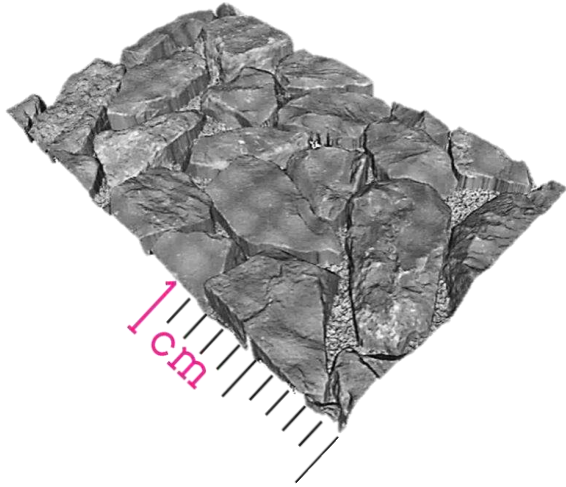


Evaluation de nouveaux appareils d'auscultation en macrotexture – quels usages pour quels appareils ?

N. Grignard – Cerema
C. Ropert – Université Gustave Eiffel

Rappel macrotexture



0.5 – 50 mm

0.1 – 20 mm

- Evacuation film eau
- Dépend de:
 - la formulation,
 - la granulométrie,
 - la mise en œuvre.



(Michelin, 2001)

Résumé : la présente note technique fixe les spécifications et les modalités de contrôle en matière d'adhérence pour la réception des travaux de couches de roulement neuves dans le domaine routier. L'adhérence d'une chaussée correspond à sa capacité à mobiliser des forces de frottement entre le pneumatique d'un véhicule et la surface du revêtement sous l'effet des sollicitations engendrées par la conduite.

Catégorie : note fixée par le secrétaire d'État aux préfets de région, aux services et aux sociétés concessionnaire d'autoroutes, chargée de l'application.

Domaine : route ; adhérence des couches de roulement.

Mots clés liste fermée : Transports, Activités maritimes, Ports, Navigation intérieure.

Mots clés libres : adhérence des couches de roulement - modalités de contrôle.

Circulaire abrogée : circulaire n° 2002-39 du 16 mai 2002 (NOR : EGUR0210090Q).

Date de mise en application : immédiate.

Le secrétaire d'État chargé des transports, de la mer et de la pêche à Mesdames et Messieurs les préfets coordonnateurs des itinéraires routiers ; Mesdames et Messieurs les préfets de région (direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement ; direction régionale et interdépartementale de l'équipement et de l'aménagement d'Île-de-France ; direction interdépartementale des routes ; direction des routes d'Île-de-France) ; à Mesdames et Messieurs les préfets de Guyane et de Mayotte (direction de l'environnement, de l'aménagement et du logement de Guyane et de Mayotte) ; Monsieur le préfet de Saint-Pierre-et-Miquelon (direction des territoires, de l'alimentation et de la mer de Saint-Pierre-et-Miquelon) ; Mesdames et Messieurs les préfets de département (direction départementale des territoires (et de la mer) ; Mesdames et Messieurs les présidents des sociétés concessionnaires d'autoroutes (pour exécution) ; secrétariat général du Gouvernement ; secrétariat général du MEDDE et du MLETR ; Conseil général de l'environnement et du développement durable (CGEDD - vice-président) ; Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement (CEREMA - direction) ; Centre d'étude des tunnels (CETU - direction) ; Institut français des sciences et techniques des transports, de l'aménagement et des réseaux (IFSTTAR - direction) (pour information).

