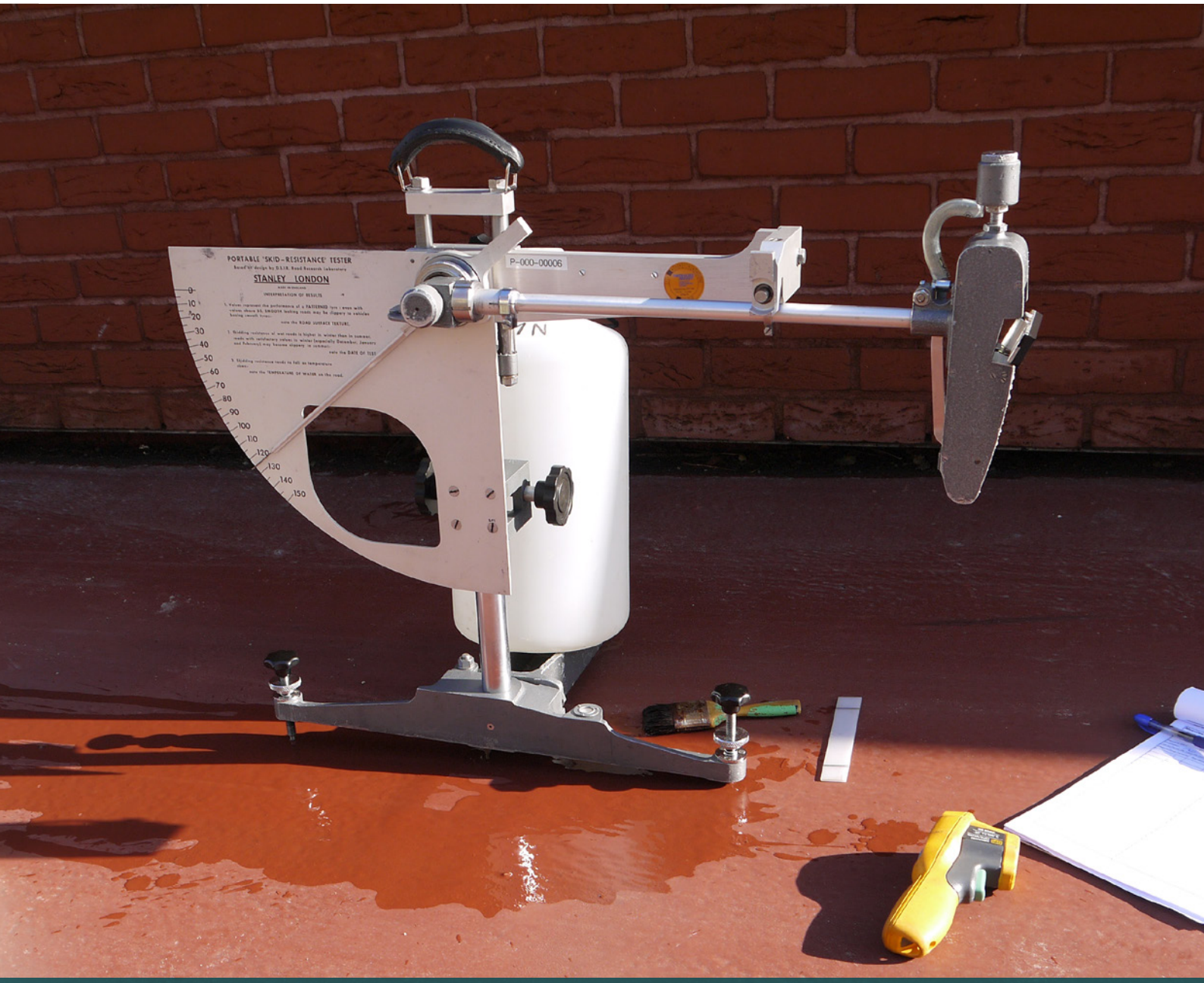
Centre de recherches routières
Ensemble pour des routes durables



17

Instruments pour les gestionnaires routiers

SRT

Mesure de la rugosité à l'aide du *Skid Resistance Tester* (pendule SRT)

