
**Anodisation de l'aluminium et de
ses alliages — Détermination de la
résistance à l'abrasion des couches
d'oxyde anodiques**

*Anodizing of aluminium and its alloys — Measurement of abrasion
resistance of anodic oxidation coatings*

iTeh Standards
(<https://standards.iteh.ai>)
Document Preview

[ISO 8251:2018](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/d1370d52-f5d3-4f3a-b738-da2019e6bae2/iso-8251-2018)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/d1370d52-f5d3-4f3a-b738-da2019e6bae2/iso-8251-2018>



iTeh Standards
(<https://standards.iteh.ai>)
Document Preview

[ISO 8251:2018](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/d1370d52-f5d3-4f3a-b738-da2019e6bae2/iso-8251-2018)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/d1370d52-f5d3-4f3a-b738-da2019e6bae2/iso-8251-2018>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2018

Tous droits réservés. Sauf prescription différente ou nécessité dans le contexte de sa mise en œuvre, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie, ou la diffusion sur l'internet ou sur un intranet, sans autorisation écrite préalable. Une autorisation peut être demandée à l'ISO à l'adresse ci-après ou au comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office
Case postale 401 • Ch. de Blandonnet 8
CH-1214 Vernier, Genève
Tél.: +41 22 749 01 11
Fax: +41 22 749 09 47
E-mail: copyright@iso.org
Web: www.iso.org

Publié en Suisse

Sommaire

Page

| | |
|--|-----------|
| Avant-propos | v |
| Introduction | vi |
| 1 Domaine d'application | 1 |
| 2 Références normatives | 1 |
| 3 Termes et définitions | 1 |
| 4 Caractéristiques des essais d'abrasion | 2 |
| 4.1 Généralités..... | 2 |
| 4.2 Essai d'usure à la roue abrasive..... | 2 |
| 4.3 Essai au jet abrasif..... | 2 |
| 4.4 Essai d'abrasion par chute de sable..... | 2 |
| 5 Essai d'usure à la roue abrasive | 2 |
| 5.1 Principe..... | 2 |
| 5.2 Appareillage..... | 3 |
| 5.2.1 Appareil d'essai d'usure à la roue abrasive..... | 3 |
| 5.2.2 Bande abrasive..... | 3 |
| 5.2.3 Appareil de mesure à courants de Foucault..... | 3 |
| 5.2.4 Balance..... | 3 |
| 5.3 Mode opératoire..... | 4 |
| 5.3.1 Éprouvette normalisée..... | 4 |
| 5.3.2 Éprouvette d'essai..... | 4 |
| 5.3.3 Mode opératoire d'essai..... | 4 |
| 5.4 Expression des résultats..... | 5 |
| 5.4.1 Généralités..... | 5 |
| 5.4.2 Résistance à l'usure..... | 5 |
| 5.4.3 Résistance à l'usure de masse..... | 6 |
| 5.4.4 Indice d'usure..... | 6 |
| 5.4.5 Indice d'usure de masse..... | 6 |
| 6 Essai au jet abrasif | 6 |
| 6.1 Principe..... | 6 |
| 6.2 Appareillage..... | 7 |
| 6.2.1 Appareil pour essai au jet abrasif..... | 7 |
| 6.2.2 Abrasif..... | 7 |
| 6.2.3 Appareil de mesure à courants de Foucault..... | 8 |
| 6.2.4 Balance..... | 8 |
| 6.3 Mode opératoire..... | 8 |
| 6.3.1 Éprouvette normalisée..... | 8 |
| 6.3.2 Éprouvette d'essai..... | 8 |
| 6.3.3 Étalonnage de l'appareil..... | 8 |
| 6.3.4 Étalonnage de la buse de projection..... | 9 |
| 6.3.5 Détermination..... | 9 |
| 6.3.6 Utilisation d'une éprouvette de référence..... | 9 |
| 6.4 Expression des résultats..... | 9 |
| 6.4.1 Généralités..... | 9 |
| 6.4.2 Facteur de correction du jet abrasif..... | 10 |
| 6.4.3 Résistance spécifique moyenne à l'abrasion..... | 10 |
| 6.4.4 Résistance relative spécifique moyenne à l'abrasion..... | 10 |
| 7 Essai d'abrasion par chute de sable | 11 |
| 7.1 Principe..... | 11 |
| 7.2 Appareillage..... | 11 |
| 7.2.1 Appareillage d'essai d'abrasion par chute de sable..... | 11 |
| 7.2.2 Ohmmètre..... | 11 |
| 7.2.3 Abrasif..... | 11 |

