



Circulaire d'information

Sujet :	Utilisation de pistes sans revêtement en dur		
Bureau émetteur :	Normes	Numéro de document :	CI 700-011
Numéro de classification du dossier :	Z 5000- 34	Numéro d'édition :	01
Numéro du SGDDI :	6831058-V11	Date d'entrée en vigueur :	2012-03-16

TABLE DES MATIÈRES

1.0	INTRODUCTION	2
1.1	Objet	2
1.2	Applicabilité	2
1.3	Description des changements	2
2.0	RÉFÉRENCES ET EXIGENCES	2
2.1	Documents de référence	2
2.2	Documents annulés	3
2.3	Définitions et abréviations	3
3.0	CONTEXTE	4
4.0	EFFETS DES CONDITIONS CLIMATIQUES ET DE L'USURE	5
5.0	EFFETS SUR LES PERFORMANCES ET LA MANIABILITÉ DES AVIONS	6
5.1	Performances des avions	6
5.2	Effet de la pression des pneus sur les performances	6
5.3	Caractéristiques de pilotage	6
6.0	PROTECTION DES AVIONS UTILISÉS SUR DES PISTES SANS REVÊTEMENT EN DUR	7
7.0	CERTIFICATION DES AVIONS EN PRÉVISION DE LEUR UTILISATION SUR DES PISTES SANS REVÊTEMENT EN DUR	7
8.0	EXIGENCES RÉGLEMENTAIRES SUR LES PERFORMANCES	8
8.1	Exploitation d'un avion à hélice à partir ou à destination d'une piste en gravier	8
8.2	Pistes sans revêtement en dur gelées	9
8.3	Limites de régulation	9
9.0	RÉSISTANCE MINIMALE PRESCRITE DE LA SURFACE	10
10.0	MESURE DE RÉSISTANCE DE LA SURFACE	10
10.1	Le pénétromètre à forte charge de Boeing	11
10.2	Le pénétromètre choc à poids mobile	11
10.3	Le pénétromètre de cône dynamique	11
10.4	Usage opérationnel des valeurs de l'indice portant californien	11
10.5	Mesure de la résistance de la surface d'une piste sans revêtement en dur	12
11.0	GESTION DES RENSEIGNEMENTS	12
12.0	HISTORIQUE DU DOCUMENT	12
13.0	BUREAU RESPONSABLE	13

1.0 INTRODUCTION

- 1) La présente Circulaire d'information (CI) vise à fournir des renseignements et des conseils. Elle peut décrire 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 vise à donner des conseils aux exploitants aériens afin d'exploiter en toute sécurité des avions sur des pistes sans revêtement en dur conformément au *Règlement de l'aviation canadien* (RAC) et aux normes connexes.

1.2 Applicabilité

- 1) Le présent document s'applique à tout le personnel de l'Aviation civile de Transports Canada (TCAC), ainsi qu'aux particuliers et aux organismes qui font usage des avantages qui leur sont accordés en vertu d'une délégation externe de pouvoirs ministériels. Ces renseignements sont également accessibles à toute personne du milieu aéronautique, à titre d'information.

1.3 Description des changements

- 1) Sans objet.

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 VI, sous-partie 2 du *Règlement de l'aviation canadien* (RAC), *Règles générales d'utilisation et de vol des aéronefs*;
 - b) Norme 724 des *Normes de service aérien commercial* (NSAC), *Exploitation d'un service aérien de navette – Avions*;
 - c) Chapitre 525 du Manuel de navigabilité (MN), *Avions de la catégorie Transport*;
 - d) Circulaire d'information (CI) 300-004, *Pistes sans revêtement en dur*;
 - e) CI 525-006, *Exploitation d'avions sur piste sans revêtement en dur*;
 - f) CI 302-011, *Publication de la force portante d'une chaussée d'aéroport*;
 - g) Publication de Transports Canada (TP) N° 312, *Aérodromes – Normes et pratiques recommandées*;
 - h) TP 5475, Document de référence historique N° AK-67-09-280, *Procédures de compte rendu de l'état de la surface des pistes de gravier et méthodes d'essai de la stabilité du revêtement*;
 - i) Publication de Boeing, 727-737, *Operation from Unimproved Airfields*;
 - j) Document de Boeing D6-24555, 1984-04-05, *High Load Penetrometer Soil Strength Tester*;

- k) Document de Boeing D6-45222-1, 1980-10-03, *Airplane Requirements for Operations on Gravel Runways*;
- l) Federal Aviation Administration (FAA) Advisory Circular (AC) n° 25-7B, 2011-12-07, *Flight Test Guide for Certification of Transport Category Airplanes*;
- m) Organisation de l'aviation civile internationale (OACI), Manuel de conception des aérodomes, DOC 9157-AN/901, 3^e partie – *Chaussées*, 2^e édition, 1983;

2.2 Documents annulés

- 1) À l'entrée en vigueur du présent document, les documents suivants seront annulés :
 - a) Circulaire d'information de l'aviation commerciale et d'affaires (CIACA) n° 187, 2001-07-09, *Les Opérations sur pistes de gravier – Limitations contenues dans les suppléments des manuels de vol de l'aéronef concernant la force portante minimale de la surface de la piste*;
 - b) Lettre de politique n° 138, 2001-07-03, *Opérations sur pistes de gravier – Limites contenues dans les suppléments aux manuels de vol des aéronefs concernant la force portante minimale de la surface de la piste*.
- 2) Par défaut, il est entendu que la publication d'une nouvelle édition d'un document annule automatiquement toutes les éditions antérieures de ce même document.