Synthèse SF 48 – rév. 2

Le Centre de recherches routières (CRR) est un institut de recherche impartial fondé en 1952. Il exerce son activité au bénéfice de tous les partenaires du secteur routier belge. Le développement durable par l'innovation est le fil conducteur de toutes les activités du CRR. Le CRR partage ses connaissances avec les professionnels du secteur routier entre autres par le biais de ses publications (codes de bonne pratique, synthèses, comptes rendus de recherche, méthodes de mesure, fiches d'information, Newsletter CRR, Dossiers, rapports d'activités). Nos publications sont largement diffusées en Belgique et à l'étranger auprès de centres de recherche scientifique, d'universités, d'institutions publiques et d'instituts internationaux. Plus d'informations sur nos publications et activités: *www.crr.be*

Avis au lecteur

Bien que cette publication ait été rédigée avec le plus grand soin possible, des imperfections ne sont pas exclues. Ni le CRR, ni ceux qui y ont collaboré ne peuvent être tenus pour responsables des informations fournies qui le sont à titre purement documentaire et non contractuel. Cette publication consiste en une série de fiches, fournissant aux gestionnaires routiers des informations détaillées sur différents outils et méthodes de diagnostic pouvant mener à des mesures d'entretien et/ou de renforcement rationnelles et objectives.

Instruments pour les gestionnaires routiers (pour une approche globale, objective et rationnelle de la gestion des voiries). Fiche 17 SRT – Mesure de la rugosité à l'aide du *Skid Resistance Tester* (pendule SRT) / Centre de recherches routières. Bruxelles : CRR, 2023, 12 p. (Synthèse ; SF 48-Fiche 17 – rév. 2).

Dépôt légal: D/2019/0690/3

© CRR – Tous droits réservés.

Editeur responsable: Annick De Swaef, Boulevard de la Woluwe 42, 1200 Bruxelles

Instruments pour les gestionnaires routiers
(pour une approche globale objective et rationnelle de la gestion des voiries)
Synthèse SF 48 – rév. 2

Fiche 17 – **SRT**
Mesure de la rugosité à l'aide du *Skid Resistance Tester* (pendule SRT)

Centre de recherches routières
Etablissement reconnu par application de l'arrêté-loi du 30 janvier 1947
Bruxelles
2023

Fiche 17 – Pendule SRT

OUTIL

✓ AU NIVEAU DU PROJET

✓ AU NIVEAU DU RÉSEAU

✓ SURFACE DE LA CHAUSSÉE

STRUCTURE DE LA CHAUSSÉE

DO-IT-YOURSELF

Contact

Luc Goubert: +32 2 766 03 51;
l.goubert@brrc.be

17 | SRT

Mesure de la rugosité à l'aide du ***Skid Resistance Tester*** **(pendule SRT)**

Objectif

Le pendule SRT est utilisé pour mesurer la rugosité [1](humide) des surfaces:

- surfaces qui sont circulées par toutes sortes de véhicules équipés de pneus en caoutchouc: voitures particulières, camionnettes, camions, bus, motos, vélomoteurs, vélos, trottinettes, chaises roulantes, etc. Dans ce cas, le pendule SRT évalue le risque de glissance au freinage ou dans les virages, ou le risque de patinage des pneus au démarrage. Pour les deux-roues, la rugosité est particulièrement importante pour le maintien de l'équilibre. Une faible rugosité, qui peut également être évaluée au moyen du pendule SRT, signifie un risque de chute;
- déterminer le risque de glissance/chute des piétons sur une surface donnée, par exemple un trottoir, une passerelle pour piétons, un passage pour piétons, une terrasse, etc.

Sur une telle surface, la mesure peut être réalisée in situ ou sur un échantillon en laboratoire.

Vu que seule une petite surface est testée à chaque mesure - on peut parler de méthode ponctuelle - la méthode est particulièrement adaptée à une utilisation sur des surfaces petites ou étroites, ce qui est le cas des marquages, par exemple. La méthode est également adaptée à des endroits où il n'est pas possible de conduire (assez vite) avec un équipement à haut rendement (voir ci-dessous) : trottoirs, parkings, places, etc.

[1] Rugosité = propriété qui lutte contre le mouvement relatif de deux surfaces en contact physique (par exemple, le pneu et le revêtement)

Principe de fonctionnement – Méthodologie

Les spécifications du pendule SRT (figure 1) sont décrites dans une norme belge/européenne [1].

Une plaque en caoutchouc (figure 2) est fixée à l'extrémité du bras du pendule.

