro degré Celsius) et que la chaussée est sèche ou tout au plus humide avant les essais;

   i) Les mesures de frottement doivent être prises sur les trajectoires parallèles à l'axe longitudinal de la piste à droite et à gauche de ce dernier, décalées de :

      i) trois (3) mètres pour **les pistes desservant uniquement les avions à fuselage étroit**; et

      ii) trois (3) et six (6) mètres pour les pistes desservant les **avions à fuselage étroit et large**.

2) Les décalages à droite et à gauche de l'axe de la piste précisés pour les mesures de frottement sont fondés sur le type ou la variété d'aéronefs qui utilisent la piste. Les niveaux de frottement les plus faibles surviennent habituellement dans les zones de roulement des pneus en raison de la dégradation des pneus d'aéronefs sur les caractéristiques de texture de la surface de la chaussée et de l'accumulation de contaminants comme le caoutchouc des pneus.

3) Il est recommandé de prendre deux (2) mesures du frottement à chacun des décalages, à droite et à gauche, à trois et à six mètres, le cas échéant. La moyenne des résultats des quatre (4) mesures doit être calculée pour déterminer les « valeurs moyennes du COF du tronçon de 100 mètres » le long de la piste ainsi que la « valeur moyenne du COF de piste », comme il est précisé à la section (3) du tableau 1.

4) Lorsque des valeurs de frottement faibles sont mesurées, des mesures de frottement additionnelles devraient être prises à l'extérieur des zones de roulement des pneus pour évaluer le degré auquel l'usure et les contaminants ont réduit les niveaux de frottement dans la zone de grande circulation du centre. Un profil d'essai situé à une distance de 5 à 10 mètres de l'extrémité extérieure de la surface pavée de la piste est habituellement l'endroit optimal pour mener des essais comparatifs relatifs à l'usure et aux contaminants.

5) Afin de prévoir une distance adéquate pour l'accélération et la décélération du véhicule d'essai, la mesure de frottement devrait commencer à une distance de 200 mètres de la fin du seuil de la piste et prendre fin à quelques 200 mètres de l'extrémité opposée de la piste.

5.5 Formation des utilisateurs de CFME

1) Les utilisateurs d'appareil de mesure continue du frottement devraient avoir reçu une formation adéquate sur la calibration, l'utilisation et l'entretien normale de l'appareil ainsi que sur les procédures à suivre pour mesurer le coefficient de frottement.

6.0 AUTRES APPAREILS DE MESURE DU COEFFICIENT DE FROTTEMENT

6.1 Exigences relative aux autres appareils

1) Les appareils d'essais du frottement devraient être conformes aux spécifications fonctionnelles précisées à l'annexe A.

2) Comme il est indiqué à la section 5.2(2) du présent document, une corrélation devrait être établie entre les appareils de mesure du coefficient de frottement de rechange et l'Appareil de mesure du frottement de surface (SFT) afin de produire des mesures de frottement comparables à celles qui seraient produites par le SFT; cela permettrait ainsi d'évaluer les résultats de la mesure du frottement par rapport aux mesures correctives standard énoncées au tableau 1. Ces corrélations devraient être établies en effectuant des essais parallèles à l'aide de l'Appareil de mesure du frottement de surface de référence et de l'appareil de mesure du frottement de rechange, comme il est précisé à l'annexe B.

6.2 Le GripTester

1) Le GripTester est un appareil de mesure continue du coefficient de frottement de rechange; il s'agit d'un petit appareil mobile compact et léger pouvant être remorqué par tout véhicule passager adéquat dans lequel il est possible de transporter un sac ou un réservoir d'eau.

2) Pour ce qui est des données recueillies du GripTester avec une profondeur d'eau de 0,25 mm (comme il est indiqué à la section 6.3 du présent document), les mesures de frottement du GripTester peuvent être comparées directement aux critères de frottement énoncés au tableau 1 pour l'Appareil de mesure du frottement de surface (SFT) de référence. Les résultats de frottement du GripTester obtenus à une profondeur d'eau de 0,25 mm devraient se rapprocher à ceux du SFT dans des conditions d'essai normales. Par conséquent, toute surface de piste conforme aux normes de frottement selon les résultats du GripTester dans profondeur d'eau de 0,25 mm devrait également être conforme aux normes si cette surface de piste fait l'objet d'un essai au moyen du SFT de référence.

3) Étant donné qu'une corrélation a déjà été établie par Transports Canada entre le GripTester, avec une profondeur d'eau de 0,25 mm, et l'Appareil de mesure du frottement de surface, dans des conditions d'essai normales, une corrélation additionnelle pour le modèle actuel du GripTester n'est pas nécessaire. Toutefois, il faudrait établir une corrélation supplémentaire pour les résultats des essais obtenus au moyen du GripTester avec toute autre profondeur d'eau.