2.3 Définitions et abréviations

- 1) Les **définitions** suivantes s'appliquent aux fins du présent document :
 - a) **Chaussée** s'entend de la combinaison de la couche de fondation, de la couche de base et de la couche de roulement placées sur un terrain de fondation pour supporter la charge exercée par les véhicules et la répartir sur le terrain de fondation (selon la définition de l'OACI du *Manuel de conception des aérodomes* de l'Organisation de l'aviation civile internationale [OACI]). Pour les besoins de la présente Circulaire d'information (CI), une chaussée peut se définir comme l'ensemble des travaux de construction réalisés sur un sol naturel pour produire une structure ou une surface de roulement.
 - b) **Définition de surface** s'entend d'une définition de la surface sur laquelle l'exploitation de l'aéronef est certifiée, qui est normalement fournie dans le *Manuel de vol de l'aéronef* (AFM) ou dans le supplément pertinent. Chaque type de surface devrait être défini de manière à ce que l'on puisse reconnaître ladite surface, la surveiller et la maintenir en service. La définition devrait comporter les caractéristiques de la surface nécessaires à une utilisation sans danger.
 - c) **Exploitant aérien** s'entend du titulaire d'un certificat d'exploitation aérienne.
 - d) **Indice de charge d'aéronef (ALR)** s'entend de la valeur numérique qui exprime l'effet relatif de la charge d'un aéronef sur la structure d'un revêtement (code de publication de la force portante d'une chaussée utilisé par Transports Canada).
 - e) **Indice de charge de revêtement (PLR)** s'entend du nombre qui exprime la force portante d'une chaussée pour une exploitation sans restriction (code de publication de la force portante d'une chaussée utilisé par Transports Canada).
 - f) **Indice portant californien (CBR)** s'entend de la mesure de la résistance du sol de chaussée exprimée sous la forme d'un rapport en pourcentage entre la force nécessaire pour produire, à l'aide d'un piston cylindrique à face plate normalisé, une certaine pénétration du sol étudié, et la force nécessaire pour produire la même pénétration dans un calcaire concassé normalisé.

- g) **Numéro de classification d'aéronef (NCA)** s'entend de la valeur numérique qui exprime l'effet relatif d'un aéronef sur la structure d'une chaussée pour un type précis de revêtement et une catégorie de terrain de fondation type (code de publication de la force portante d'une chaussée utilisé par l'OACI).
 - h) **Numéro de classification de chaussée (PCN)** s'entend du numéro qui exprime la force portante d'une chaussée pour une exploitation sans restriction (code de publication de la force portante d'une chaussée utilisé par l'OACI).
 - i) **Piste à surface traitée ou à couche de scellement** s'entend d'une piste sans revêtement ayant une surface en gravier recouverte d'une fine couche de matériau stabilisé à l'asphalte, pour empêcher la pénétration de l'eau et en faciliter le drainage.
 - j) **Piste en dur** s'entend d'une piste recouverte d'un revêtement en dur qui peut être soit du béton d'asphalte, soit du béton au ciment Portland.
 - k) **Piste en gravier** s'entend d'un type de piste sans revêtement construite sur une chaussée à surface granulaire non liée composée de sable, d'argile, de pierre concassée ou d'autres matériaux pédologiques.
 - l) **Piste sans revêtement en dur** s'entend d'une chaussée de piste sans revêtement en dur.
 - m) **Surface non préparée** s'entend de toute surface naturelle utilisée comme piste qui n'a pas été modifiée par l'homme.
 - n) **Surface sans revêtement en dur** s'entend d'une surface composée de matériaux non liés ou naturels. Les surfaces sans revêtement peuvent être en gravier, en corail, en sable, en argile, en mélanges de sol tassés, en herbe, en gazon ou en tourbe.
- 2) Les **abréviations** suivantes s'appliquent aux fins du présent document :
- a) **ACN** signifie numéro de classification d'aéronef;
 - b) **ALR** signifie indice de charge d'aéronef;
 - c) **AFM** signifie Manuel de vol de l'aéronef;
 - d) **ASTM** signifie American Society of Testing Materials;
 - e) **CBR** signifie indice portant californien;
 - f) **CI** signifie Circulaire d'information;
 - g) **CTS** signifie certificat de type supplémentaire;
 - h) **NSAC** signifie Norme de service aérien commercial;
 - i) **OACI** signifie Organisation de l'aviation civile internationale;
 - j) **PCN** signifie numéro de classification de chaussée;
 - k) **PLR** signifie indice de charge de revêtement;
 - l) **RAC** signifie Règlement de l'aviation canadien;
 - m) **TP** signifie publication de Transports Canada.

3.0 CONTEXTE

- 1) La présente Circulaire d'information (CI) s'applique à l'utilisation d'avions sur des pistes dont les surfaces sont sans revêtement en dur et non préparées, selon les définitions données ci-dessus. Les pistes en gravier et gazonnées sont des exemples courants de pistes sans revêtement en dur.