| | | |
|------------------------------|---|-----------|
| 7.3 | Éprouvette d'essai..... | 12 |
| | 7.3.1 Échantillonnage..... | 12 |
| | 7.3.2 Dimensions..... | 12 |
| | 7.3.3 Traitement avant l'essai..... | 12 |
| 7.4 | Environnement d'essai..... | 12 |
| 7.5 | Conditions d'essai..... | 12 |
| 7.6 | Mode opératoire d'essai..... | 12 |
| | 7.6.1 Généralités..... | 12 |
| | 7.6.2 Méthode de la conductivité électrique..... | 12 |
| | 7.6.3 Méthode du diamètre de point..... | 13 |
| 7.7 | Expression des résultats..... | 13 |
| | 7.7.1 Méthode de la conductivité électrique..... | 13 |
| | 7.7.2 Méthode du diamètre de point..... | 13 |
| 8 | Rapport d'essai..... | 13 |
| Annex A (normative) | Préparation de l'éprouvette normalisée..... | 15 |
| Annex B (informative) | Autres formes d'expressions des résultats pour l'essai d'usure à la roue abrasive..... | 17 |
| Annex C (informative) | Étude en profondeur de la résistance à l'abrasion..... | 20 |
| Annex D (informative) | Conception de l'appareil d'essai d'usure à la roue abrasive..... | 24 |
| Annex E (informative) | Conception de l'appareil pour essai au jet abrasif..... | 26 |
| Annex F (informative) | Conception de l'appareil d'essai d'abrasion par chute de sable..... | 29 |
| Bibliographie..... | | 31 |


 (https://standards.iteh.ai)
 Document Preview

[ISO 8251:2018](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/d1370d52-f5d3-4f3a-b738-da2019e6bae2/iso-8251-2018)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/d1370d52-f5d3-4f3a-b738-da2019e6bae2/iso-8251-2018>

Avant-propos

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est en général confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique créé à cet effet. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO participent également aux travaux. L'ISO collabore étroitement avec la Commission électrotechnique internationale (IEC) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les procédures utilisées pour élaborer le présent document et celles destinées à sa mise à jour sont décrites dans les Directives ISO/IEC, Partie 1. Il convient, en particulier, de prendre note des différents critères d'approbation requis pour les différents types de documents ISO. Le présent document a été rédigé conformément aux règles de rédaction données dans les Directives ISO/IEC, Partie 2 (voir www.iso.org/directives).

L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments du présent document peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. L'ISO ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et averti de leur existence. Les détails concernant les références aux droits de propriété intellectuelle ou autres droits analogues identifiés lors de l'élaboration du document sont indiqués dans l'Introduction et/ou dans la liste des déclarations de brevets reçues par l'ISO (voir www.iso.org/brevets).

Les appellations commerciales éventuellement mentionnées dans le présent document sont données pour information, par souci de commodité, à l'intention des utilisateurs et ne sauraient constituer un engagement.

Pour une explication de la nature volontaire des normes, la signification des termes et expressions spécifiques de l'ISO liés à l'évaluation de la conformité, ou pour toute information au sujet de l'adhésion de l'ISO aux principes de l'Organisation mondiale du commerce (OMC) concernant les obstacles techniques au commerce (OTC), voir www.iso.org/avant-propos.

Le présent document a été élaboré par le comité technique ISO/TC 79, *Métaux légers et leurs alliages*, sous-comité SC 2, *Couches organiques et couches d'oxydation anodique sur l'aluminium*. iso-8251-2018

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition (ISO 8251:2011), qui a fait l'objet d'une révision technique. Les principales modifications techniques sont les suivantes:

- l'ajout de la préparation des éprouvettes d'essai;
- pour l'expression des résultats, l'ajout de la perte de masse;
- le transfert d'une partie de l'expression des résultats à l'[Annexe B](#);
- l'ajout d'une éprouvette normalisée formée d'une plaque en PMMA.