6.3 Conditions d'essais avec le Grip Tester

1) Les décalages par rapport à l'axe de piste ainsi que la fréquence et le calendrier des mesures à effectuer au moyen du GripTester devraient être identiques à ceux qui sont mentionnés pour l'Appareil de mesure du frottement de surface.

2) Les conditions d'essais suivantes s'appliquent aux mesures prises au moyen du GripTester :

   a) Le pneu utilisé pour les essais de frottement doit être fabriqué conformément aux exigences de ASTM E1844;

   b) Le pneu utilisé pour les essais de frottement doit être gonflé à une pression de 138 ± 3 kPa;

   c) La charge verticale appliquée au pneu utilisé pour les essais de frottement doit être la charge standard du pneu GripTester de 205 N;

   d) La vitesse d'essai du véhicule doit demeurer constante à 65 ± 5 km/h;

   e) La profondeur de l'eau versée par le système d'automouillage devant le pneu doit être de 0,25 mm;

   f) Le pneu utilisé pour les essais de frottement doit être freiné de façon continue pendant les essais et doit avoir un taux de glissement constant de 10 à 20 pour cent;

   g) Le système et les composants de mesure du frottement doivent être calibrés conformément aux directives du fabricant de façon à assurer un rapport cohérent entre les forces mesurées et le coefficient de frottement résultant;

   h) Les essais de frottement ne doivent être effectués que lorsque la température de la surface de la chaussée et la température de l'air ambiant sont supérieures à 0 °C (zéro degré Celsius) et que la chaussée est sèche ou tout au plus humide avant les essais;

   i) Les mesures de frottement doivent être prises sur les trajectoires parallèles à l'axe longitudinal de la piste à droite et à gauche de ce dernier, décalées de :

      i) trois (3) mètres pour **les pistes desservant uniquement les avions à fuselage étroit;** et

      ii) trois (3) et six (6) mètres pour les pistes desservant les **avions à fuselage étroit et large**.

7.0 NORMES EN MATIÈRE DE FROTTEMENT ET MESURES CORRECTIVES

1) Selon les mesures prises avec l'Appareil de mesure du frottement de surface dans les conditions d'essais précisées à la section 5.4 du présent document, une mesure corrective doit être prise afin de rétablir le coefficient de frottement de la piste à des niveaux acceptables si les valeurs de frottement mesurées tombent en deçà de l'un ou l'autre des niveaux minimums précisés au tableau 1 (section 9.1 de la 5e édition du TP 312) et les exigences relatives l'émission de NOTAM signalant que la chaussée est « glissante lorsqu'elle est mouillée » doivent être respectées, conformément à la norme.

2) Après avoir pris la mesure corrective et avant d'annuler les NOTAM « glissante lorsqu'elle est mouillée », l'exploitant d'aéroport doit démontrer au moyen de mesures de frottement que les valeurs de frottement ont été rétablies de manière à atteindre ou à dépasser les niveaux minimums énoncés au tableau 1.

3) L'exploitant d'aéroport devrait élaborer un plan de mesures correctives de façon à ne pas permettre aux valeurs de frottement mesurées d'atteindre les niveaux minimums énoncées au tableau 1.

8.0 LIMITES DES MESURES DE FROTTEMENT

1) Les mesures de frottement de piste prises conformément à la présente CI sont destinées à détecter la détérioration des caractéristiques de frottement et de déterminer la nécessité de prendre une mesure corrective (et d'établir le calendrier connexe) afin de rétablir le frottement à des niveaux acceptables. De telles mesures de frottement de piste ne sont pas destinées aux applications liées à la détermination du rendement de freinage opérationnel d'aéronefs ni au calcul des distances pondérées d'arrêt d'aéronefs.

9.0 TEXTURE DE LA SURFACE DE LA CHAUSSÉE

1) Les caractéristiques de microtexture et de macrotexture de la surface d'une chaussée peuvent avoir une incidence considérable sur les valeurs de frottement mesurées. Les mesures de texture de la surface de la chaussée ne sont pas habituellement nécessaires à moins que des problèmes de frottement liés à la texture ne soient soupçonnés. De bonnes caractéristiques de microtexture et de macrotexture de la chaussée constituent néanmoins une condition préalable essentielle au maintien de niveaux de frottement satisfaisants sur la surface des pistes. Une méthode de mesure de la texture de la surface de la chaussée est présentée dans le document ASTM E965 *Standard Test Method for Measuring Pavement Macrotexture Depth Using a Volumetric Technique*.

