



Centre de recherches routières
Ensemble pour des routes durables



Instruments pour les gestionnaires routiers

11 | CPX

Mesures du bruit selon la méthode *Close ProXimity (CPX)*

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 11 CPX – Mesures du bruit selon la méthode *Close ProXimity* / Centre de recherches routières. Bruxelles : CRR, 2019, 12 p. (Synthèse ; SF 48-Fiche 11 – rév. 1).

Dépôt légal: D/2019/0690/3

© CRR – Tous droits réservés.

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

Fiche 11 – **CPX**
Mesures du bruit selon la méthode *Close ProXimity (CPX)*



OUTIL



AU NIVEAU DU PROJET



AU NIVEAU DU RÉSEAU



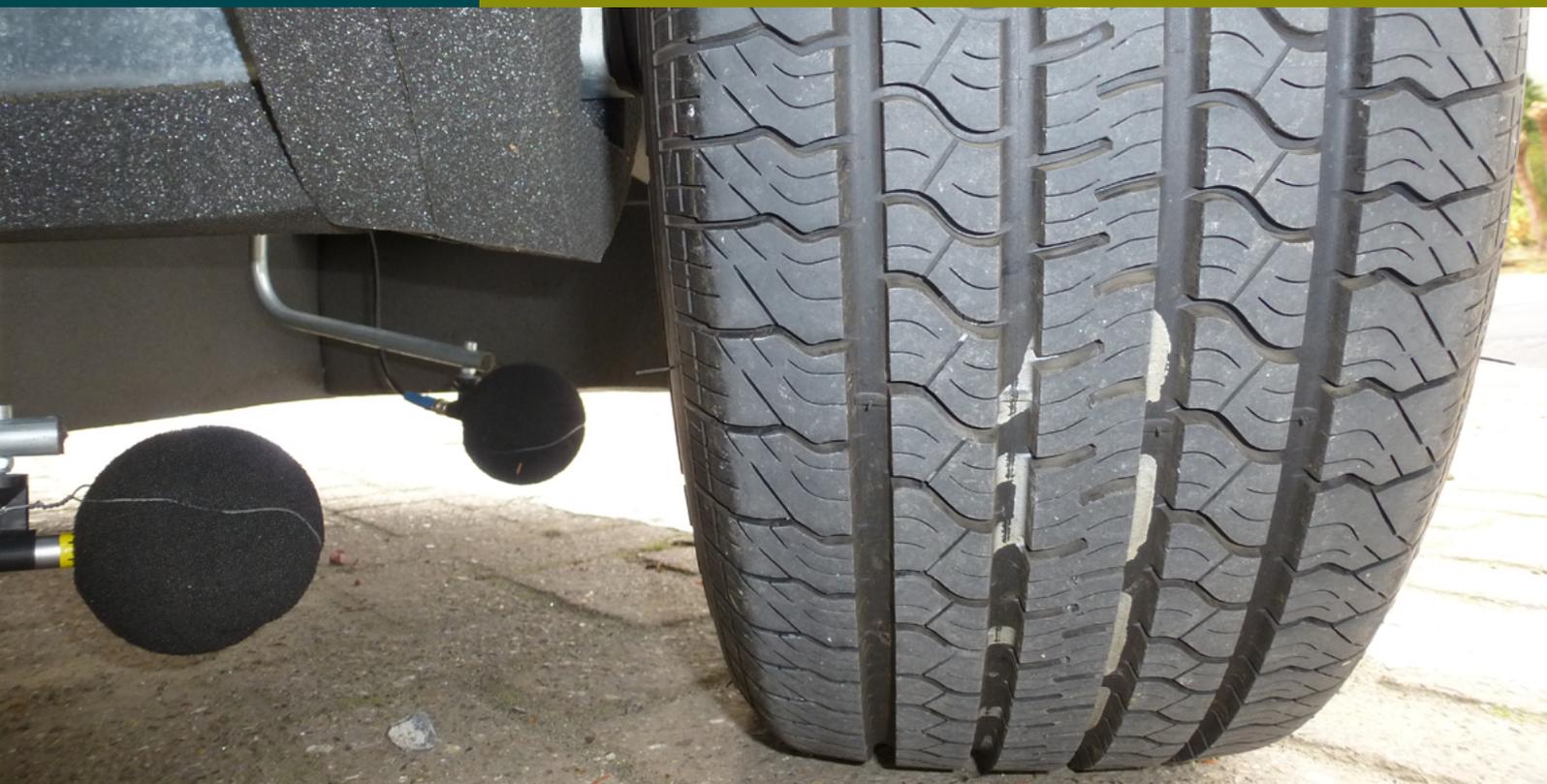
SURFACE DE LA CHAUSSÉE

STRUCTURE DE LA CHAUSSÉE

DO-IT-YOURSELF

Contact

Anneleen Bergiers: +32 2 766 03 17;
a.bergiers@brrc.be



11 | CPX

Mesures du bruit selon la méthode *Close ProXimity (CPX)*

Objectif

La méthode *Close ProXimity (CPX)* est une méthode où le bruit pneu-revêtement est mesuré à l'aide de microphones placés près du pneu d'une roue qui roule sur un revêtement. Le but principal de la méthode CPX est d'évaluer tant la qualité acoustique que l'homogénéité d'un revêtement routier sur un trajet déterminé.

La méthode CPX est notamment utilisée pour la classification de la qualité acoustique des revêtements, pour l'évaluation de l'influence d'une certaine intervention dans le revêtement routier sur la production sonore, pour le suivi de la qualité acoustique d'un revêtement dans le temps et pour le contrôle acoustique initial à l'occasion de la réception des revêtements.