Il convient que l'utilisateur adresse tout retour d'information ou toute question concernant le présent document à l'organisme national de normalisation de son pays. Une liste exhaustive desdits organismes se trouve à l'adresse www.iso.org/fr/members.html.

Introduction

La résistance à l'abrasion des couches d'oxyde anodiques est une propriété importante. Étant donné qu'elle dépend de la composition du métal, de l'épaisseur de la couche ainsi que des conditions d'anodisation et de colmatage, cette propriété peut renseigner sur la qualité de ladite couche, sa résistance potentielle à l'érosion ou à l'usure et ses performances en service. Par exemple, les effets d'une température d'anodisation anormalement élevée, susceptible de provoquer une détérioration en service par farinage des couches superficielles, peuvent être facilement détectés par un essai de résistance à l'usure par abrasion.

L'expression «résistance à l'abrasion» est utilisée par convention dans l'industrie; à strictement parler, il conviendrait de nommer cette propriété «résistance à l'usure», sachant qu'il existe différents types d'usure, dont l'usure par abrasion et l'usure par érosion.

iTeh Standards
(<https://standards.iteh.ai>)
Document Preview

[ISO 8251:2018](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/d1370d52-f5d3-4f3a-b738-da2019e6bae2/iso-8251-2018)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/d1370d52-f5d3-4f3a-b738-da2019e6bae2/iso-8251-2018>

Anodisation de l'aluminium et de ses alliages — Détermination de la résistance à l'abrasion des couches d'oxyde anodiques

1 Domaine d'application

Le présent document spécifie les essais suivants:

- a) essai d'usure à la roue abrasive, qui détermine la résistance à l'abrasion de couches d'oxyde anodiques par une roue abrasive sur des éprouvettes plates d'aluminium et de ses alliages;
- b) essai au jet abrasif, qui détermine la résistance comparée à l'abrasion de couches d'oxyde anodiques par un jet de particules abrasives sur des couches d'oxyde anodiques en aluminium ou ses alliages;
- c) essai d'abrasion par chute de sable, qui détermine la résistance à l'abrasion de couches d'oxyde anodiques par chute de sable sur des couches d'oxyde anodiques minces en aluminium ou ses alliages.

L'application de l'essai d'usure à la roue abrasive et de l'essai au jet abrasif à des couches produites par anodisation dure est décrite dans l'ISO 10074.

2 Références normatives

Les documents suivants cités dans le texte constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

ISO 6344-1, *Abrasifs appliqués — Granulométrie — Partie 1: Contrôle de la distribution granulométrique*

ISO 7583, *Anodisation de l'aluminium et de ses alliages — Termes et définitions*

ISO 7823-1, *Plastiques — Plaques en poly(méthacrylate de méthyle) — Types, dimensions et caractéristiques — Partie 1: Plaques coulées*

ISO 8486-1, *Abrasifs agglomérés — Détermination et désignation de la distribution granulométrique — Partie 1: Macrograins F4 à F220*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions de l'ISO 7583 ainsi que les suivants s'appliquent.

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

— ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <https://www.iso.org/obp>

— IEC Electropedia: disponible à l'adresse <http://www.electropedia.org/>

3.1

épreuve normalisée

épreuve produite conformément à des conditions spécifiées

Note 1 à l'article: Les conditions sont spécifiées à l'[Annexe A](#).

4 Caractéristiques des essais d'abrasion

4.1 Généralités

Trois types d'essais d'abrasion relèvent du domaine d'application du présent document: l'essai d'usure à la roue abrasive (4.2), l'essai au jet abrasif (4.3) et l'essai d'abrasion par chute de sable (4.4).