2) En temps normal, il n'est pas nécessaire de préciser la profondeur minimale de la texture pour la construction de nouvelles surfaces en asphalte ou en ciment de Portland. Pour résister aux effets néfastes des conditions météorologiques prévalant au Canada, il vaut généralement mieux que les nouvelles surfaces en asphalte soient relativement denses, étanches et fermées. À mesure que la chaussée en asphalte vieillit, la surface « s'ouvre » progressivement, ce qui produit ainsi des caractéristiques de macrotexture additionnelles et améliorées favorisant et augmentant les niveaux de frottement mesurés dans des conditions humides. Pour ce qui est des surfaces en ciment de Portland, les spécifications de construction doivent comporter une exigence selon laquelle l'une des nombreuses méthodes disponibles doit être utilisée pour appliquer les caractéristiques de macrotexture à la surface au cours du processus de finition.

3) La microtexture de la chaussée peut devenir lisse et polie à mesure que la surface vieillit et s'use en raison de la circulation. La macrotexture d'une nouvelle surface en béton asphaltique peut initialement être relativement lisse en raison du cylindrage effectué pendant la construction pour obtenir une couche portante très dense et très compacte. À mesure que la chaussée en asphalte vieillit, sa macrotexture augmente généralement en raison des effets des conditions météorologiques et de la perte graduelle de granulats fins de la surface. Un niveau élevé de macrotexture est habituellement intégré à la surface des chaussées en ciment de Portland pendant la construction, mais cette mactotexture s'use éventuellement en raison de la circulation.

4) Selon les types d'aéronefs et les niveaux de circulation, la microtexture et la macrotexture d'une chaussée peuvent toutes deux s'effacer par l'accumulation à la surface de contaminants comme le caoutchouc des pneus d'aéronefs. Sur de telles surfaces, pour maintenir des niveaux de frottement satisfaisants, il pourrait être nécessaire d'enlever périodiquement les dépôts de caoutchouc ou de rétablir la texture de la surface des chaussées concernées. Les méthodes pour enlever les dépôts de caoutchouc comprennent l'utilisation de produits chimiques biodégradables, de jets d'eau à haute pression, d'impacts à grande puissance (grenaille d'acier) et de broyage mécanique.

10.0 DRAINAGE DE L'EAU DE SURFACE

1) Les pentes transversales ou tout autres types de pentes des chaussées dans les aires de mouvement qui ont une incidence sur le drainage de l'eau de surface doivent être entretenues afin de prévoir l'écoulement rapide et efficace des eaux pluviales d'orage et d'atténuer les dépressions de surface pouvant donner lieu à l'accumulation d'eau stagnante d'une profondeur suffisante pour nuire au freinage, au rendement opérationnel ou à la maîtrise en direction des aéronefs.

2) L'exploitant d'aéroport devrait périodiquement mener des inspections visuelles de la piste dans des conditions pluviales naturelles afin de prendre note des caractéristiques de drainage de la surface de la chaussée et d'évaluer l'ampleur et la gravité des endroits où s'accumule l'eau. S'il y a raison de croire que les caractéristiques de drainage d'une piste ou d'un tronçon de piste sont faibles en raison de pentes inadéquates ou de dépressions de surface et que les caractéristiques de frottement de piste pourraient être touchées négativement, une mesure corrective appropriée devrait être prise pour améliorer le drainage de surface.

3) L'accumulation d'eau de profondeur excessive à la surface d'une chaussée pendant les opérations d'aéronefs pourrait, dans certaines conditions, créer un risque d'hydroplanage des pneus des aéronefs. Si l'on juge que de telles conditions sont prévalentes sur une piste ou sur un tronçon de piste pendant une longue période, l'exploitant d'aéroport pourrait envisager le rainurage des pistes en guise d'option pour réduire la profondeur de l'eau à la surface et atténuer les risques d'hydroplanage. Cependant, au Canada, le rainurage des surfaces n'est pas une exigence pour les chaussées des pistes nouvelles ou existantes. La CI 300-008 – *Rainurage des pistes* fournit des renseignements et des conseils concernant le rainurage des chaussées de piste.

11.0 GESTION DE L'INFORMATION

1) Sans objet.

12.0 HISTORIQUE DU DOCUMENT

1) Circulaire d'information (CI) 302-017 Édition 01, SGDDI 9778115 (F), 9733626 (E), datée du 2014-12-15 - *Mesure de coefficient de frottement de la piste*.

2) Circulaire d'information (CI) 302-017 Édition 02, SGDDI 11149706 (F), 11129758 (E), datée du 2015-12-15 - *Mesure de coefficient de frottement de la piste*.