- 2) La présente CI est utilisée conjointement avec les circulaires CI 300-004 et la CI 525-006 de l'Aviation civile de Transports Canada, qui s'appliquent à la mesure de la résistance des surfaces de piste sans revêtement en dur et à la certification des aéronefs en prévision de leur utilisation sur des pistes sans revêtement en dur.
- 3) Pour les besoins de la présente CI, une piste sans revêtement en dur est une piste qui sert au décollage et à l'atterrissage, dont la couche de revêtement **n'est pas** une surface lisse revêtue d'un béton d'asphalte ou d'un béton au ciment Portland. Les pistes sans revêtement en dur sont également désignées par l'industrie comme pistes non aménagées.
- 4) À titre d'exemples de pistes sans revêtement en dur, mentionnons les pistes revêtues de gravier, de corail, de sable, d'argile, de mélanges de sol tassés, d'herbe, de gazon ou de tourbe. Les **surfaces sans revêtement en dur** peuvent être des surfaces non préparées naturelles ou des revêtements construits par l'homme. Les pistes en gravier sont des revêtements construits par l'homme dont la surface se compose de matériaux granulaires non liés.
- 5) Les **pistes à couche de scellement** sont des pistes en gravier recouvertes d'une fine couche de matériau stabilisé à l'asphalte pour empêcher la pénétration de l'eau et en faciliter le drainage. Les pistes à couche de scellement n'ont sans doute pas la force portante des pistes en dur et, à cet égard, elles sont plus caractéristiques des pistes sans revêtement en dur.

4.0 EFFETS DES CONDITIONS CLIMATIQUES ET DE L'USURE

- 1) Les pistes sans revêtement en dur peuvent être soumises à des variations extrêmes sur le plan des caractéristiques de force portante et de surface en raison des effets du climat et de l'utilisation d'aéronefs. Les pistes sans revêtement en dur peuvent présenter les caractéristiques de résistance et de surface voulues lorsqu'elles sont bien entretenues et qu'elles ne sont pas sujettes à un taux d'humidité excessif.
- 2) Les conditions d'humidité excessive, comme celles qui règnent lors des précipitations intenses, d'un mauvais drainage ou du dégel printanier, peuvent entraîner une sérieuse dégradation de la résistance de la surface d'une piste. La dégradation de la résistance de la surface peut être suffisante pour limiter l'utilisation d'une piste ou l'interdire complètement.
- 3) Durant les périodes de gel prolongé ou profond, les surfaces sans revêtement en dur comme les pistes en gravier peuvent avoir des caractéristiques de résistance analogues à celles des surfaces en dur. (Voir la section 8.2 de la présente CI).
- 4) On trouvera ci-après une liste des conséquences délétères du climat et de l'usure sur les pistes sans revêtement en dur :
 - a) Perte de matériaux entraînant des endroits nus et l'affleurement de matériaux du sous-sol à la surface;
 - b) Accumulation d'agrégats granulaires meubles à la surface à cause de la séparation des matériaux;
 - c) Formation d'ornières dans les traces des roues;
 - d) Persistance de zones humides ou trempées à cause du mauvais drainage en surface;
 - e) Secteurs instables au dégel printanier ou par temps humide;
 - f) Soulèvement différentiel ou dépressions dues à l'action du gel;
 - g) Rugosité de la piste ou irrégularité longitudinale (gondolement);
 - h) Croissance de la végétation.
- 5) Une piste en dur comme une piste en gravier peut être remise dans son état normal par nivellement, compactage et tassement, par l'ajout de matériaux, l'amélioration du drainage et l'enlèvement de la végétation.

5.0 EFFETS SUR LES PERFORMANCES ET LA MANIABILITÉ DES AVIONS

- 1) Les renseignements (ou données) sur les performances du *Manuel de vol de l'aéronef* (AFM) ne sont valables que pour le type de surface sur lequel l'utilisation de l'avion est certifiée, ce qui est normalement une piste lisse à revêtement en dur. L'utilisation sur des pistes sans revêtement en dur peut entraîner une détérioration des performances d'un aéronef certifié. Les qualités de maniabilité d'un aéronef peuvent également être dégradées à cause de l'interaction des pneus et des surfaces granulaires ou meubles des pistes sans revêtement en dur.

5.1 Performances des avions

- 1) La force portante réduite du revêtement de la piste (par rapport à un revêtement en dur) peut entraîner une déformation de la surface soumise à la charge d'un aéronef. Cette déformation entraîne une résistance accrue au roulage (coefficient de frottement au roulage). Durant l'accélération avant le décollage, la distance augmente pour faire accélérer l'aéronef jusqu'à la vitesse de rotation, d'envol ou de décision. Cela entraîne une augmentation des distances de décollage et peut aboutir à une augmentation des distances d'accélération-arrêt.
- 2) Les caractéristiques d'une piste sans revêtement en dur peuvent avoir des effets néfastes sur la capacité de freinage d'un aéronef. Une surface faite de matériaux granulaires meubles peut dégrader les caractéristiques de freinage par rapport à une surface en dur. Les systèmes de freinage anti-patinage optimisés pour les surfaces en dur n'offrent pas les mêmes performances sur les surfaces sans revêtement en dur. L'effet net peut être une hausse des distances d'arrêt durant le décollage (comme dans le cas de l'accélération-arrêt) et au cours de l'atterrissage.
- 3) Les procédures et les équipements nécessaires pour protéger un avion contre les effets des matériaux granulaires ou des débris peuvent également avoir un effet néfaste sur les performances.