Avant la mesure, on fixe le pendule à l'aide d'une mesure de distance de sorte que, pendant la mesure, la plaque en caoutchouc glisse sur la surface à tester (figure 3) sur une distance précise (126 mm). La surface à échantillonner doit également être humidifiée.

On laisse tomber le bras du pendule à partir de la position horizontale. La plaque en caoutchouc glisse sur la surface et grâce au frottement, une partie de l'énergie cinétique est convertie en chaleur. Plus la rugosité est élevée, plus la perte d'énergie cinétique est grande. Après avoir glissé sur la surface, le pendule remonte et la perte en niveau d'élévation est lue à partir d'une échelle arbitraire, appelée *Pendulum Test Value* (PTV).

Selon que l'on veut évaluer le risque de glissance pour les véhicules ou le risque de chute des piétons, on utilise une plaque en caoutchouc différente: la plaque en caoutchouc «57» (ou la variante un peu plus molle «55») est molle et représentative des pneus de véhicules. On l'appelle aussi parfois la plaque en caoutchouc ISO. La plaque en caoutchouc «96» est dure et présente les propriétés de semelles de chaussures. Elle est appelée la plaque «4S», qui signifie *Standard Shoe Sole Simulation*. Des études réalisées dans les années 1980-1990 [2] indiquent qu'il existe une assez bonne corrélation entre d'une part le résultat du pendule SRT avec la plaque «4S» et le risque de chute déterminé par des tests de marche sur diverses surfaces dans des conditions de laboratoire: le coefficient de corrélation s'élève environ à 0,8.

Figure 1 – *Pendule SRT*

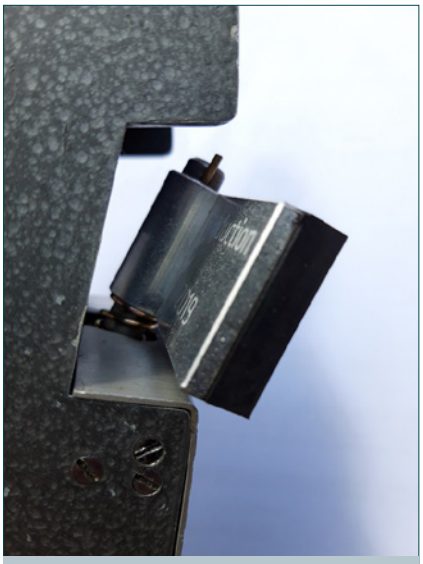


Figure 2 – *Plaque en caoutchouc à l'extrémité du bras du pendule SRT*

Figure 3 – *Mesure d'une longueur de 126 mm*

Figure 4 – *Echelle arbitraire du pendule SRT (*Pendulum Test Value*, PTV)*

Résultats

La valeur PTV lue est une mesure de la rugosité. Le résultat doit être corrigé pour les effets de la température.

Limites d'acceptation

Risque de glissance pour les véhicules (mesure SRT à l'aide d'une plaque en caoutchouc «55» ou «57»)

Les valeurs cibles telles qu'illustrées dans le manuel d'origine du pendule SRT [3] sont reprises au tableau 1.

Catégorie	Type	Valeur PTV minimum (humide)
A	Sites très exigeants tels que: - Ronds-points - Virages sur des routes dont le rayon de courbure est inférieur à 150 m - Routes ayant une inclinaison de 5 % ou plus sur une distance d'au moins 100 m - Zones d'approche de feux lumineux	65
B	Autoroutes, autres routes principales et routes dans des villes au trafic dense (plus de 2 000 véhicules par jour)	55
C	Toutes les autres routes	45

Tableau 1 – *Valeurs cibles pour le SRT avec plaque en caoutchouc «55» telles que reprises dans le manuel d'origine de l'appareil*

Les cahiers des charges types régionaux belges ne prévoient plus de mesures au pendule SRT avec la plaque en caoutchouc «57» que pour l'évaluation de la rugosité des marquages et du béton imprimé, et uniquement dans le cas d'un engagement de résultat.