13.0 BUREAU RESPONSABLE

Pour obtenir plus de renseignements ou pour faire des suggestions concernant ce document, veuillez communiquer avec :

http://www.tc.gc.ca/fra/regions.htm

Toute proposition de modification au présent document est bienvenue et devrait être soumise à l'adresse de courriel :

TC.FlightStandards-Normsvol.TC@tc.gc.ca

Le directeur des Normes
Aviation civile

[original signé par]

Robert Sincennes

ANNEXE A — SPÉCIFICATIONS FONCTIONNELLES POUR LES CFME

1.0 PORTÉE

1) La présente annexe décrit les spécifications fonctionnelles des appareils de mesure continue du frottement (CFME) à réglage de glissement fixe. Elle donne des spécifications qui précisent les exigences mécaniques, opérationnelles et d'établissement de rapports pour un CFME à réglage de glissement fixe.

2) Les spécifications s'appliquent au pneu freiné de façon continue, au CFME à réglage de glissement fixe, et aux appareils dont le taux glissement est de moins de 100 %. Elles ne s'appliquent pas aux appareils de mesure de la force latérale, aux appareils de mesure avec roue bloquée ou tout autre appareil de mesure ponctuelle.

2.0 EXIGENCES MÉCANIQUES D'ORDRE GÉNÉRAL

1) L'appareil peut être monté sur véhicule ou remorqué.

2) L'appareil devrait produire des mesures de frottement rapide, en continu, exactes et fiables pour toute la longueur de la piste, excluant 200 m aux deux bouts de la piste pour l'accélération et la décélération.

3) L'appareil devrait être conçu de manière à soutenir un usage rude tout en conservant le calibrage.

4) L'appareil devrait être en mesure d'accélérer à une vitesse d'essai de 65 km/h sur une distance de 200 m, qu'il soit monté sur un véhicule ou remorqué. Ce rendement devrait être réalisable lorsque l'appareil transporte la quantité d'eau nécessaire.

5) L'appareil devrait être conçu de manière à atteindre (pour les systèmes montés sur véhicule) ou à tolérer (pour les systèmes remorqués) des vitesses élevées et à maintenir la stabilité directionnelle.

6) L'appareil devrait être en mesure d'appliquer une charge normale constante sur le pneu d'essai et de maintenir cette charge de façon dynamique, peu importe le degré de rugosité de la surface de la chaussée.

3.0 EXIGENCES DE BASE RELATIVES À L'ÉQUIPEMENT

1) L'appareil devrait être doté d'un transducteur de couple ou de force de haute précision afin de mesurer la force de freinage ou le couple du pneu d'essai.

2) L'appareil devrait être doté d'un transducteur de force de haute précision afin de mesurer la force exercée verticalement sur le pneu utilisé pour prendre les mesures. Comme solution de rechange, un appareil qui exerce une force verticale constante sur le pneu instrumenté est acceptable pourvu qu'il respecte les exigences en matière de « collecte de données et de conditionnement des signaux » énoncées ci-après.

3) L'appareil devrait être doté d'un capteur de mesures capable de mesurer précisément la vitesse d'essai et la distance parcourue.

4) Le dispositif de suspension de l'appareil du pneu utilisé pour prendre les mesures devrait être conçu de manière à minimiser l'effet de la rugosité normale de la chaussée sur l'exactitude de la collecte de données.

5) L'appareil devrait être muni de dispositifs d'acquisition de données, de conditionnement de signaux et d'enregistrement numérique capables de produire des résultats linéaires et d'assurer

que la résolution de lecture de données respecte les exigences en matière de « collecte de données et de conditionnement des signaux » énoncées ultérieurement.

4.0 CONDITIONS D'UTILISATION

1) L'appareil devrait produire des mesures fiables et exactes à des températures d'air ambiant de -20 °C à 40 °C (de 0 °F à 100 °F).

2) L'appareil devrait produire des mesures fiables et exactes dans des conditions d'humidité relative de jusqu'à 100 %.

3) L'appareil devrait tolérer la pluie, la neige, le verglas, et les jets d'eau à haute pression et d'autres conditions défavorables.

4) L'appareil devrait être conçu de manière à résister aux produits chimiques pour le déglaçage, à la poussière, aux chocs, et aux vibrations qui pourraient survenir lors des activités menées à un aéroport.

5.0 VITESSE

1) L'appareil devrait produire des mesures fiables et exactes à des vitesses d'essai de 30 à 100 km/h.

6.0 PNEU D'ESSAI

1) L'appareil devrait être muni d'un pneu standard, conçu précisément pour prendre des mesures de frottement, qui respecte la norme ASTM appropriée.