5.2 Effet de la pression des pneus sur les performances

- 1) La résistance au roulement d'un avion sur une surface sans revêtement en dur est proportionnelle à la pression des pneus. Le fait de réduire la pression des pneus sans modifier la masse de l'avion aboutit à une redistribution de la charge par roue sur une surface plus étendue. Cela peut réduire la déformation de la surface de la piste et la résistance au roulement des pneus.
- 2) La baisse de pression des pneus peut néanmoins être limitée par la conception des pneus et la nécessité d'éviter la flexion excessive du pneu soumis à la charge. Il peut être nécessaire de réduire la masse de l'aéronef si celui-ci est utilisé avec une pression réduite des pneus. Certains aéronefs sont modifiés au moyen de pneus surdimensionnés, de pneus ballons ou de pneus tundra pour pouvoir être utilisés sur des surfaces sans revêtement en dur.
- 3) Il faudrait considérer que toute modification de la pression des pneus ou du type de pneu utilisé constitue une modification majeure d'un aéronef. Ces changements devraient être assujettis au processus d'approbation de la certification de type d'un aéronef, le but étant que toutes les exigences de navigabilité qui s'appliquent soient respectées.

5.3 Caractéristiques de pilotage

- 1) Les caractéristiques réduites de la forte portante portance et de la surface d'une piste sans revêtement en dur peuvent entraîner une détérioration des caractéristiques de pilotage de l'avion au décollage, à l'atterrissage, lors des manœuvres au sol ou du freinage. L'utilisation de la commande de direction du train avant peut être nécessaire pour améliorer les caractéristiques de pilotage, ou, dans certains cas, interdite si elle n'est pas compatible avec des surfaces sans revêtement en dur. La vitesse minimale de contrôle au sol (V_{MCG}) peut devoir être augmentée pour maintenir le contrôle en direction nécessaire. Toute modification apportée à des procédures telles que l'utilisation d'orientation du train avant ou de la vitesse tels que V_{MCG} son normalement approuvé par le processus de certification des aéronefs de type.

6.0 PROTECTION DES AVIONS UTILISÉS SUR DES PISTES SANS REVÊTEMENT EN DUR

- 1) L'utilisation d'un avion sur une piste sans revêtement en dur expose celui-ci aux dangers provoqués par l'admission et l'ingestion de pierres, de poussière et de débris. Il se peut que les avions nécessitent des modifications pour y installer des systèmes de protection, parmi lesquels divers boucliers, déflecteurs et filtres, des dissipateurs de tourbillons à l'entrée d'air moteur et des finitions résistant à l'usure.
- 2) Des procédures d'utilisation peuvent également être nécessaires pour réduire les risques de dégâts aux moteurs ou à la cellule. Cela englobe l'application progressive de la poussée ou de la puissance pour minimiser l'ingestion de matériaux par les moteurs ou les dégâts aux hélices. Peut-être faudra-t-il limiter l'utilisation de la poussée inverse ou même l'interdire. Peut-être également faudra-t-il configurer les systèmes de prélèvement pour minimiser l'ingestion de poussière.
- 3) Les systèmes comme l'anti-patinage et l'orientation du train avant devraient notamment être évalués en prévision d'une utilisation sur piste sans revêtement en dur afin de déterminer et de reconnaître les différences de comportement de l'avion.
- 4) Il se peut que l'association d'équipements de protection et de procédures opérationnelles ait un effet néfaste sur les performances de l'avion. Ces modifications peuvent également nécessiter des modifications des dispenses prévues dans la Liste principale d'équipement minimal (MMEL)/ Liste d'équipement minimal (MEL).

7.0 CERTIFICATION DES AVIONS EN PRÉVISION DE LEUR UTILISATION SUR DES PISTES SANS REVÊTEMENT EN DUR

- 1) La plupart des avions sont exclusivement conçus et certifiés pour être utilisés sur des pistes lisses à revêtement en dur. Pour l'utilisation sur des pistes à surface sans revêtement en dur, il peut être nécessaire d'installer des systèmes de protection et de tenir compte de la baisse des performances et des qualités de pilotage qui se rattachent à l'utilisation sur une piste sans revêtement en dur.
- 2) Toute modification qui a des effets significatifs ou appréciables sur l'avion exige une approbation de la certification d'aéronef sous forme d'un certificat de type supplémentaire (CTS) ou d'un document d'approbation équivalent. Toutes les exigences de certification applicables, notamment les performances de l'aéronef, doivent être respectées au moment de la certification de la modification d'un avion ou de son utilisation sur une piste sans revêtement en dur.
- 3) Un supplément au AFM, qui contient les limites, les procédures et les renseignements (ou données) sur les performances appropriées pour l'utilisation sur des surfaces sans revêtement en dur, est normalement prescrit dans le cadre de l'approbation de la certification. Le supplément au AFM devrait également comporter une définition de surface pour déterminer les caractéristiques des surfaces de piste sans revêtement en dur à partir ou à destination desquelles l'aéronef a été certifié. La CI 525-006, *Exploitation d'avions sur piste sans revêtement en dur*, contient les critères de certification des avions dont on prévoit l'utilisation sur des surfaces sans revêtement en dur.
- 4) Pour l'exploitation sous le régime de la partie VII du *Règlement de l'aviation canadien* (RAC), les sous-parties 704 et 705 du RAC stipulent que tout calcul des performances en vertu de ces sous-parties doit reposer sur les données approuvées énoncées dans le AFM. Cela signifie que les renseignements sur les performances publiés dans un supplément au AFM pour l'utilisation sur des pistes sans revêtement en dur doivent être respectés pour ce type d'exploitation.
- 5) De nombreux petits aéronefs et gros aéronefs plus anciens n'ont pas d'approbation de certification d'aéronef ou de renseignements dans le AFM portant sur une utilisation sur des pistes sans revêtement en dur. Certains constructeurs fournissent des renseignements non approuvés, que l'on appelle fréquemment les *Données du constructeur*, pour donner des conseils sur l'utilisation de ces avions sur certaines surfaces sans revêtement en dur. Quantité

d'exploitants aériens établissent des procédures opérationnelles particulières pour l'utilisation sur piste sans revêtement en dur afin de protéger leurs avions contre les effets néfastes, sans pour autant tenir compte de la détérioration des performances des avions.

