



# NOTE D'INFORMATION

CHAUSSEES  
DEPENDANCES

77

Auteur : Groupe national "Caracté-  
ristiques de surface des chaussées"

Editeur :

## ADHÉRENCE ET TEXTURE DES REVÊTEMENTS ROUTIERS Méthodes et moyens de mesure

Juin 1993

*La présente note a pour objectif de clarifier les méthodes et les moyens de mesure de l'adhérence et de la texture des revêtements routiers, en décrivant les essais les plus couramment pratiqués.*

*Elle distingue le cas de la réception des couches de roulement neuves de celui du suivi des couches de roulement en service.*

*Elle récapitule les principaux termes techniques sous forme de glossaire synthétique.*

### INTRODUCTION

L'adhérence d'un revêtement correspond à sa capacité à mobiliser des forces de frottement au contact pneu-chaussée sous l'effet des sollicitations engendrées par la conduite : accélérations, freinages, virages... Elle permet au véhicule :

- de conserver à tout moment la trajectoire désirée, notamment en virage,
- de réduire les distances de freinage et d'arrêt d'urgence, notamment en carrefour,
- de favoriser les manœuvres d'évitement ou de "récupération" réussies,

conditions nécessaires pour une bonne sécurité.

Sur chaussées sèches, le niveau d'adhérence est, sauf cas exceptionnel, satisfaisant. Au contraire, sur chaussées mouillées ou humides, l'adhérence offerte aux pneumatiques diminue selon des lois complexes par suite de la présence d'eau qui s'interpose entre le pneumatique et la surface de la chaussée.

Pour assurer une bonne adhérence, il faut donc commencer par éviter toute cause d'accumulation d'eau sur les chaussées (cf. circulaire Adhérence de la Direction des Routes n° 88-78 du 01/09/1988) :

- en recherchant des caractéristiques géométriques longitudinales et transversales satisfaisantes,

- en faisant le bon choix du revêtement parmi la vaste panoplie des techniques disponibles et en fonction des conditions de circulation, de site, et des besoins des usagers.

La texture du revêtement doit permettre :

- d'assurer le drainage entre le pneumatique et la chaussée,
- de rompre le film d'eau et d'offrir le plus grand contact sec possible entre la gomme des pneumatiques et le granulat de la chaussée.

Même s'il apparaît que l'adhérence des revêtements intervient presque toujours en combinaison avec d'autres défauts accidentogènes de la route (et rarement comme facteur initial d'un accident), les conditions ci-dessus sont clairement favorables à la sécurité des usagers.

### COMMENT APPREHENDER LA CAPACITE D'ADHERENCE D'UN REVETEMENT ?

La capacité d'adhérence peut être appréciée de deux façons distinctes :

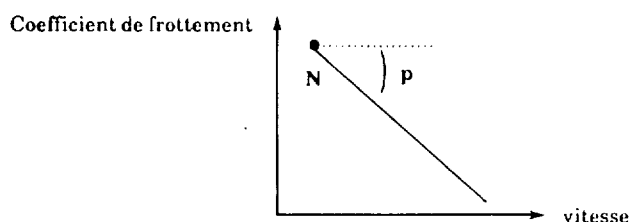
- par la mesure directe de coefficients de frottement pneumatique/chaussée mouillée

En général, on fait appel à deux coefficients : le coefficient de frottement longitudinal (CFL) qui traduit

les phénomènes de freinage en ligne droite et le coefficient de frottement transversal (CFT), qui caractérise le comportement du pneumatique dans des situations de virage ou de dérapage.

Ces coefficients décroissent lorsque la vitesse augmente :

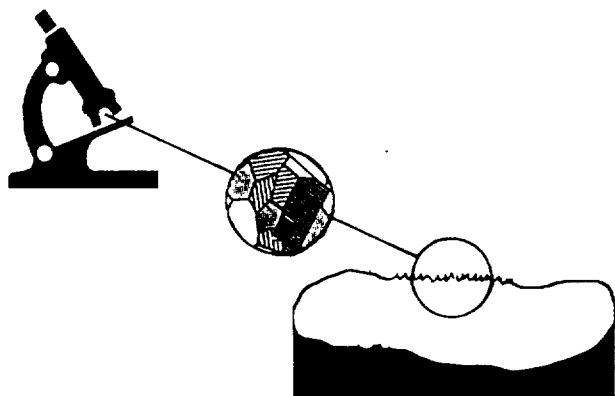
- le niveau de frottement  $N$  à basse vitesse est fonction du nombre de points de contact sec gomme-granulats : rupture du film d'eau résiduel, assurée par la microtexture,
- la pente de décroissance  $p$  est fonction de la capacité d'évacuation d'eau par le pneumatique et le revêtement : drainabilité superficielle caractérisée par la macrotexture.