2) L'appareil devrait exercer une force de charge normale sur le pneu d'essai dans les limites prévues dans la norme ASTM correspondante.

3) La pression de gonflage normale du pneu d'essai devrait être conforme à la spécification ASTM adéquate.

7.0 SYSTÈME D'AUTOMOUILLAGE

1) L'appareil devrait être muni d'un système d'automouillage capable de verser de l'eau devant le pneu utilisé pour prendre des mesures de frottement à une profondeur uniforme.

2) L'appareil devrait être en mesure de créer une pellicule d'eau nominale précise de 0,25 mm à 1,00 mm de profondeur sur toute la largeur du pneu d'essai.

3) L'appareil devrait être capable d'appliquer des pellicules d'eau sur toute la gamme de vitesses d'essai (de 30 à 100 km/h).

4) Le système d'automouillage doit produire le débit d'eau nécessaire pour produire la profondeur précise de pellicule d'eau correspondante pour la vitesse d'essai réelle, dans une marge de tolérance de ± 10 %.

5) L'appareil devrait être en mesure de mesurer de façon continue le débit d'eau, et il est recommandé d'enregistrer le débit d'eau mesuré.

6) L'appareil devrait être muni d'un réservoir d'eau d'une capacité suffisante pour effectuer deux levés de frottement sur une piste de 3 000 m avec une profondeur d'eau de 1,0 mm.

8.0 INSTRUMENTATION

1) Si la force verticale exercée sur le pneu d'essai est mesurée, le transducteur de force verticale devrait produire un extrant directement proportionnel à la force de charge avec un effet d'hystérésis de moins de 1 % de la charge appliquée. La sensibilité à toute charge sur un axe perpendiculaire devrait être de moins de 1 % de la charge appliquée.

2) Si la force verticale exercée sur le pneu d'essai n'est pas mesurée, le système de chargement devrait exercer une force verticale constante de moins de 1 % de la valeur précisée dans toute la gamme des conditions dynamiques auxquelles doit être soumis le CFME.

3) Pour ce qui est d'un appareil qui détermine le coefficient de frottement selon les mesures de la force de freinage du pneu d'essai, le transducteur de force devrait mesurer la charge et produire un extrant directement proportionnel à la force de freinage avec un effet d'hystérésis de moins de 1 % de la charge appliquée. La sensibilité à toute charge sur un axe perpendiculaire devrait être de moins de 1 % de la charge appliquée.

4) Pour ce qui est d'un appareil qui détermine le coefficient de frottement selon les mesures du couple d'un pneu instrumenté, le transducteur de couple devrait produire un extrant directement proportionnel au couple avec un effet d'hystérésis de moins de 1 % de la charge appliquée. La sensibilité à toute charge sur un axe perpendiculaire devrait être de moins de 1 % de la charge appliquée.

5) L'appareil devrait mesurer la vitesse avec une précision de ± 1 km/h.

6) L'appareil devrait mesurer la distance parcourue avec une précision de ± 0,5 %.

7) L'appareil devrait être muni d'instruments électroniques, y compris un clavier ou un écran tactile pour entrer des données ainsi qu'une mémoire pour y enregistrer des données, et ces instruments devraient être internes ou externes (périphériques comme des mémoires flash).

9.0 COLLECTE DE DONNÉES ET CONDITIONNEMENT DES SIGNAUX

1) La fréquence minimale d'échantillonnage de données devrait faire en sorte qu'une mesure unique de frottement, de vitesse et de distance soit fournie pour chaque distance d'un mètre parcourue sur le tronçon faisant l'objet de l'essai.

2) Les mesures devraient être enregistrées par phase. Les mesures de la force verticale et de la force de frottement exercée sur le pneu d'essai devraient être prises simultanément.

3) Tous les paramètres mesurés devraient être mesurés, analysés et faire l'objet de rapport sur une même échelle de temps.

4) Le CFME devrait être muni d'un système de filtrage et de conditionnement des signaux capable d'empêcher que les coefficients de frottement enregistrés soient touchés de façon considérable par les effets dynamiques causés par la surface de la chaussée ou la conception de l'appareil. Le concepteur du CFME est mentionné dans les exigences en matière de conditionnement des signaux énoncées dans ASTM E2340 dans le but d'obtenir de plus amples détails sur la façon de respecter l'exigence visant à éviter les effets dynamiques considérables.

5) Le rapport entre le signal et le son pour chaque signal de mesure individuel avant la prise d'échantillon devrait être au moins 100 : 1.

6) La gamme de mesure de l'appareil pour le coefficient de frottement mesuré devrait être au moins de 0 à 1,0.