8.0 EXIGENCES RÉGLEMENTAIRES SUR LES PERFORMANCES

- 1) L'article 602.07 du RAC stipule que les aéronefs doivent être exploités conformément aux limites contenues dans le AFM ou dans le supplément qui s'applique. Toutes les limites relatives à une utilisation sur des pistes sans revêtement en dur, y compris les limites qui régissent la force portante minimale de la surface de piste pour laquelle l'utilisation est certifiée, doivent être respectées.
- 2) Pour l'exploitation sous le régime de la partie VII du RAC, les articles 704.45 et 705.55 du RAC stipulent que tout calcul effectué pour les besoins de ces articles doit reposer sur les données approuvées telles qu'elles sont énoncées dans le AFM. Les exploitants aériens doivent donc respecter les exigences minimales sur la force portante de la surface de piste lorsqu'elles figurent comme données de performances dans un AFM approuvé ou un supplément à un AFM.

8.1 Exploitation d'un avion à hélice à partir ou à destination d'une piste en gravier

- 1) Le paragraphe 724.44(1) de la *Norme de service aérien commercial* (NSAC) est la norme relative à la sous-partie 704 du RAC, *Exploitation d'un avion à hélice à partir ou à destination de surfaces non préparées*.
- 2) Le paragraphe 724.44(3) de la NSAC est la norme régissant la sous-partie 704 du RAC, *Exploitation d'un avion à hélice à partir ou à destination de pistes en gravier*. Cette norme exige d'ajuster les performances en prévision d'une utilisation à partir ou à destination de pistes en gravier lorsque ces données ne sont pas expressément abordées dans le AFM, dans un supplément au AFM ou dans les données tirées d'une autre source jugée acceptable par le ministre.
- 3) Les alinéas 724.44(3)c) et 724.44(3)d) de la NSAC énoncent les facteurs de performances qu'il faut utiliser pour calculer la distance de décollage et d'atterrissage respectivement des gros et des petits avions à hélice. Cette distance supplémentaire représente 10 % de la distance sur une surface dure et sèche pour un petit avion [alinéa 724.44(3)c) de la NSAC] et 15 % pour un gros aéronef [alinéa 724.44(3)d) de la NSAC].
- 4) Les alinéas 724.44(3)c) et 724.44(3)d) de la NSAC permettent d'utiliser les données sur une piste à surface dure et sèche de 5 000 pieds comme base pour des distances pondérées de décollage, d'accélération-arrêt et d'atterrissage dans le cadre d'opérations sur des pistes en gravier. Aucun crédit n'est accordé pour l'utilisation d'un prolongement dégagé. Cela veut dire que les facteurs de performances qui figurent dans ces alinéas sont uniquement valables pour un petit aéronef sur une piste en gravier dont la longueur ne dépasse pas 5 500 pieds (sur la base d'un facteur de performances de 10 %) et pour un gros aéronef sur une piste en gravier dont la longueur ne dépasse pas 5 750 pieds (sur la base d'un facteur de performances de 15 %).
- 5) Pour calculer la masse maximale homologuée au décollage en fonction de la longueur de piste utilisable, il faudrait diviser la longueur de la piste en gravier par 1,1 pour obtenir la distance du AFM sur une piste dure et sèche pour un petit aéronef [alinéa 724.44(3)c) de la NSAC] et par 1,15 pour un gros aéronef [alinéa 724.44(3)d) de la NSAC].
- 6) Par exemple, si un gros aéronef décolle d'une piste en gravier de 4 000 pieds de longueur, la masse maximale homologuée au décollage calculée dans le AFM est établie à partir d'une piste dure et sèche dont la longueur est de $4\,000/1,15 = 3\,478$ pieds.
- 7) Les facteurs de performances prévus dans la NSAC reposent sur un rapport entre la pression des pneus en Livre par pouce carré (lb/po²) et un indice portant californien (CBR) mesuré par le pénétromètre de Boeing de 5 ou moins. Toute valeur de ce rapport supérieur à 5 invalide les facteurs de performances prévus dans les alinéas de la NSAC. Un exploitant aérien devrait donc

s'assurer que la pression maximale des pneus de l'avion est limitée en conséquence pour satisfaire ce rapport.