► par la mesure de certains paramètres de texture conditionnant cette adhérence et traduisant l'importance des aspérités de surface du revêtement.

On distingue la microtexture, la macrotexture et la mégatexture :

• la microtexture



Sa gamme de dimension est de 0 à 0,5 mm horizontalement et de 0 à 0,2 mm verticalement.

C'est une caractéristique qui dépend des aspérités de surface du revêtement (gravillons, sables, mortier), en contact avec la gomme des pneumatiques. L'existence et la persistance de ces aspérités sont conditionnées principalement par la nature minéralogique et la structure des grains.

Elle a une influence :

- favorable sur l'adhérence sur chaussée sèche et mouillée à toutes vitesses,
- défavorable sur l'usure du pneumatique.

Actuellement, il n'existe pas de méthode opérationnelle pour la mesure directe de la microtexture ; elle

est appréciée par la valeur à faible vitesse du coefficient de frottement longitudinal.

• la macrotexture



Sa gamme de dimension est de 0,5 à 50 mm horizontalement et de 0,2 à 10 mm verticalement.

C'est une caractéristique liée à la dimension des granulats, à la formule, à la mise en œuvre (compactage) et au traitement de surface éventuel. Elle conditionne l'adhérence à moyenne et à haute vitesse sur chaussées mouillées, en facilitant l'évacuation de l'eau interposée entre le pneumatique et la chaussée.

Elle a un effet sur :

- les projections d'eau,
- les propriétés optiques du revêtement (suppression de l'effet de miroir...),
- le bruit de contact pneu-chaussée,
- la résistance au roulement.

• la mégatexture

Il existe un domaine intermédiaire entre la texture et l'uni, appelé mégatexture.

Sa gamme de dimension est de 50 à 500 mm horizontalement et de 1 à 50 mm verticalement.

C'est une caractéristique liée au type de revêtement et à son mode de mise en œuvre, aux dégradations et au traitement ponctuel de la surface.

Elle a une influence notamment sur :

- le contrôle et la stabilité du véhicule (effet de délestage de roue),
- les vibrations du pneumatique.

Actuellement, il n'existe pas en France de méthode opérationnelle pour la mesure directe de la mégatexture.

**Adhérence et texture varient sous les effets des conditions climatiques et du trafic :**

• microtexture :

- par polissage des gravillons,
- par émoussage des arêtes vives des granulats,
- par diverses pollutions, ainsi que leur lessivage par les pluies,
- par variation des températures,
- par micro fracturation due au gel, ...

• macrotexture :

- par indentation des gravillons dans le mortier,
- par ressuage,
- par glaçage,
- par orniérage, ...

• mégatexture :

- par apparition de dégradations localisées,
- par les réparations qui y sont associées, ...

## LES DEMANDES DES MAITRES D'ŒUVRE

### ► Réception des couches de roulement neuves

La réception comporte deux étapes :

- l'acceptation des fournitures,
- l'acceptation de la couche de roulement.

En ce qui concerne l'acceptation des fournitures des granulats, les exigences des marchés doivent être strictement respectées.

Pour les caractéristiques intrinsèques Los Angeles (LA) + micro-Deval en présence d'eau (MDE) et coefficient de polissage accéléré (CPA), la règle de compensation prévue par la norme P 18-101 de décembre 1990 doit être appliquée, sauf avis contraire du laboratoire du maître d'œuvre.

En ce qui concerne l'acceptation de la couche de roulement, la conformité aux exigences du marché est vérifiée en général en terme de macrotexture :

- niveau de macrotexture, par application de la circulaire Adhérence n° 88-78 du 01/09/1988, ou des normes produits :

- NF P 98-132 "Bétons bitumineux minces" (décembre 1991),
- NF P 98-137 "Bétons bitumineux très minces" (mai 1992),
- NF P 98-160 "Enduits superficiels d'usure" (mai 1992),

- homogénéité de macrotexture de la couche par lots et par voie de circulation.