Principe de fonctionnement – Méthodologie

Pour cette méthode, des microphones se trouvent près du pneu d'une roue qui roule sur la surface à tester. Contrairement à la méthode *Statistical Pass-By (SPB)*, où la mesure se fait en «champ lointain», la mesure se fait ici dans le «champ proche». La roue peut soit être incorporée dans une remorque spécialement conçue à cet effet, telle que la remorque CPX du CRR, soit simplement faire partie du véhicule d'essai. Les microphones sont placés à une vingtaine de centimètres du bord du pneu. Cette méthode exige le plus grand soin afin d'éviter que la mesure ne soit perturbée par des bruits parasites tels que les turbulences de l'air, les bruits structurels de la remorque, du moteur ou de l'échappement du véhicule d'essai, etc.

Les spécifications de cette méthode sont définies dans la norme ISO 11819-2, en particulier les positions des microphones. Celles-ci semblent en effet exercer une influence majeure sur les résultats des mesures.

La remorque de mesure CPX se déplace sur le tronçon de route à mesurer à une vitesse de référence de 50, 80 ou 110 km/h. Les mesures sont effectuées avec deux types de pneus de référence: le pneu P1 et le pneu H1, qui sont respectivement caractéristiques de la production sonore des pneus pour voitures particulières et pour camions (figure 1). Ces pneus de référence sont décrits dans l'ISO/TS 11819-3.