- 8) Par exemple, si un exploitant aérien utilise un aéronef sur une piste en gravier dont le CBR de la surface évaluée est de 25, la pression des pneus doit être limitée pour ne pas dépasser 125 lb/po^2 (5×25). Toute diminution de la pression des pneus pour satisfaire à ce rapport doit être conforme aux exigences de certification et de navigabilité qui s'appliquent à l'aéronef.
- 9) Les facteurs de performances prévus par la NSAC sont également valables pour un CBR minimal de 8, tel que mesuré par le **pénétromètre de Boeing**. Ce CBR indique une très faible force portante de la surface qui ne serait vraisemblablement pratique que pour les tout petits aéronefs, compte tenu de la pression maximale des pneus qui s'y rattache qui est de 40 lb/po^2 . Un exploitant aérien devrait donc faire preuve de précaution lorsqu'il utilise un avion sur des pistes sans revêtement en dur à faible portance.
- 10) Les alinéas 724.44(3)c) et 724.44(3)d) de la NSAC n'accordent aucun crédit pour l'utilisation de l'inversion de poussée dans le calcul de la masse permettant de respecter la distance accélération-arrêt utilisable et la distance d'atterrissage. Ces alinéas n'autorisent pas non plus l'utilisation de prolongements dégagés dans l'axe de piste pour calculer les performances au décollage.

8.2 Pistes sans revêtement en dur gelées

- 1) Durant les périodes de gel prolongé et profond, les surfaces sans revêtement en dur comme les pistes en gravier peuvent présenter des caractéristiques de force portante semblables à celles des pistes pourvues d'une surface en dur asphaltée. L'expérience opérationnelle révèle que deux semaines de températures ambiantes de $-20 \text{ }^\circ\text{C}$ ou moins peuvent être nécessaires pour que la force portante d'une piste sans revêtement en dur atteigne celle d'une piste asphaltée en dur. Une fois gelée, la piste demeure dans cet état, jusqu'à ce que les températures ambiantes remontent au-dessus du point de congélation.
- 2) Il est néanmoins nécessaire de tenir compte des caractéristiques de la piste sans revêtement en dur gelée pour assurer l'application des paramètres opérationnels exacts. Même si une piste sans revêtement en dur qui est gelée peut avoir la même résistance en surface qu'une piste asphaltée en dur, il faut s'assurer que la piste satisfait aussi à toutes les exigences, notamment aux critères de la surface lisse. Il faudrait tenir compte des caractéristiques de la surface gelée pour s'assurer que les performances de freinage prescrites sont respectées.
- 3) Tous les facteurs de performances figurant dans l'AFM doivent s'appliquer aux opérations sur des pistes sans revêtement gelées. Les facteurs de performances relatifs aux opérations prévus au paragraphe 724.44(3) de la NSAC doivent s'appliquer dans le cas d'opérations conformes à cette norme.
- 4) Si la piste gelée est recouverte d'un contaminant gelé comme de la neige tassée, l'exploitant aérien devrait tenir compte des effets du contaminant au moment de calculer les performances de décollage et d'atterrissage.

8.3 Limites de régulation

- 1) Les articles 704.49 et 705.60 du RAC exigent l'application de facteurs de régulation pour l'atterrissage à un aéroport de destination et à un aéroport de dégagement. Ces facteurs doivent être appliqués à la distance d'atterrissage prescrite sur la piste sans revêtement en dur pour la ou les pistes vers lesquelles l'avion se dirige. Il n'est pas nécessaire d'appliquer les limites de régulation sur piste mouillée aux avions à turboréacteurs, selon les exigences des articles 704.50 et 705.61 du RAC, à moins que cela ne soit expressément prescrit par le AFM qui s'applique ou que l'on constate que la surface est suffisamment mouillée pour compromettre les performances de freinage.
- 2) Les exploitants aériens doivent faire preuve de circonspection lorsqu'ils autorisent le départ d'un avion vers une piste sans revêtement là où les limites de régulation réglementaires ne s'appliquent pas. Les distances d'atterrissage de la piste sans revêtement en dur reposent sur les distances d'atterrissage du AFM sans autre marge de distance. Les distances d'atterrissage du

AFM sont tirées de démonstrations des distances d'atterrissage qui utilisent des techniques d'atterrissage plus agressives que celles qu'on utilise au cours d'opérations normales. La possibilité d'un dépassement ou d'une sortie de piste peut augmenter lorsqu'un avion atterrit sur une piste sans revêtement en dur dans des conditions limitatives. Les exploitants aériens doivent songer à réduire la masse à l'atterrissage afin d'offrir une marge de sécurité au niveau des distances d'atterrissage.

9.0 RÉSISTANCE MINIMALE PRESCRITE DE LA SURFACE

- 1) Il faut déterminer la résistance de la surface d'une piste sans revêtement en dur en prévision d'opérations sur des pistes sans revêtement en dur. Les données de performances prescrites au sujet d'un ensemble particulier de conditions publiées dans un AFM ou dans un supplément à propos d'un type de piste sans revêtement particulier (p. ex. en gravier) ne sont pas garanties, sauf si la piste sans revêtement en dur satisfait aux exigences de résistance du AFM ou les dépasse. On doit mesurer la résistance d'une piste en gravier pour effectuer des opérations conformément au paragraphe 724.44(3), afin de s'assurer que le rapport entre la pression des pneus et le CBR ne dépasse pas 5.
- 2) La plupart des aviateurs ont adopté le CBR pour exprimer la résistance de la surface d'une piste sans revêtement en dur. Le CBR est le rapport de la capacité de la force portante d'un échantillon donné de sol par rapport à de la pierre concassée. Le CBR d'une analyse du sol donnée est exprimé sous forme d'un pourcentage qui varie de 0 à 100 % ou d'un nombre entier qui varie de 0 à 100. Lorsque le CBR de la piste sans revêtement en dur est égal ou supérieur à la valeur minimale du CBR publiée dans le AFM ou dans un supplément, les performances publiées dans le AFM sont réalisables.
- 3) Le CBR est accepté comme l'indice le plus courant d'expression de la résistance de la surface d'une piste sans revêtement en dur. Le CBR doit être considéré comme un indice de la résistance de la surface d'une piste par opposition à une valeur absolue ou vraie de la résistance au cisaillement, à cause de la dépendance de la valeur du CBR à l'égard du dispositif de mesure utilisé. C'est pour cette raison qu'il est essentiel qu'un exploitant aérien connaisse et comprenne le dispositif de mesure utilisé pour déterminer la valeur CBR prescrite publiée dans un AFM ou dans un supplément.
- 4) La plupart des aviateurs reconnaissent le CBR prescrit pour les opérations dans le AFM ou dans le supplément qui s'y rattache. Dans son supplément au AFM, un aviateur a fourni les chiffres de numéro de classification (ACN) de l'Organisation de l'aviation civile internationale (OACI) et l'indice de charge d'aéronef (ALR) de Transports Canada pour ses aéronefs au lieu du CBR afin de déterminer la résistance prescrite en prévision d'une utilisation sur des pistes en gravier. L'exploitant aérien de ce type d'aéronef devrait s'assurer que le numéro de classification de chaussée (PCN) ou l'indice de charge de revêtement (PLR) correspondant de la piste est suffisant pour que les exigences respectives de l'ACN ou de l'ALR soient respectées.