	Flandre [4]	Wallonie [5]	Région de Bruxelles-Capitale [6]
Valeur minimale type pour les marquages	45	45	45
Passages pour piétons	50	50	50
Pistes cyclables ou grandes surfaces colorées (p. ex. carrefours)	55	55	-[2]

Tableau 2 – *Valeurs minimales pour des mesures SRT avec plaque en caoutchouc «57» sur des marquages, telles que reprises dans les cahiers des charges types respectifs*

Les valeurs minimales appliquées pour le béton imprimé en Flandre et en Wallonie sont reprises au tableau 3.

	Flandre [4]	Wallonie [5]
Béton imprimé (béton hydraulique)	50	70
Béton imprimé (résine méthacrylique)	-[2]	65

Tableau 3 – *Valeurs SRT minimales avec plaque en caoutchouc «57» pour béton imprimé en Flandre et en Wallonie*

Risque de chute pour les piétons (mesure SRT avec plaque en caoutchouc «96»)

En l'absence de valeurs limites «belges» ou «européennes», il est recommandé d'utiliser les valeurs limites britanniques de la *Health and Safety Executive* (HSE), telles qu'indiquées au tableau 4 [7]. Ces valeurs sont aussi proposées par le CEREMA (France) [8].

Glissance	Valeur SRT avec la plaque en caoutchouc «96»
Elevée	0 - 24
Modérée	25 - 35
Faible	> 36

Tableau 4 – *Valeurs limites pour le risque de chute des piétons, mesurées au pendule SRT, avec la plaque en caoutchouc «96»*

Pour information: en Australie et en Nouvelle-Zélande, pour évaluer le risque de chute des piétons, on utilise soit la plaque en caoutchouc «96», soit la plaque «57». Il existe cinq classes de sécurité pour la plaque en caoutchouc «96» (V, W, X, Y et Z) et deux pour la plaque «57» (V et W). L'évaluation est plus stricte en Australie et en Nouvelle-Zélande (tableau 5) [9-10].

[2] Pas de valeur précisée dans ce cas

Classe	Mesure SRT		Contribution de la surface du sol au risque de glissance en conditions humides
	Plaque en caoutchouc «96»	Plaque en caoutchouc «97»	
V	> 54	> 44	Très faible
W	45 - 54	40 - 44	Faible
X	35 - 44	-	Modérée
Y	25 - 34	-	Elevée
Z	< 25	-	Très élevée

Tableau 5 – *Valeurs limites australiennes/néozélandaises pour le risque de chute des piétons, mesurées au pendule SRT*

Sur une pente de 5°, le CEREMA propose des valeurs plus strictes (tableau 6).

Risque de chute pour une pente de 5°	Valeur SRT avec la plaque en caoutchouc «96»
Elevé	0 - 24
Modéré	25 - 35
Faible	> 36

Tableau 6 – *Valeurs limites pour le risque de chute des piétons, mesurées au pendule SRT avec la plaque en caoutchouc «96»*

Application

Type de route	Niveau du projet	Niveau du réseau
Autoroutes et routes principales	✓	✓
Voiries communales et urbaines	✓	✓
Trottoirs	✓	✓
Pistes cyclables	✓	✓
Parkings	✓	✓
Routes privées	✓	✓
Zones portuaires		
Pistes aéroportuaires		

Restrictions

Une mesure au pendule SRT ne permet l'échantillonnage que d'une petite surface (126 mm x 75 mm). Si l'on souhaite évaluer la rugosité d'une plus grande surface, il faut réaliser des mesures sur plusieurs points afin d'estimer l'homogénéité de la rugosité sur la surface à évaluer et d'obtenir un résultat représentatif. Les mesures au pendule SRT doivent être effectuées par un opérateur expérimenté. Le soin et le temps nécessaires doivent être consacrés au réglage correct de l'appareil, et ce pour chaque point de mesure. De plus, les mesures représentent une charge physique pour l'opérateur (genoux, dos), si bien qu'il faut prévoir régulièrement des moments de repos et que le rendement n'est pas aussi élevé, maximum cinq mesures par heure et une trentaine par jour de travail.

Des mesures sur échantillons en laboratoire peuvent être réalisées sur une table et sont plus confortables pour l'opérateur.