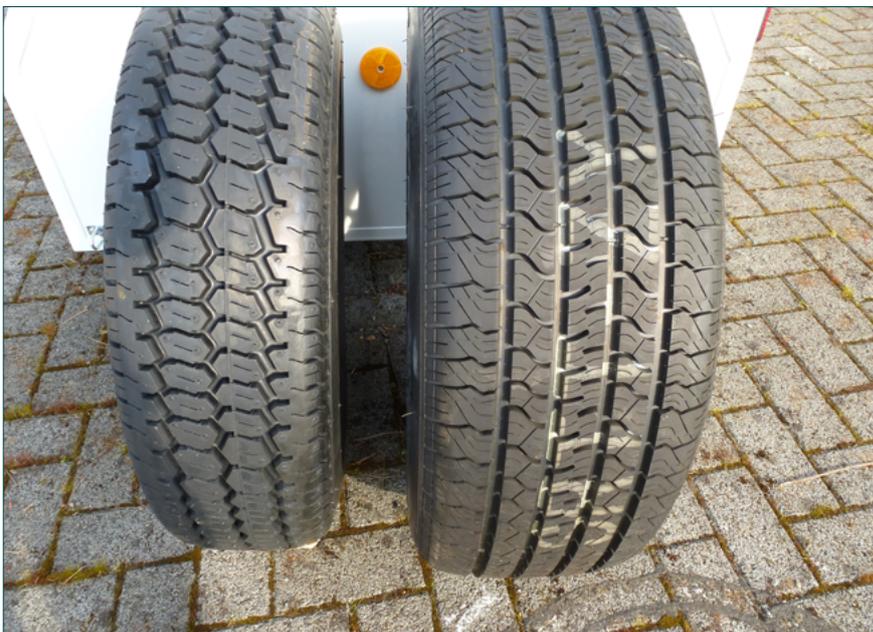


Figure 1 – Pneus de référence (à gauche: H1; à droite: P1)

Une correction est effectuée pour la température de l'air, qui dépend du type de revêtement. La procédure pour la correction de la température est décrite dans l'ISO/TS 13471- 1.

Résultats

Le résultat obtenu est un niveau sonore CPX, qui caractérise la section de route totale mesurée pour les véhicules légers ($L_{CPX:P}$) et pour le trafic lourd ($L_{CPX:H}$). On peut en déduire l'indice CPX $L_{CPX:I}$, comme moyenne pondérée du niveau sonore CPX pour les véhicules légers ($L_{CPX:P}$) et le niveau sonore CPX pour le trafic lourd ($L_{CPX:H}$).

Le niveau sonore par 20 m de longueur de route (L_{CPX}) et le spectre de bande de tiers d'octave de la section de route totale mesurée peuvent aussi être illustrés (315 - 5 000 Hz). Ces résultats sont illustrés dans un graphique. La méthode de mesure donne donc aussi une idée de l'homogénéité du revêtement sur la longueur mesurée. Les figures 2 et 3 montrent le résultat d'une mesure CPX sur une longueur de 200 m sur SMA-C de deux ans (calibre maximal 10 mm), à 80 km/h réalisée avec le pneu P1.

Le niveau sonore peut éventuellement être calculé par 100 m de longueur de route. Le résultat est illustré sous forme de tableau.