10.0 RÉPÉTABILITÉ ET REPRODUCTIBILITÉ

1) L'appareil devrait capable d'atteindre un écart type unique pour la répétabilité de l'appareil de ± 0,03 unité de coefficient de frottement sur tous les types de surface de chaussée.

2) L'expérience démontre que la lecture d'unités individuelles d'une même famille d'appareils de mesure du frottement peut varier même si les unités sont utilisées au même moment sur la même surface. Des programmes d'essai ont été menés pour mesurer le degré de reproductibilité de certaines familles d'appareils. Toutefois, les critères de reproductibilité universellement reconnus pour les familles d'appareils ne sont pas encore disponibles; les procédures universellement reconnues pour établir la reproductibilité des familles d'appareils ne le sont pas non plus. Néanmoins, les utilisateurs sont de plus en plus sensibilisés et mis en garde à l'égard de cette question.

11.0 GLISSEMENT EN FREINAGE

1) Le pneu de mesure du frottement devrait être freiné de façon continue pendant l'essai à un taux de glissement constant de 10 % à 20 %. Le taux de glissement précisé devrait être indépendant du niveau de frottement et devrait être maintenu pendant toute la durée de l'essai sur la surface d'essai de la piste, dans une marge de tolérance de ± 2 %. En guise d'exemple, si le taux de glissement nominal est de 15 %, le taux de glissement réel lors d'un essai devrait se situer entre 13 % et 17 %.

12.0 ÉTABLISSEMENT DE RAPPORTS

1) L'appareil devrait être capable de produire automatiquement des valeurs moyennes de frottement pour les tronçons de piste de 100 m et aussi pour les tronçons d'un tiers de la longueur de la piste.

2) L'appareil devrait être capable de produire des données afin que la valeur moyenne de frottement pour tout tronçon de piste puisse être calculée, y compris pour toute la piste.

3) L'appareil devrait être capable de produire un rapport papier permanent du frottement par rapport à la distance le long de la piste à une échelle d'au moins 1 : 4 000, de manière à ce que chaque unité de 25 mm sur le levé représente une distance de 100 m sur la piste. Le levé du frottement devrait comprendre l'information suivante :

   a) indicatif de la piste;

   b) la date et l'heure du levé de frottement;

   c) les marques (délimitations) imprimées indiquant tous les tronçons de 100 m de la piste;

   d) la valeur moyenne de frottement de chaque tronçon de 100 m;

   e) la vitesse moyenne pour chaque tronçon de 100 m;

   f) représentation graphique de la vitesse (en km/h) par rapport à la longueur de la piste.

ANNEXE B — MÉTHODE D'ESSAI POUR LA MISE EN CORRÉLATION DE CFME

1.0 PORTÉE

1) Le présent appendice définit la procédure d'essais de corrélation sur le terrain d'appareils de mesure continue du frottement (CFME) autres que l'appareil de référence, qui est l'Appareil de mesure du frottement de surface (SFT).

2) Un CFME de rechange doit avoir une corrélation acceptable avec le SFT de référence, afin d'obtenir des mesures de coefficient de frottement comparables à celles qui seraient obtenues avec le SFT, ce qui permettrait ainsi d'évaluer les frottements mesurés par rapport aux normes en matière de frottement des chaussées de piste fournies au tableau 1 de la présente CI.

3) Au fil des mises à jour et des modifications de conception d'un CFME qui a antérieurement répondu aux exigences de corrélation, on doit répéter les essais de corrélation pour s'assurer que le nouvel appareil répond également aux exigences.

4) Cette méthode d'essai de corrélation couvre seulement les appareils de mesure du glissement fixes dont les roues sont freinées de façon continue, pour des appareils d'un glissement de moins de 100 %. Elle ne couvre pas les appareils de mesure des forces latérales, les appareils de mesure à glissement variable, les appareils de mesure à roues verrouillées ni les autres appareils de mesures ponctuelles.

5) La procédure de corrélation s'applique aux chaussées nues et sèches exemptes de contaminants, et avec un automouillage appliqué par le CFME de rechange et par le SFT de référence.

6) La méthode d'essai définit et décrit comment :

   a) sélectionner les surfaces d'essai afin de mesurer le coefficient de frottement pour corréler un CFME de rechange avec le SFT de référence;

   b) établir un plan d'essais pour mesurer les corrélations;

   c) effectuer les passages de mesure et contrôler la qualité des données;

   d) analyser et produire des rapports sur les données mesurées;

   e) calculer les paramètres de corrélation, y compris les paramètres statistiques décrivant l'incertitude de la corrélation;

   f) déterminer si le CFME de rechange répond aux critères d'acceptation.

2.0 SÉLECTION DES SURFACES D'ESSAI

1) Sélectionner au moins seize (16) différentes sections de chaussée à mettre à l'essai.