Complémentarité des résultats de mesure

En Belgique, la rugosité des revêtements (sauf du béton imprimé aux endroits où des marquages sont appliqués) est mesurée à l'aide d'appareils à haut rendement, qui mesurent soit le coefficient de frottement transversal (CFT), soit le coefficient de frottement longitudinal (CFL). En Flandre, pour mesurer le CFT, on utilise généralement un appareil du type «SKM» [11][3], là où en Wallonie et à Bruxelles, on mesurera par défaut la rugosité des revêtements à l'aide du «SCRIM» [12][4]. Le CRR dispose d'un «Odoliographe» pour mesurer le CFT [13]. Lorsqu'il est impossible de déterminer le CFT, par exemple en raison de la présence de ralentisseurs de trafic, on utilise dans les trois Régions un «Griptester» [14].

Techniques et méthodes apparentées

Le CRR possède un *Portable Friction Tester* (PFT). Il s'agit d'un appareil conçu pour réaliser des mesures liées au pendule SRT (vitesse peu élevée et pression faible sur le caoutchouc), combiné à un meilleur rendement et une meilleure ergonomie que le SRT. Des études relatives à la corrélation entre les mesures PFT et SRT (avec la plaque en caoutchouc «57») ont à chaque fois donné une bonne corrélation, mais toutes les études n'ont pas donné le même rapport. Selon une étude réalisée par VTI en 2007 [15], une valeur PFT de 0,52 correspond à une valeur SRT de 50. Selon trois autres études [16], dont une à laquelle le CRR a participé en 2016, une valeur PFT de 0,52 correspond à une valeur SRT de seulement 40, soit une différence significative. Dans l'attente d'une étude plus approfondie et de données supplémentaires, le PFT peut déjà être utilisé pour effectuer une première évaluation rapide de la rugosité.

Curieusement, le résultat du PFT semble mieux correspondre au risque de chute déterminé par les tests de marche sur diverses surfaces dans des conditions de laboratoire que le pendule SRT avec la plaque «4S»: pour le PFT, le coefficient de corrélation s'élève environ à 0,9 [2].

[4] En Flandre, selon le Standaardbestek 250 version 4.1, on peut aussi utiliser le SCRIM ou l'odoliographe.

[5] L'odoliographe est également autorisé pour autant que la corrélation avec le SCRIM soit démontrée

Sécurité – Signalisation

L'installation sur site perturbe le trafic de manière très ponctuelle. Une demande d'autorisation est introduite au préalable auprès des autorités compétentes.

Lorsque nécessaire, une signalisation conforme à celle prévue pour un chantier de 6e catégorie (selon l'Arrêté Ministériel du 7 mai 1999) est mise en place.

Chaque intervenant sur le site porte des vêtements et des équipements de protection individuelle adéquats pour des chantiers routiers.

Le véhicule d'assistance est muni de la signalisation règlementaire selon le pays où les mesures sont effectuées.

Bibliographie

[1] Bureau de Normalisation (NBN) (2011)
NBN EN 13036-4: Caractéristiques de surface des routes et aérodromes - Méthode d'essai. Partie 4, méthode d'essai pour mesurer l'adhérence d'une surface: L'essai au pendule.
Bruxelles : NBN.

[2] Chant, W.-R., Courtney, T.K., Grönqvist, R. & Redfern, M. (2003)
Measuring slipperiness: human locomotion and surface factors.
Abingdon (UK) : Taylor & Francis.
ISBN 978-0-415-29828-8.

[3] Road Research Laboratory (RRL) (1969)
Instructions for using the portable skid-resistance tester.
London : Her Majesty's Stationery Office (HMSO). (Road Note (RN), 27).

[4] Vlaamse Overheid - Agentschap Wegen en Verkeer (2019)
Standaardbestek 250 voor de wegenbouw [versie 4.1].
Bruxelles : AWV. Disponible en ligne: http://docs.wegenenverkeer.be/Standaardbestek%20250/Versie%204.1/. Dernière consultation: 17/12/2019.

[5] Service Public de Wallonie - Direction Générale Opérationnelle des Routes et des Bâtiments (2012, version 2016 consolidée
CCT Qualiroutes : cahier des charges-type
Namur : SPW-DG01. Disponible en ligne: http://qc.spw.wallonie.be/fr/qualiroutes/index_cctquali.html. Dernière consultation: 17/12/2019.

[6] Région de Bruxelles-Capitale (2015)
CCT 2015 : cahier des charges type des travaux de voirie en Région de Bruxelles-Capitale.
Bruxelles: Région de Bruxelles-Capitale. Disponible en ligne: https://mobilite-mobiliteit.brussels/sites/default/files/tb2015.pdf. Dernière consultation: 17/12/2019.