BO MEDDE - MLETR n° 2015/19 du 25 octobre 2015, page 1

Aspects réglementaires

- **Note Technique relative à l'adhérence des couches de roulement neuves du domaine routier (septembre 2015)**
 - **Contrôle de réception**
 - **Méthode volumétrique (stationnaire): PMT**
 - **Méthode profilométrique (dynamique): PMP**
 - **PTE (estimation de PMT) = 1,1 PMP**

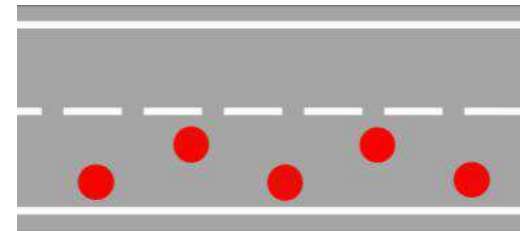
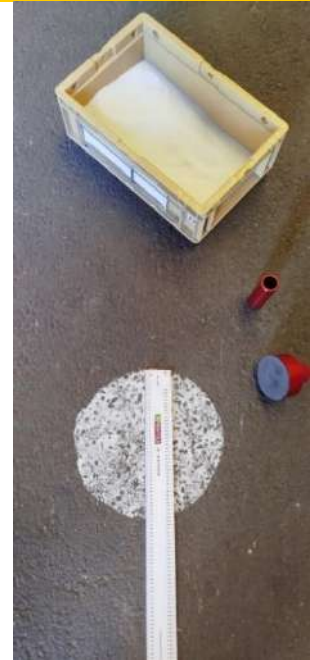
VITESSE autorisée (8) (km/h)	TRACÉ EN PLAN virages	PROFIL EN LONG pentes (6)	PMT _{spé}	PMT _{min}
V ≤ 50	Tous les cas	Tous les cas	≥ 0,40 mm (1)	0,30 mm
50 < V < 90			≥ 0,60 mm	0,40 mm
V = 90	Tous les cas	Bidirectionnelles et 2 x 2 voies, P ≤ 5 %	≥ 0,60 mm	0,40 mm
		2 x 3 voies et P ≤ 5 %	≥ 0,70 mm (2)	0,50 mm
		P > 5 %	≥ 0,80 mm (3) (7)	0,60 mm
V = 110	Tous les cas	2 x 2 voies et P ≤ 5 %	≥ 0,60 mm	0,40 mm
		2 x 3 voies et P ≤ 5 %	≥ 0,70 mm	0,50 mm
		P > 5 %	≥ 0,80 mm (3) (7)	0,60 mm
V = 130	non déversé avec R ≥ 1 000 m ou déversé avec R ≥ 600 m (4)	2 x 2 voies et P ≤ 5 %	≥ 0,60 mm (5)	0,40 mm
		2 x 3 voies et P ≤ 5 %	≥ 0,70 mm (5)	0,50 mm

Aspect normatif – NF EN 13036-1 (2010)

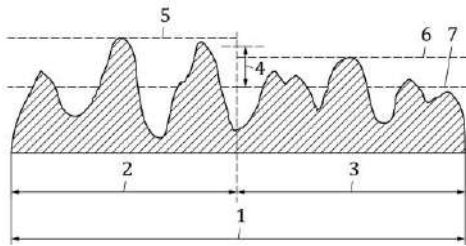
- Mesure volumétrique
- Profondeur Moyenne de Texture (PMT)

$$\text{PMT (mm)} = \frac{\text{volume de billes de verre}}{\text{surface mesurée à partir 4 diamètres}}$$

- Précaution: Surface sèche, pas de vent
- Inconvénients: pénibilité, représentativité, enregistrement manuel, accès à la zone de mesure après ouverture
- Reproductibilité de l'essai: $R = 0,321 \text{ mm}$



Aspect normatif – NF EN ISO 13473-1 (2019)



Légende

1 segment (100 mm)

2 première moitié de segment

3 deuxième moitié de segment

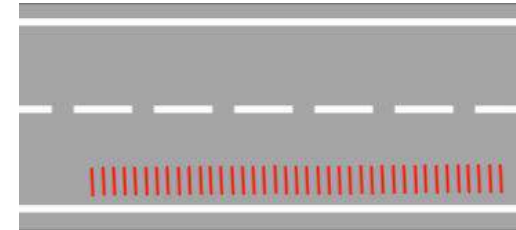
4 profondeur moyenne de segment (PMS) = $\frac{\text{niveau du 1er pic} + \text{niveau du 2ème pic}}{2} - \text{niveau moyen}$

5 niveau de pic (1er)