10.0 MESURE DE RÉSISTANCE DE LA SURFACE

- 1) La norme de mesure du CBR est celle de l'American Society of Testing Materials (ASTM), qui a des normes pour les essais CBR en laboratoire et sur le terrain. La norme D 4429 de l'ASTM s'applique aux essais *Field In-Place* et consiste à mesurer l'enfoncement dans le sol d'un piston (au moyen d'une plaque plane) confronté à une forte charge réactive. La méthode de l'ASTM précise également l'état du sol, notamment la teneur en humidité, pour lequel les résultats du CBR sont valables.
- 2) La méthode de l'ASTM s'est avérée peu pratique pour les mesures du CBR sur les pistes sans revêtement en dur à cause de l'installation relativement laborieuse nécessaire à cette méthode de mesure. Certains aviateurs ont conçu des méthodes plus simples de mesure du CBR pour les opérations sur piste sans revêtement en dur.

10.1 Le pénétromètre à forte charge de Boeing

- 1) Cet appareil de mesure est couramment utilisé en Amérique du Nord. Cet appareil d'essai se compose d'un vérin hydraulique qui autorise une grande force de pénétration à l'endroit d'une sonde d'essai. La sonde d'essai est enfoncée dans la surface sans revêtement en dur jusqu'à une certaine profondeur (généralement 4 po/10 cm) en augmentant la pression hydraulique dans le vérin. Le vérin hydraulique est normalement positionné contre le châssis d'un véhicule lourd, qui tient lieu de forte charge réactive.
- 2) Le pénétromètre à forte charge de Boeing est analogue à la méthode de l'ASTM sur le plan de l'installation, si ce n'est que l'on applique une sonde plutôt qu'un piston contre la surface. Un CBR est extrait de la pression qu'il faut exercer pour enfoncer la sonde jusqu'à une profondeur donnée. Les CBR extraits du pénétromètre à forte charge de Boeing sont inférieurs d'environ 10 % à ceux tirés de la méthode ASTM sur le terrain pour une pénétration du piston de 0,5 po. (La méthode de l'ASTM oblige à prendre des relevés à 0,1 et à 0,2 po.) Le pénétromètre à forte charge de Boeing est plus pratique que la méthode de l'ASTM pour un usage opérationnel, en raison de son installation plus simple et des CBR relativement proches de la méthode de l'ASTM.

10.2 Le pénétromètre choc à poids mobile

- 1) Certains avionneurs européens utilisent un dispositif appelé pénétromètre choc à poids mobile. Cet appareil utilise un poids mobile qui est élevé à maintes reprises à une hauteur précise et qu'on laisse retomber le long d'une longue tige pour enfoncer une sonde sous la surface jusqu'à une profondeur donnée. Un CBR est extrait du nombre de chutes du poids mobile qu'il faut pour enfoncer la sonde jusqu'à une profondeur donnée.
- 2) La force utilisable pour enfoncer la sonde dans la surface est relativement réduite par rapport à la force hydraulique qui existe dans les méthodes de l'ASTM et du pénétromètre à forte charge de Boeing. Le CBR issu du pénétromètre dynamique peut sous-estimer le CBR tiré du pénétromètre de Boeing sur la même surface d'un coefficient variant de 2 à 4. La présence de petits cailloux d'un diamètre aussi petit que 0,5 po (12,5 mm) peut entraîner des relevés artificiellement élevés. Les valeurs du pénétromètre choc ne sont valables que pour les surfaces relativement meubles en raison des forces de pénétration relativement peu élevées que permet cet appareil.
- 3) Les exploitants aériens devraient savoir que les CBR d'une surface extraits d'un pénétromètre dynamique vont donner des résultats nettement inférieurs à ceux tirés d'un autre appareil de mesure de la résistance comme le pénétromètre à forte charge de Boeing.

10.3 Le pénétromètre de cône dynamique

- 1) Le pénétromètre de cône dynamique obéit aux mêmes principes que le pénétromètre choc à poids mobile. Le pénétromètre de cône dynamique suit la norme D6951/D6951M de l'ASTM, 2009, *Standard Test Method for the Use of the Dynamic Cone Penetrometer in Shallow Pavement Applications*. Les forces que permet le pénétromètre de cône dynamique sont semblables à celles du pénétromètre choc à poids mobile. Il serait bon de faire preuve de circonspection lorsqu'on détermine, sous la forme d'un CBR, la résistance d'une piste sans revêtement en dur au moyen de cet appareil.