4.2 Essai d'usure à la roue abrasive

Détermination de la résistance à l'abrasion par déplacement d'une éprouvette d'essai par rapport à un papier abrasif sous une pression spécifiée. L'essai décrit permet de déterminer la résistance à l'usure ou l'indice d'usure des couches d'oxyde près de la surface ou sur toute l'épaisseur du revêtement anodique, ou bien de n'importe quelle zone intermédiaire choisie.

NOTE 1 L'essai d'usure à la roue abrasive détermine la résistance à l'usure par abrasion.

Cet essai est applicable à toutes les couches d'oxyde anodiques d'épaisseur supérieure à 5 µm formées sur des éprouvettes plates en aluminium ou ses alliages.

Cet essai n'est pas applicable à des éprouvettes concaves ou convexes; celles-ci peuvent être examinées à l'aide de l'essai au jet abrasif qui donne une valeur moyenne de la résistance à l'abrasion de la couche.

NOTE 2 Des dimensions minimales de 50 mm × 50 mm sont normalement utilisées pour les éprouvettes d'essai.

4.3 Essai au jet abrasif

Détermination de la résistance comparée à l'abrasion par l'impact de particules abrasives projetées sur une éprouvette d'essai. La résistance spécifique moyenne à l'abrasion des couches d'oxyde anodiques peut être déterminée.

NOTE 1 L'essai au jet abrasif détermine la résistance comparée à l'usure par érosion.

Cet essai est applicable à toutes les couches d'oxyde anodiques d'épaisseur supérieure à 5 µm formées sur de l'aluminium ou ses alliages. Il convient tout particulièrement aux surfaces qui ne sont pas planes. Si des surfaces d'essai planes convenables sont disponibles, il est préférable de recourir à l'essai d'usure à la roue abrasive. Les produits courants peuvent être soumis à essai sans découpage préalable si l'enceinte de l'appareil peut les loger.

NOTE 2 Cet essai convient particulièrement aux éprouvettes d'essai de faibles dimensions car il nécessite une surface d'essai de seulement 2 mm de diamètre environ par éprouvette.

4.4 Essai d'abrasion par chute de sable

Détermination de la résistance à l'abrasion par l'impact de particules abrasives tombant librement sur des couches d'oxyde anodiques.

Cet essai convient à des couches d'oxyde anodiques minces, généralement d'épaisseur inférieure à 15 µm.

NOTE L'essai d'abrasion par chute de sable détermine la résistance à l'usure par érosion.

5 Essai d'usure à la roue abrasive

5.1 Principe

Les couches d'oxyde anodiques formées sur une éprouvette d'essai sont usées par abrasion, dans des conditions déterminées, par un mouvement de va-et-vient contre une bande de papier au carbure de silicium fixée sur la circonférence d'une roue. Après chaque double course, la roue tourne d'un angle de faible valeur pour amener une partie non usée de la bande abrasive au contact de la surface d'essai. La

diminution d'épaisseur de couche ou de masse ainsi obtenue permet de calculer la résistance à l'usure, la résistance à l'usure de masse, l'indice d'usure ou l'indice d'usure de masse. Ce résultat est comparé à celui obtenu sur une éprouvette normalisée ou sur une éprouvette de référence.

Cette méthode de mesure de l'épaisseur de couche nécessite normalement l'utilisation d'un appareil de mesure à courants de Foucault muni d'un palpeur de diamètre inférieur à 12 mm. Si l'on ne dispose pas d'un tel appareil, il convient d'utiliser la méthode par perte de masse.

NOTE Une représentation complète des caractéristiques d'usure des couches d'oxyde anodiques peut être obtenue par abrasion progressive de la surface d'essai jusqu'à mise à nu du métal de base, puis par élaboration d'une courbe représentant l'épaisseur de couche enlevée par rapport au nombre de doubles courses utilisé. C'est ce que l'on appelle l'étude en profondeur des couches d'oxyde anodiques (voir l'[Annexe C](#)).

Il convient de réaliser l'essai à température ambiante et à une humidité relative inférieure à 65 %.