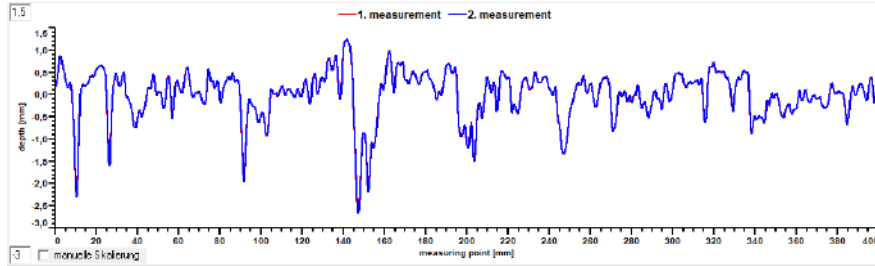
6 niveau de pic (2e)

7 niveau moyen

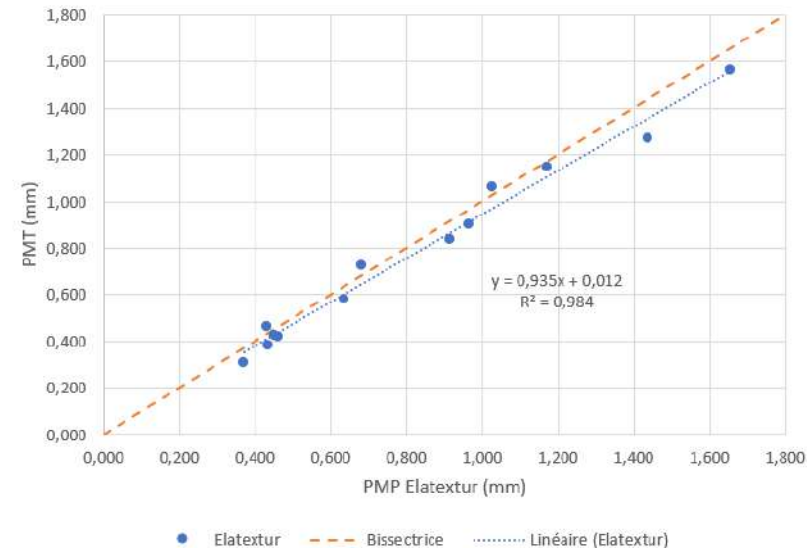
- Profondeur Moyenne de Profil (PMP)
- Résolution verticale mini de 0,05mm
- Précaution: ni pluie ni neige
- Inconvénients: problème avec surfaces brillantes et sombres et distorsions optiques avec gradient température
- Avantages: mesures en continue, rendement
- Nouvelle procédure de filtrage



Elatextur



- **Laser, statique 2D**
- **Pas de mesure: 0,2mm (horizontal) et 0,01mm (vertical)**
- **Bonne corrélation quand tout est bien maîtrisé (pistes de Nantes)**
- **Inconvénients: brillance, les vides remplis par des billes mais non vus par capteurs**
- **Avantages: rapidité, simplicité**
- **Domaine d'application:**
 - Réception de chantier
 - Expertise / Innovation