2) Chaque section mise à l'essai doit avoir au moins 200 m de longueur pour permettre de recueillir des données sur 100 m et de conserver une approche d'au moins 100 m, sauf si l'on collecte les données à l'aide de sections mises à l'essai séquentielles; dans ce cas, une approche est seulement requise pour la première section mise à l'essai.

3) Les surfaces d'essai doivent présenter une gamme de coefficients de frottement allant d'environ 0,30 à 1,00. Le coefficient de frottement moyen de chaque surface d'essai doit différer de celui des autres surfaces d'essai d'au moins 0,05 tel qu'il est mesuré par le SFT de référence.

4) Les surfaces d'essai doivent comporter au moins deux niveaux de texture différents qui diffèrent raisonnablement. Une des surfaces d'essai doit avoir une profondeur de rugosité moyenne d'au moins 0,5 mm, alors qu'une autre des surfaces d'essai doit avoir une profondeur de rugosité

moyenne dépassant 0,7 à 0,8 mm. Une gamme élargie de profondeurs de rugosité est préférable.

5) Les sections mises à l'essai doivent être rectilignes, et avoir un frottement uniforme ainsi qu'une texture homogène.

6) Les surfaces d'essai ne doivent pas être rugueuses ou usées à l'excès.

7) Les surfaces d'essai doivent être exemptes de saletés et/ou matières indésirables.

3.0 CONDITIONS D'ESSAI

1) Les essais de frottement doivent être menés seulement lorsque les températures de la surface de la chaussée et de l'air ambiant sont au-dessus de 0 °C (zéro degré Celsius) et que la chaussée est sèche.

2) L'eau servant à l'automouillage doit être propre et exempte de produits chimiques ou de saletés.

3) Pour produire le nombre minimal de mesures requises aux fins des statistiques, on doit effectuer quatre (4) passages de mesure répétés sur chacune des seize (16) surfaces différentes, ce qui donnera au moins soixante-quatre (64) mesures.

4) La vitesse d'essai doit être de 65 km/h pour tous les passages d'essais, et doit être maintenue dans une marge de ± 3 km/h de la vitesse cible sur toute la longueur de la section mise à l'essai.

5) La pellicule d'eau déversée devant le pneu servant au mesurage par le système d'automouillage du dispositif doit avoir une épaisseur nominale de 1,0 mm.

6) Le pneu d'essai du CFME candidat doit être conforme à une norme ASTM, comme ASTM E1551 ou ASTM E1844, et doit être le pneu d'essai normal du dispositif utilisé dans les activités quotidiennes.

7) La pression du pneu servant au mesurage doit être maintenue dans les limites de tolérance prescrites dans la norme ASTM applicable.

8) Le taux de glissement du CFME de rechange doit être vérifié avant les essais de corrélation, et être maintenu conformément aux instructions du fabricant.

4.0 MÉTHODOLOGIE DES ESSAIS

1) Les systèmes et composants de mesure du frottement doivent être étalonnés conformément aux instructions du fabricant.

2) Le dispositif de mesure du frottement de rechange doit être utilisé selon la méthode d'essai standard du dispositif et les instructions du fabricant.

3) Vérifier tous les paramètres opérationnels du dispositif pour s'assurer qu'ils sont conformes aux procédures de vérification du fabricant (p. ex., pression et usure des pneus).

4) Chaque dispositif doit être en mode mesurage, avec le système d'automouillage en marche au moins 100 m avant de recueillir les données d'essai d'étalonnage, afin de ne pas perturber la collecte de données et de maintenir les pneus dans des conditions dynamiques saines et stables.

5) Tous les passages d'essais doivent débuter à la même position longitudinale le long de la surface d'essai, ou le plus près possible.

6) Veiller à prévenir l'accumulation de grandes quantités d'eau sur la section mise à l'essai, car cela pourrait entraîner des variations de la profondeur d'eau réelle.

7) Effectuer quatre (4) passages d'essais répétés sur chacune des surfaces d'essai sélectionnées. On doit planifier les passages de mesure de façon à effectuer les quatre passages répétés en paires pour le CFME de rechange et le SFT de référence. L'ordre de passage des dispositifs doit être inversé après chaque passage.

8) Les essais de corrélation sur une section précise doivent être menés un à la suite de l'autre, avec un délai minimal entre chacun des essais. La durée exacte de ce délai n'est pas indiquée en raison du besoin de souplesse. Dans les cas où des délais considérables surviennent entre des cueillettes de paires de données, ou des changements notables de conditions se produisent pendant la durée du programme d'essais, le dispositif candidat doit être remis à l'essai.