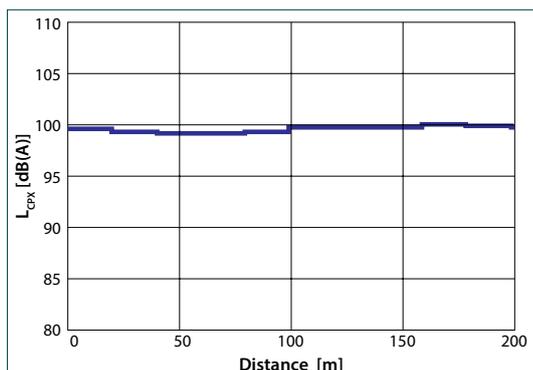


Figure 2 – Niveau sonore CPX par 20 m de longueur de route

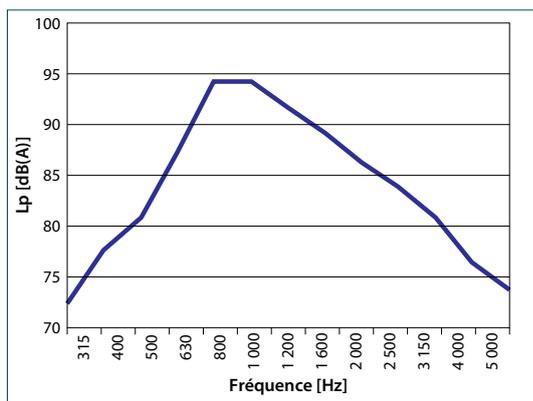


Figure 3 – Spectre de bande de tiers d'octave

Limites d'acceptation

S'il y a des limites d'acceptation spécifiques, celles-ci sont spécifiées dans le cahier des charges. Il n'existe toutefois pas encore de classification des revêtements selon la qualité acoustique. La classification ci-après est basée sur les expériences de mesure de l'*Agentschap Wegen en Verkeer* et peut être utilisée à titre indicatif pour des mesures à 80 km/h avec un pneu P1.

La même classification est actuellement utilisée en Wallonie par le Service Public de Wallonie (SPW) pour des mesures à 80 km/h avec un pneu P1 et un pneu H1.

Niveau du bruit de roulement CPX	Classe
≤ 96,0 dB(A)	Très silencieux
> 96,0 dB(A) ≤ 98,0 dB(A)	Silencieux
> 98,0 dB(A) ≤ 100,0 dB(A)	Normal
> 100,0 dB(A) ≤ 102,0 dB(A)	Bruyant
> 102,0 dB(A)	Très bruyant

Flandre

Mesures et essais

Le cahier des charges type flamand SB 250 décrit la mesure du bruit de roulement avec la méthode CPX au Chapitre 14, paragraphe 4.23.4:

Le bruit de roulement est mesuré avec la méthode CPX selon l'ISO/CEN 11819-2:

- mesuré avec deux pneus SRTT, un dans chaque frayée;
- la remorque est de type fermé;
- la vitesse de mesure est de 80 km/h;
- la température de l'air est comprise entre 5 °C et 30 °C.

Le bruit de roulement moyen est mesuré par 20 m et ramené à la température de 20 °C.

Le bruit de roulement moyen par hm CPX_m est la moyenne des résultats de 20 m.

Revêtements en béton de ciment

Le cahier des charges type flamand Standaardbestek SB 250 décrit au Chapitre 6 paragraphe 1.6.3.10.D les exigences posées lors du contrôle du bruit de roulement aux revêtements mis en œuvre en béton bicouche pour les classes de construction B1-B5: le bruit de roulement moyen par hm répond au CPX_m ≤ CPX_{m,max} = 99,0 dB(A).

Revêtements bitumineux

Le SB 250 décrit au chapitre 6, paragraphe 2.6.2.6.D les exigences lors des contrôles du bruit de roulement sur des revêtements avec couche de roulement silencieuse (AGT). Ces couches de roulement silencieuses sont réparties en deux classes (classe I = silencieuse, classe II = très silencieuse). Les exigences en matière de réception provisoire sur des revêtements avec une couche de roulement en SMA-D sont également reprises.

Le bruit de roulement moyen CPX_m par hm répond lors de la réception provisoire et définitive aux exigences du tableau suivant:

Moment de mesure	SMA-D	Revêtement avec couches de roulement silencieuses	
		classe I	classe II
Réception provisoire CPX _{m, max}	96,0 dB(A)	96,0 dB(A)	93,0 dB(A)
Réception définitive			
1 an CPX _{m, max}		97,0 dB(A)	95,0 dB(A)
2 ans CPX _{m, max}		98,0 dB(A)	97,0 dB(A)
3 ans CPX _{m, max}		99,0 dB(A)	98,0 dB(A)
5 ans CPX _{m, max}		(*)	(*)

(*) à déterminer dans les documents de marché

Réduction due à une moins-value

Le SB 250 décrit au Chapitre 6 paragraphes 1.7.10.4 et 2.7.6.4, respectivement pour les revêtements en béton de ciment et les revêtements bitumineux des réductions dues à des moins-values décrites au moyen d'une formule de réfraction, quand le bruit de roulement par hm CPX_m est supérieur au bruit de roulement moyen autorisé CPX_{m,max} et inférieur à CPX_{m,max} + 3 dB(A).