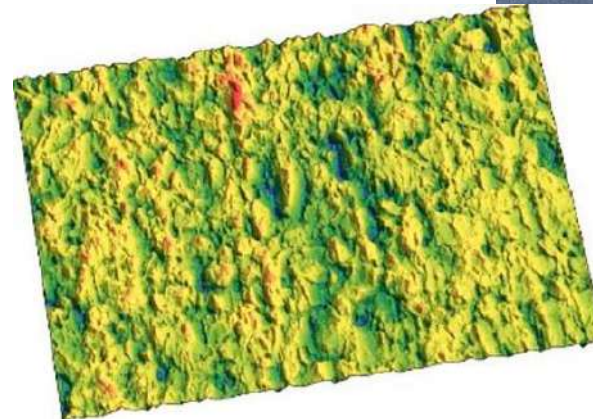


SKEED 3D

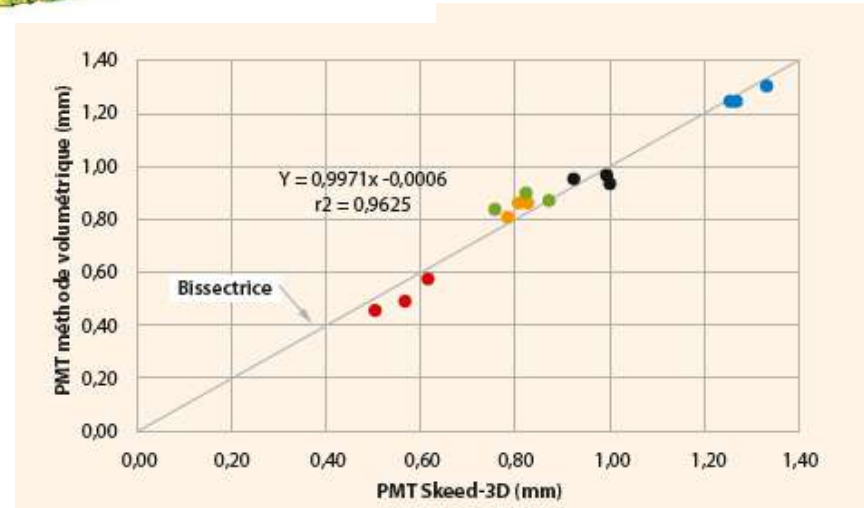


- Stereo-photométrie, statique 3D
- Cartographie de (147 x 107)mm²
- Pas de mesure:

X (mm)	Y (mm)	Z (mm)
0,04	0,02	0,01

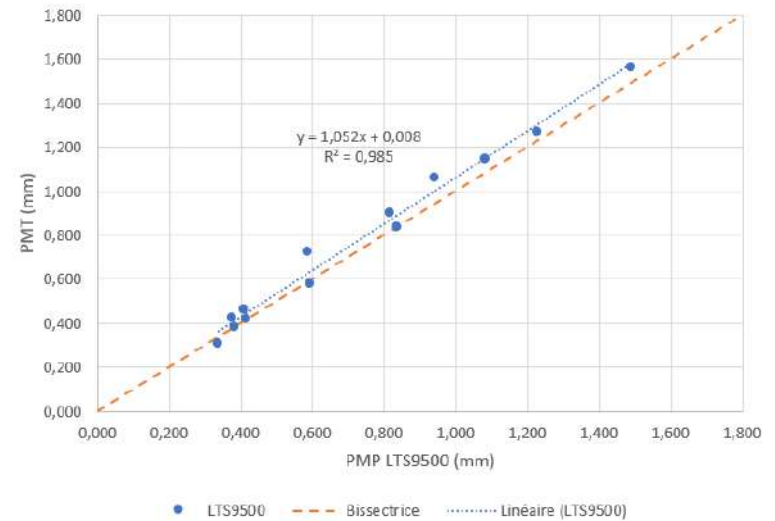
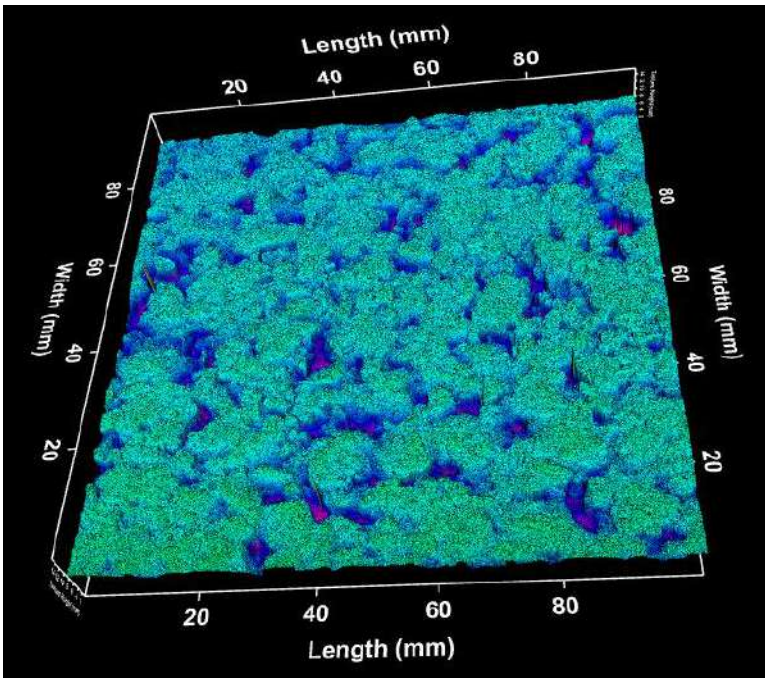