5.2 Appareillage

5.2.1 Appareil d'essai d'usure à la roue abrasive

L'appareil se compose d'un dispositif de serrage ou d'une plaque de compression permettant de maintenir l'éprouvette d'essai dans une position horizontale fixe, ainsi que d'une roue de 50 mm de diamètre, recouverte sur sa circonférence extérieure d'une bande de papier au carbure de silicium de 12 mm de largeur. La force exercée entre la roue et la surface d'essai doit pouvoir varier de zéro à au moins 4,9 N, avec une exactitude de $\pm 0,05$ N. L'action abrasive est obtenue soit par le mouvement de va-et-vient de la roue fixe dans un plan horizontal parallèle et en contact avec la surface d'essai, sur une longueur de 30 mm, soit par le déplacement de l'éprouvette d'essai sur la roue fixe dans les mêmes conditions. Un appareil type est illustré à la [Figure D.1](#).

Après chaque double course, la roue tourne d'un angle de faible valeur pour amener une partie neuve de papier au carbure de silicium au contact de la surface de l'éprouvette avant de procéder à la double course suivante. L'angle de rotation est tel qu'à l'issue de 400 doubles courses, la roue aura effectué un tour complet. À ce stade, la bande de papier au carbure de silicium doit être changée. La vitesse relative de déplacement doit être de (40 ± 2) doubles courses par minute. Le nombre de doubles courses peut être enregistré à l'aide d'un compteur et il est normalement prévu que l'appareil s'arrête automatiquement dès qu'un nombre prédéfini de doubles courses est atteint (400 doubles courses maximum). La surface de l'éprouvette d'essai doit rester exempte de poudre ou de débris d'abrasion pendant toute la durée de l'essai.

5.2.2 Bande abrasive

La bande abrasive est une bande de papier au carbure de silicium P320 (dont la spécification doit être conforme à l'ISO 6344-1) de 12 mm de largeur. Elle doit être d'une longueur de 158 mm, suffisante pour couvrir la roue abrasive sans chevauchement. Elle doit être fixée par collage.

NOTE Le papier P320 est de qualité 45 μm (granulométrie 320).

5.2.3 Appareil de mesure à courants de Foucault

Un appareil de mesure à courants de Foucault muni d'un palpeur de diamètre approprié est décrit dans l'ISO 2360.

5.2.4 Balance

Utiliser une balance de laboratoire permettant une lecture à 0,1 mg près.

5.3 Mode opératoire

5.3.1 Éprouvette normalisée

Préparer l'éprouvette normalisée en aluminium spécifiée à l'[Annexe A](#).

Si les parties intéressées en ont convenu ainsi, une éprouvette normalisée constituée d'une plaque en poly(méthacrylate de méthyle) (PMMA) conformément à l'ISO 7823-1 peut être utilisée.

NOTE La résistance à l'abrasion de l'éprouvette normalisée en aluminium et celle de l'éprouvette normalisée en PMMA, toutes les deux spécifiées à l'[Annexe A](#), diffèrent d'un facteur de 5. À des fins de comparaison de la perte de masse, une éprouvette normalisée en PMMA est utilisée en ajustant le nombre de doubles courses.

5.3.2 Éprouvette d'essai

5.3.2.1 Échantillonnage

L'éprouvette d'essai doit être prélevée sur une surface significative du produit; elle ne doit pas être prélevée près d'un bord en raison d'un risque de déformation et/ou d'absence d'uniformité.

Lorsqu'il n'est pas possible de soumettre à essai le produit lui-même, une éprouvette d'essai peut être utilisée. Dans ce cas, toutefois, l'éprouvette d'essai utilisée doit être une éprouvette représentative du produit. Elle doit être constituée du même matériau et préparée dans les mêmes conditions de finition que celles qui ont eu cours pour préparer le produit.

L'alliage d'aluminium, les conditions de fabrication (type de matériau et trempe) et l'état de surface avant traitement doivent être les mêmes que pour le produit.

Le prétraitement, l'anodisation et le colmatage doivent être réalisés dans les mêmes bains et dans les mêmes conditions que le traitement du produit.

5.3.2.2 Dimensions

Il convient que les dimension normalisées de l'éprouvette d'essai soient de 50 mm × 50 mm.