9) Les valeurs de frottement doivent être recueillies dans des archives de données numériques simples, et stockées pour traitement ultérieur. Conserver les données pour références futures.

5.0 PROCÉDURES DE PRODUCTION DE RAPPORTS ET DE CORRÉLATION

1) On doit préparer un rapport de surfaces d'essai sur le terrain pour chacune des surfaces mises à l'essai. Ce rapport doit contenir l'information suivante :

   a) des renseignements sur l'aéroport (ou l'installation) et la zone de mouvement désignée où se trouve la surface d'essai;

   b) la date et l'heure des essais;

   c) des données météorologiques, y compris la température de l'air, l'humidité, et le vent;

   d) la température de surface moyenne de la section mise à l'essai.

2) Un rapport de mesure des surfaces d'essais doit être préparé pour tous les passages sur chaque surface d'essai. Ce rapport doit comprendre les données suivantes :

   a) les données de rapport à haute résolution (minimum 1 m) des traces de frottement mesuré pour les quatre passages, le cas échéant;

   b) les données de rapport à haute résolution (minimum 1 m) des traces de vitesse mesurée pour les quatre passages, le cas échéant;

   c) le coefficient de frottement calculé moyen de la section mise à l'essai pour les quatre passages;

   d) la vitesse calculée moyenne de la section mise à l'essai pour les quatre passages;

   e) les données mesurées par le CFME de rechange et le SFT de référence doivent être consignées en paires, pour permettre d'organiser les paires de données en ordre chronologique.

3) Un rapport d'essai sommaire doit être préparé pour l'essai de corrélation entier, à la fin de la prise de mesures relatives à toutes les surfaces d'essai sélectionnées. Le rapport d'essai sommaire doit contenir les éléments, données et renseignements suivants :

   a) e type de dispositif, la marque et le modèle du CFME de rechange, avec une description de la configuration d'essai complète, y compris le véhicule tracteur, le cas échéant;

   b) la date et l'heure du début des essais de corrélation;

   c) la date et l'heure de la fin des essais de corrélation;

   d) les rapports de surfaces d'essai sur le terrain recueillis et compilés;

   e) le rapport de mesure des surfaces d'essais recueilli et compilé.

4) Le rapport d'essai sommaire combiné à l'analyse des données de corrélation constituera le rapport d'essai de corrélation définitif, et doit être classé en tant que dossier permanent sur l'essai de corrélation.

5) Les données provenant des rapports de mesure des surfaces d'essais pour toutes ces surfaces doivent servir à calculer les paramètres de corrélation et d'incertitude quant à la corrélation.

6) Les données provenant des rapports de mesure des surfaces d'essais doivent être compilées dans un ensemble de données simple, où les mesures provenant du CFME de rechange et du SFT de référence seront mises en paires et organisées en ordre chronologique.

7) La corrélation doit être calculée par régression linéaire, à l'aide de la méthode des moindres carrés. Suivre les procédures ci-dessous.

   a) La régression linéaire de premier ordre sous la forme ci-dessous doit être calculée à partir des données d'essai et utilisée dans des évaluations subséquentes, à savoir par exemple si un autre dispositif satisfait aux critères indiqués.

      $\mu_{\text{SFT de référence}} = a + b*\mu_{\text{CFME de rechange}}$

      où

      $\mu_{\text{SFT de référence}}$ = le coefficient de frottement mesuré par le SFT de référence;

      $\mu_{\text{CFME de rechange}}$ = le coefficient de frottement mesuré par le CFME de rechange;

      a, b = constantes empiriques déterminées par l'analyse de la régression.

   b) Les données peuvent être mises en paires selon les moyennes consignées par chaque dispositif pour tous les passages effectués sur chaque surface; sinon, elles peuvent être mises en paires en fonction des passages d'essais individuels.

8) Les données produites pour la régression linéaire doivent contenir au moins ce qui suit :

   a) le point d'intersection (a dans l'équation ci-dessus) et la pente (b dans l'équation ci-dessus) de l'équation de corrélation calculés;

   b) la valeur R^2 (coefficient de corrélation) de la régression;

   c) l'écart type de l'estimation de la régression.

9) Les données produites par l'analyse de la régression doivent être consignées et compilées avec le rapport d'essai sommaire, de façon à constituer le rapport d'essai de corrélation définitif. Ce dernier servira aux critères d'acceptation et au calcul du numéro de corrélation.

6.0 LIMITS DE PERFORMANCE DE CORRÉLATION MINIMALES

1) La valeur R^2 (coefficient de corrélation) doit dépasser 0,80.

2) L'écart type de l'estimation ne doit pas dépasser 0,06 unité de coefficient de frottement.