- Pas de norme
- Calcul de volume
- Ergonomique et autonome
- Bonne corrélation quand tout est bien maîtrisé
- **Domaine d'application:**
 - Réception de chantier
 - Expertise / Innovation



Laser Textur Scanner 9500

- Laser, statique 3D
- Dimension cartographie (100x100)mm²
- PMP calculée avec 2054 profils de 100mm
- Pas de mesure: 0,05mm (horizontal) et 0,01mm (vertical)



- **Domaine d'application:**
 - Réception de chantier
 - Expertise / Innovation

Appareil à Grand Rendement – Rugo 2

- **Mesure linéique du profil longitudinal et calcul de la Profondeur Moyenne de Profil (PMP)**
- **Essai normalisé NF EN ISO 13473:**
 - **Mesure dynamique et sans contact (laser)**
 - **Vitesse: jusqu'à 60 km/h**
 - **Permet de déterminer une Profondeur de Texture Estimée (PTE)**
 - Loi informative : $PTE = 0,8 * PMP + 0,2$
 - Loi plancher : $PTE = 1,1 * PMP$
- **Evolution en cours:**
 - **Développement d'un RUGO3 (norme 2019)**
 - **Principales adaptations:**
 - Augmentation de la fréquence d'acquisition et si possible de la vitesse de mesure
 - Evolution du filtrage numérique des points aberrants
- **Domaine d'application:**
 - **Auscultation principalement, expertise**
 - **Réception de chantier (si faible brillance)**
 - **Expertise /Innovation**



Appareil à Grand Rendement – Rugobox



- **Mesure linéique du profil longitudinal et calcul de la Profondeur Moyenne de Profil (PMP)**
- **Systeme similaire à l'UniBox**
- **Essai normalisé NF EN ISO 13473:**
 - **Mesure dynamique et sans contact (laser)**
 - **Vitesse: jusqu'à 100 km/h**
 - **Permet de déterminer une PTE**
- **Domaine d'application:**
 - **Auscultation principalement**
 - **Réception de chantier (en cours d'évaluation)**
 - **Expertise / Innovation**



Rugobox

Activer

Pas d'agrégation :

Activer capteur 1 Activer capteur 2

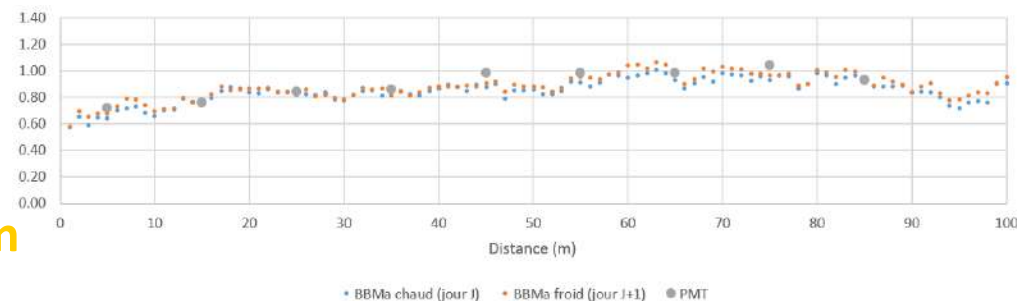
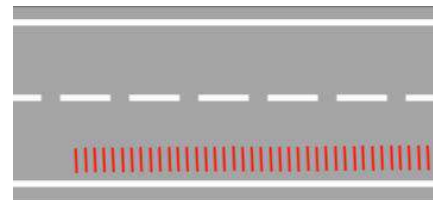
Brillance : **3 - Très brillant (max 10 km/h)**

- 0 - Non brillant (max 110 km/h)
- 1 - Peu brillant (max 40 km/h)
- 2 - Brillant (max 25 km/h)
- 3 - Très brillant (max 10 km/h)

Appareil à Grand Rendement - TM2

- **Mesure linéique du profil transversal et calcul de la Profondeur Moyenne de Profil (PMP)**
- **Essai normalisé NF EN ISO 13473:**
 - **Mesure dynamique et sans contact (laser)**
 - **Vitesse de la marche (même rapide)**
 - **Permet de déterminer une PTE**
 - **Appareil avec très bonnes répétabilité et Reproductibilité**
- **Domaine d'application:**
 - **Auscultation en urbain**
 - **Expertise / Innovation**
 - **Réception de chantier (évaluation en cours)**

Note IDRRIM en préparation par le GNCDS Adherence.