10.4 Usage opérationnel des valeurs de l'indice portant californien

- 1) Le CBR tiré d'une autre méthode que la méthode de l'ASTM doit être traité comme un indice de résistance de la surface plutôt que comme une valeur absolue du CBR. La méthode utilisée pour mesurer une piste sans revêtement en dur destinée à une utilisation opérationnelle doit être la même que celle qui sert à calculer le CBR minimum publié dans le AFM ou dans son supplément. Par exemple, si le CBR publié dans le AFM ou dans le supplément au AFM est calculé à l'aide du pénétromètre à forte charge de Boeing, la piste destinée à une utilisation opérationnelle doit être évaluée à l'aide du pénétromètre à forte charge de Boeing.

Remarque :

De nombreux AFM ne précisent pas l'appareil de mesure qui sert à déterminer le CBR minimum ou exigé pour une utilisation opérationnelle.

- 2) Des résultats dangereusement trompeurs peuvent se produire si l'on utilise un pénétromètre à forte charge de Boeing pour mesurer la résistance de la surface d'une piste sans revêtement en dur afin de se conformer au CBR minimum prescrit calculé à l'aide d'un pénétromètre choc à poids mobile. Par exemple, le CBR tiré du pénétromètre à forte charge de Boeing doit donner un résultat qui se situe dans une fourchette de 30 à 60 pour satisfaire au AFM exigeant un CBR de 15 fondé sur le pénétromètre choc (compte tenu d'un facteur d'erreur de 2 à 4 entre les deux appareils).
- 3) C'est la responsabilité de l'exploitant aérien de clairement comprendre le fondement d'un CBR prescrite, qu'exige le AFM ou son supplément pour les opérations sur piste sans revêtement en dur. L'exploitant doit interroger l'avionneur ou une autre source sur le dispositif CBR qui a servi à établir le CBR prescrit tel qu'il est publié dans le AFM ou dans son supplément.

Remarque : Il appartient à l'exploitant aérien de déterminer l'appareil et la méthode de mesure utilisés dans un AFM ou un supplément pour obtenir le CBR nécessaire.

- 4) L'exploitant aérien doit concilier les valeurs de la résistance si différents appareils sont utilisés entre le CBR prescrit et le CBR mesuré en prévision d'une utilisation opérationnelle. Peut-être est-il nécessaire d'appliquer des facteurs de conversion ou de corrélation si les méthodes utilisées pour calculer le CBR pour le AFM ou son supplément diffèrent de celles qui servent à évaluer une piste sans revêtement en dur destinée à une utilisation opérationnelle. L'exploitant aérien peut devoir procéder à une analyse technique ou s'adresser à l'avionneur pour obtenir ce type de renseignement.

10.5 Mesure de la résistance de la surface d'une piste sans revêtement en dur

- 1) Il convient de respecter les directives de l'avionneur au sujet de l'appareil qui permet de mesurer la résistance d'une piste en gravier. Les mesures sont normalement prises le long de la piste dans les traces de roues prévues du train d'atterrissage principal et à intervalles précis [normalement 100 à 200 pi (30 à 60 m)]. Les emplacements de mesure doivent être échelonnés également entre les deux traces de roues. Il faut également prendre des mesures aléatoires le long des voies de circulation et des aires de stationnement ou d'autres secteurs dont on soupçonne qu'ils sont meubles.
- 2) Au moins 20 mesures doivent être prises lorsqu'on mesure la résistance de la surface d'une piste sans revêtement en dur pour tenir compte des caractéristiques de résistance non uniformes d'une telle piste. Le CBR publié de la résistance de la surface d'une piste doit être la moyenne de toutes les mesures prises le long de la piste moins un écart type (c.-à-d. $CBR = X - \sigma$).
- 3) La résistance d'une piste sans revêtement en dur varie selon la teneur en humidité et le moment de l'année. Lorsque la résistance de la piste est mesurée au moment de l'état annuel le plus faible, c'est-à-dire, normalement, peu après le dégel du printemps, il est probable que la résistance de la piste suffise pendant le reste de l'année, à moins que la piste ne soit exposée à des périodes prolongées de précipitations. L'exploitant aérien doit continuellement surveiller l'état de la piste sans revêtement, afin de s'assurer que les exigences en matière de résistance continuent d'être respectées à des fins d'exploitation.
- 4) D'autres mesures peuvent également s'imposer à d'autres profondeurs si cela est prescrit par le supplément au AFM ou par la méthode d'essai particulière qui s'applique à l'appareil de mesure.

11.0 GESTION DES RENSEIGNEMENTS

- 1) Sans objet.

12.0 HISTORIQUE DU DOCUMENT

- 1) Sans objet.

13.0 BUREAU RESPONSABLE

Les suggestions de modification au présent document sont les bienvenues et doivent être soumises au :

Chef, Normes de service aérien commercial par courriel à l'adresse suivante :

AARTInfoDoc@tc.gc.ca

Jacqueline Booth

[Original signé par]

La directrice intérimaire des Normes,
Aviation civile
Transports Canada

Les documents et les pages de l'Intranet de Transport Canada mentionnés dans ce document sont disponibles sur demande.