5.3.2.3 Traitement avant l'essai

L'éprouvette d'essai doit être propre, exempte de saleté, de taches et d'autres matières étrangères. Tout dépôt ou tache doit être éliminé au moyen d'un chiffon doux propre, ou d'un matériau similaire, qui est humidifié avec de l'eau ou un solvant organique approprié tel que l'éthanol. Un solvant organique susceptible de corroder l'éprouvette d'essai ou de générer sur celle-ci un film protecteur ne doit pas être utilisé.

5.3.3 Mode opératoire d'essai

5.3.3.1 Le mode opératoire d'essai suivant doit être appliqué à l'éprouvette normalisée et/ou à l'éprouvette d'essai. Les bandes abrasives utilisées pour l'éprouvette d'essai doivent provenir du même lot que celles qui sont utilisées pour l'éprouvette normalisée. Une éprouvette de référence peut être utilisée sur accord des parties intéressées (voir l'[Annexe B](#)).

5.3.3.2 Sélectionner la surface d'essai de l'éprouvette normalisée et/ou de l'éprouvette d'essai à user. Mesurer l'épaisseur de la couche d'oxyde anodique de l'éprouvette normalisée et/ou de l'éprouvette d'essai en au moins trois points de la surface d'essai à l'aide de l'appareil de mesure à courants de Foucault et calculer la valeur d'épaisseur moyenne (d_1). Pour la variation de masse, relever la masse (m_1) de l'éprouvette normalisée et/ou de l'éprouvette d'essai à 0,1 mg près au moyen de la balance.

5.3.3.3 Serrer l'éprouvette normalisée et/ou l'éprouvette d'essai en position sur l'appareil. Si l'éprouvette d'essai n'est pas rigide, la coller fermement sur une tôle métallique rigide plane à l'aide d'un adhésif avant de procéder à l'essai.

5.3.3.4 Fixer une bande abrasive neuve sur la circonférence de la roue abrasive. Régler la force exercée entre la roue et la surface d'essai à $(3,9 \pm 0,1)$ N.

5.3.3.5 Faire effectuer à l'appareil 400 doubles courses ou un nombre adéquat de doubles courses correspondant à l'épaisseur de la couche et au type d'alliages d'aluminium.

5.3.3.6 Enlever l'éprouvette normalisée et/ou l'éprouvette d'essai de l'appareil, l'essuyer soigneusement pour éliminer tous les débris. Déterminer la valeur d'épaisseur moyenne (d_2) ou relever la masse (m_2). Il est possible qu'une longueur de 3 mm située à une extrémité de la surface d'essai ait subi une usure excessive due à la rotation continue de la roue à cet endroit; il convient de ne pas tenir compte de cette zone lors des mesurages d'épaisseur.

Des couches d'oxyde anodiques fraîchement mises à nu peuvent voir leur masse augmenter par absorption de vapeur d'eau. La détermination doit avoir lieu le plus tôt possible après la fin de l'essai.

5.3.3.7 Effectuer au moins deux autres essais sur la même éprouvette normalisée et/ou éprouvette d'essai, sur des surfaces d'essai qui ne se chevauchent pas. Suivre le mode opératoire spécifié de [5.3.3.2](#) à [5.3.3.6](#).

Déterminer l'épaisseur et/ou la masse moyenne d'au moins trois éprouvettes normalisées et/ou éprouvettes d'essai, avant abrasion (d_1 et/ou m_1) et après abrasion (d_2 et/ou m_2).

5.4 Expression des résultats

5.4.1 Généralités

Il convient de choisir pour les résultats l'une des formes d'expression indiquées de [5.4.2](#) à [5.4.5](#).

Une forme d'expression des résultats différente peut être choisie sur accord entre les parties intéressées (voir l'[Annexe B](#)).

5.4.2 Résistance à l'usure

La résistance à l'usure, R_W , en doubles courses par micromètre, peut être exprimée à l'aide de [l'Équation \(1\)](#):

$$R_W = \frac{N}{d_1 - d_2} \quad (1)$$

où

N est le nombre de doubles courses;

d_1 est l'épaisseur moyenne, en micromètres, avant abrasion;

d_2 est l'épaisseur moyenne, en micromètres, après abrasion.