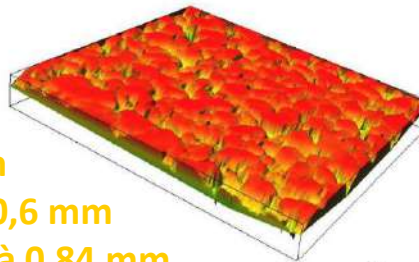


Appareil à Grand Rendement – PMT AGR

- **Mesure surfacique du profil longitudinal**
- **Objectifs**
 - Remplacer les mesures manuelles (essais à la tache)
 - Approche surfacique plutôt que profilométrique
 - Permettre des mesures dans le flot de circulation
 - Utilisable en réception de chantier et en auscultation

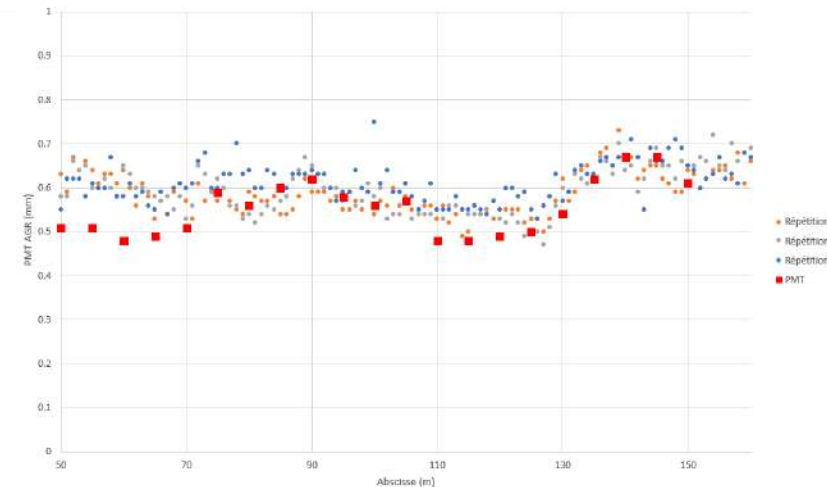
- **Spécifications:**

- Laser cadencé à 64 kHz
- vitesses maximales de 80 km/h
- résolution transversale : 0,3 à 0,6 mm
- résolution longitudinale : 0,42 à 0,84 mm
- largeur de mesure : 75 à 200 mm
- calcul du volume sur zones élémentaires de 5 à 10 cm de côté



CFG23 à 80kmh, 0,5% / 99,5%, moyennage 1m en 30 zones

- **Evaluation d'un indicateur volumique sur des zones élémentaires de 5 à 10 cm de largeur**
- **Domaine d'application:**
 - Auscultation (en cours d'évaluation)
 - Expertise / Innovation
 - Réception de chantier (en cours d'évaluation)



Appareils par domaine d'application

Appareils	Vitesse	Réception de chantier	Auscultation de réseau	Expertise, Innovation
Essai à la tache	statique	✓		✓
Skeed 3D	statique	✓		✓
Elatextur	statique	✓		✓
LTS 9500	statique	✓		✓
TM2	≤ 6 km/h	✓		✓
Rugobox	≤ 100 km/h	✓	✓	✓
Rugo 2	≤ 60 km/h	✓ (si faible brillance)	✓	✓
PMT AGR	≤ 80 km/h	✓	✓	✓

✓: Utilisé aujourd'hui

✓: Pourrait être utilisé

Merci de votre attention

Nicolas Grignard

Cerema

Nicolas.grignard@cerema.fr

Christophe Ropert

Université Gustave Eiffel

Christophe.ropert@univ-eiffel.fr