Région de Bruxelles-Capitale

Pas de mention dans le cahier des charges type (CCT).

Wallonie

Bien que pour l'instant, il n'y ait toujours pas de mention dans le CCT Qualiroutes, il est bien question de le faire à l'avenir.

Performances

Capacité

Des mesures sur une plus longue distance sont possibles. Il est notamment possible de mesurer la bande de droite d'une autoroute complète en quelques heures de temps en continu.

Vitesse pendant les mesures

La vitesse de référence pendant l'exécution des mesures s'élève à 50, 80 ou 110 km/h. D'autres vitesses sont également possibles si cela s'avère nécessaire pour des raisons techniques ou de sécurité, mais elles ne sont pas conformes aux vitesses de référence recommandées décrites dans l'ISO 11819-2.

Mesure

Les mesures avec la remorque CPX sont renouvelables et reproductibles.

Restrictions

- Vu l'ampleur, le poids et la vitesse constante exigée pendant l'exécution, la remorque CPX ne peut pas être utilisée sur tous les sites.
- Le revêtement doit être sec.
- Pendant les mesures, la température de l'air doit être comprise entre 5 et 30 °C.
- La vitesse du vent ne peut pas être supérieure à 10 m/s.
- Le revêtement testé doit être d'au moins 20 m de long et de préférence plus long que 100 m.
- Le revêtement testé ne présente pas de virage d'un rayon inférieur à 250 m à 50 km/h et inférieur à 500 m à 80 km/h, étant donné que cela influence les résultats de mesure.
- Il faut être prudent avec les mesures dans les tunnels en raison des réflexions sonores éventuelles, et en cas de montées plus raides que 1:20 en raison de l'impact potentiel du bruit du moteur sur le résultat de mesure.
- Pour des mesures sur une plus longue distance (sur une autoroute par exemple), la mesure est parfois gênée par des situations de trafic spécifiques comme des motos bruyantes et des obstructions comme des véhicules qui s'insèrent et des camions qui empêchent de mesurer à vitesse continue. Il arrive dans ce cas que quelques centaines de mètres manquent à la mesure.
- La présence de mesures de ralentissement du trafic telles que des plateaux est susceptible de compliquer les mesures. La remorque CPX de mesure peut même se voir dégradée étant donné qu'elle se trouve très près du sol.

Complémentarité des résultats de mesure

Il peut être utile de confronter les résultats des mesures CPX à ceux des techniques ou méthodes de détermination d'autres caractéristiques de surface vu que celles-ci influencent la qualité acoustique du revêtement:

- mesures de texture;
- mesures d'absorption;
- mesures de l'impédance mécanique.

Il est possible de monter l'IMAJBOX® du CRR sur le véhicule de mesure (figure 4), pour faire des photos géolocalisées qui pourront ensuite être associées aux mesures.



Figure 4 – IMAJBOX® du CRR

Techniques et méthodes apparentées

Mesures de bruit selon la méthode SPB

Il convient de souligner que des valeurs absolues de mesures CPX ne peuvent pas être comparées à des valeurs absolues de mesures SPB. Des mesures CPX comprennent uniquement le bruit provenant de l'interaction entre le pneu et le revêtement alors que des mesures SPB prennent en compte l'intégralité du bruit du véhicule. Les résultats de mesure CPX sont beaucoup plus élevés parce que les mesures sont effectuées au plus près de la source sonore (le pneu). La méthode CPX est moins sensible aux propriétés absorbantes du revêtement. Avec la méthode SPB, le résultat de mesure est influencé par les effets

d'absorption et de propagation. Dans le projet européen PC7 ROSANNE, une vaste étude a été réalisée sur la corrélation entre les mesures SPB et CPX. Comme résultat, plusieurs formules ont été définies pour convertir les résultats de mesure de SPB en CPX et vice-versa. Cela introduit toutefois toujours une certaine incertitude.