[7] Health and Safety Executive (HSE) (2012)
Assessing the slip resistance of flooring.
[s.l.] (UK). (HSE Technical Information Sheet. Disponible en ligne: https://www.hse.gov.uk/pubns/geis2.htm. Dernière consultation: 17/12/2019.

PORTABLE SKID-RESISTANCE TESTER
STANLEY LONDON
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100
110
120
130
140
150

[8] Centre d'Études et d'Expertise sur les Risques, l'Environnement, la Mobilité et l'Aménagement (CEREMA) (2019)
Adhérence des revêtements pour des cheminements piétons confortables et sûrs.
Source [France] : CEREMA. (Connaissances CEREMA, ISSN 2417-9701, fiche 17). Disponible en ligne: https://www.cerema.fr/fr/centre-ressources/boutique/savoirs-base-securite-routiere. Dernière consultation: 17/12/2019.

[9] Standards Australia (1999)
HB 197: An introductory guide to the slip resistance of pedestrian surface materials.
Syndey: Standards Australia.

[10] Standards Australia, Standards New Zealand (2004)
AS/NZS 4584: Slip resistance classification of new pedestrian surface materials.
Sydney : Standards Australia; Wellington: Standards New Zealand.

[11] European Committee for Standardization (CEN) (2009)
CEN/TS 15901-8: Road and airfield surface characteristics. Part 8, procedure for determining the skid resistance of a pavement surface by measurement of the sideway-force coefficient (SFCD): SKM.
Brussels : CEN.

[12] European Committee for Standardization (CEN) (2009)
CEN/TS 15901-6: Road and airfield surface characteristics. Part 6, procedure for determining the skid resistance of a pavement surface by measurement of the sideway force coefficient (SFCS): SCRIMM.
Brussels : CEN.

[13] European Committee for Standardization (CEN) (2011)
Road and airfield surface characteristics. Part 13: Procedure for determining the skid resistance of a pavement surface by measurement of a sideway force coefficient (SFCO): the odoliograph.
Brussels : CEN.

[14] European Committee for Standardization (CEN) (2009)
Road and airfield surface characteristics. Part 7: Procedure for determining the skid resistance of a pavement surface using a device with longitudinal fixed slip ration (LFCG): the grip tester.
Brussels : CEN.

[15] Wälivaara, B. (2007)
Validation of VTI-PFT version 4: measurement on flat and profiled road markings.
Linköping [Sweden] : Swedish National Road and Transport Research Institute (VTI). (VTI Notat, 16-2007).

[16] Açikgöz, T. & Verliet, J. (2016)
Onderzoek naar methoden voor het meten van de stroefheid. [thesis].
Antwerpen : Universiteit Antwerpen (UA) – Faculteit Toegepaste Ingenieurswetenschappen.

Liste des fiches descriptives

1. **APL –** Mesure de l'uni longitudinal des chaussées
2. **Cartographie –** Pour un diagnostic clair
3. **FPP –** Mesure de l'uni longitudinal des pistes cyclables
4. **FWD –** Mesure des caractéristiques structurelles des chaussées
5. **GPR –** Radiographie des structures routières
6. **SKM –** Mesure de l'adhérence des chaussées
7. **Qualidim –** Calcul de la durée de vie résiduelle des chaussées
8. **Inspection visuelle pour la gestion des réseaux de voirie des villes et des communes**
9. **Indicateurs de performances structurelles pour la gestion des chaussées**
10. **ViaBEL –** Logiciel pour la gestion des chaussées
11. **CPX –** Mesures du bruit selon la méthode *Close ProXimity*
12. **Mesure de la macrotexture et de la mégatexture des revêtements à l'aide du profilomètre laser**
13. **Observation du trafic et de conflits à l'aide de caméras**
14. **Analyse du trafic par tubes pneumatiques**
15. **Contrôle géométrique des dispositifs surélevés sur la voie publique: ralentisseurs de trafic et plateaux**
16. **Analyse du trafic par radar Doppler**
17. **Mesure de la rugosité à l'aide du *Skid Resistance Tester* (pendule SRT)**
18. **Chaise de mesure –** Outil pour l'évaluation du confort des revêtements piétons
19. **Fast-FWD –** Mesure des caractéristiques structurelles des chaussées