Mesures de bruit selon la méthode OBSI

Aux Etats-Unis, on utilise la méthode *On-Board Sound Intensity* (OBSI). Les résultats de la méthode CPX et de la méthode OBSI ne sont pas directement comparables étant donné qu'ils se basent sur des principes de mesure différents et sur des positions de microphones différentes. Les mesures sont aussi réalisées à des vitesses de référence différentes. Avec la méthode CPX, on mesure la pression sonore, avec la méthode OBSI, l'intensité sonore. Une étude danoise a démontré qu'il y avait une bonne corrélation entre les résultats de mesure.

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	✓	✓

Le véhicule de mesure est bien visible et équipé de la signalisation réglementaire (barres zébrées, gyrophare, etc.) de la Région ou du pays où les mesures sont réalisées. Des mesures supplémentaires ne sont généralement pas nécessaires quand la vitesse pendant l'exécution coïncide avec celle des autres usagers de la route.

Si des mesures sont demandées à une vitesse qui ne coïncide pas avec celle des autres usagers de la route (p.ex. une mesure CPX à 80 km/h sur la bande de gauche ou du milieu d'une autoroute) ou à un endroit où dans des conditions normales, il n'y a pas de trafic (p.ex. sur la bande d'arrêt d'urgence), il faut prévoir la signalisation nécessaire pour garantir la sécurité du véhicule de mesure.

Bureau National de Normalisation (2001)

NBN EN ISO 11819-1 : Acoustique : mesurage de l'influence des revêtements chaussés sur le bruit émis par la circulation. Partie 1, méthode statistique au passage.
Bruxelles : NBN.

Bureau National de Normalisation (2017)

NBN EN ISO 11819-2 : Acoustique : méthode de mesurage de l'influence des revêtements de chaussées sur le bruit émis par la circulation. Partie 2, méthode de proximité immédiate.
Bruxelles : NBN.

International Organisation for Standardization (2017)

ISO/TS 11819-3 : Acoustics : measurement of the influence of road surfaces on traffic noise. Part 3, reference tyres.
Genève : ISO.

International Organisation for Standardization (2017)

ISO/TS 13471-1 : Acoustics : temperature influence on tyre/road noise measurement. Part 1, correction for temperature when testing with the CPX method.
Genève : ISO.

Vlaamse Overheid – Agentschap Wegen en Verkeer (2019)

Standaardbestek 250 voor de wegenbouw [versie 4.1]. Hoofdstuk 6, Hoofdstuk 14.
Bruxelles : AWV.

European Commission (s.d.)

Rosanne-project : rolling resistance, skid resistance, and noise emission measurement standards for road surfaces.
Brussels : EC. <http://rosanne-project.eu/> Dernière consultation 30/04/2019.

Kragh, J. (ed.) (2014)

ROSANNE. Deliverable D2.3, report on the analysis and comparison of existing noise measurement methods for noise properties of road surfaces.
Brussels : European Commission (EC). <http://www.rosanne-project.eu/documents?id=7299> Dernière consultation 30/04/2019.

American Association of State Highway and Transportation Officials (2015)

AASHTO TP 76 : standard method of test for measurement of tire/pavement noise using the on-board sound intensity (OBSI) method.
Washington : AASHTO.

Oddershede, J., Bendtsen, H., Kragh, J., Sohaney, R. & Rasmussen, R. (2013)

CPX – OBSI relation in tyre/road noise measurement results.

In : Noise control for quality of life : proceedings of the 42nd international congress and exposition on noise control engineering (INTERNOISE), Innsbruck, Austria, September 15-18, 2013.

S.I. : International Institute of Noise Control Engineering (I-INCE) ; Innsbruck : Österreichischer Arbeits-ring für Lärmbekämpfung (ÖAL).

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. **Odoligraphe** – 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 macrotecture et de la mégatecture 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