Dans certains cas, cette conformité peut être validée par des mesures de coefficient de frottement (CFL, en particulier).

Pour les grands chantiers, le marché peut également prévoir éventuellement des mesures de coefficient de frottement longitudinal (CFL) ou transversal (CFT).

### ► Suivi des couches de roulement en service

Pour suivre l'évolution de l'adhérence des revêtements en service, il est effectué périodiquement des mesures de coefficient de frottement transversal et de macrotexture.

Pour certains points singuliers, des mesures de coefficient de frottement longitudinal sont réalisées.

Sauf préoccupation particulière, les mesures de coefficient de frottement sont réalisées après un **minimum de 3 mois de trafic**, permettant d'espérer un décapage du film de liant superficiel. Sous très faible trafic, ce délai est augmenté.

L'adhérence pneu-chaussée subit des variations saisonnières, avec un minimum à la fin de l'été en France métropolitaine. **On choisit si possible cette époque pour caractériser la valeur minimale du coefficient de frottement d'un revêtement.** A défaut, il importe de choisir, lors de passages successifs, **la même période de l'année** dans le cas de suivi d'un revêtement dans le temps.

Pour le CFT, ces variations peuvent atteindre jusqu'à 30 %. Aussi, toute valeur minimale de CFT prescrite doit être assortie de la période à laquelle la mesure sera faite.

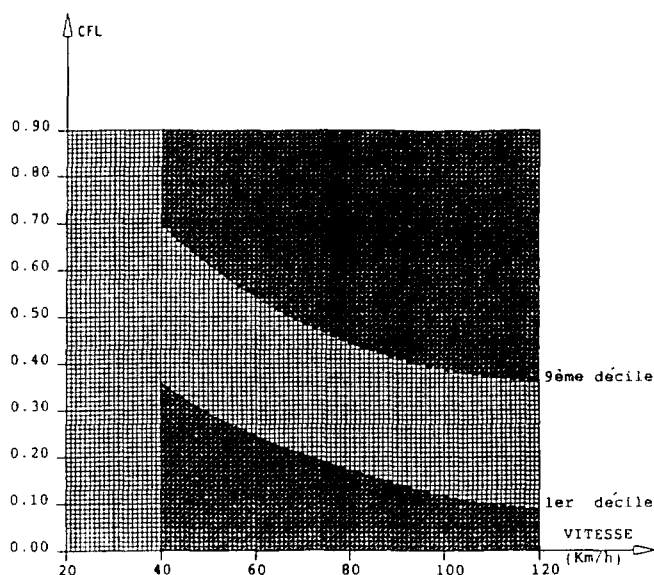
**En France, le suivi de l'adhérence d'une couche de roulement en service est caractérisé :**

- par des mesures ponctuelles de CFL à trois vitesses (40 - 60 - 90 km/h sur route, 60 - 90 - 120 km/h sur autoroute),
- par des mesures simultanées et en continu de CFT et de macrotexture à 60 km/h.

Pour ce qui concerne les mesures de CFL, elles s'effectuent sur une planche dont la longueur peut varier de 250 à 1 000 mètres. Les résultats indiquent la variation du CFL en fonction de la vitesse de mesure. Ces résultats sont figurés sur un graphique tel que ci-après, comparativement au fuseau national tous revêtements. Ont été écartées pour la définition de ce fuseau national :

- 10 % des valeurs basses (1<sup>er</sup> décile),
- 10 % des valeurs hautes (10<sup>e</sup> décile).

### FUSEAU NATIONAL TOUS REVETEMENTS



# LES DIFFERENTS MOYENS DE MESURE :

## 1 - Coefficients de frottement

APPAREIL (et valeur produite)	PRESENTATION	OÙ LE TROUVE-ON ?	PRINCIPE	CONDITIONS DE MESURE	PRESENTATION DES RESULTATS	INTERPRETATION ET LIMITES	EXEMPLES DE VALEURS MOYENNES obtenues sur revêtements <u>neufs</u>	OBSERVATIONS																
<b>Frottement longitudinal pneu - chaussée mouillée</b>																								
Remorque LPC (C.F.L.)	Remorque monoroue tractée par un véhicule léger spécialisé.	LRPC de Bordeaux Lille Lyon	• Roue d'automobile chargée à 300 kg et bloquée en rotation. • Mesure du couple de réentraînement	• Pneu lisse AIPCR. • <b>Roue bloquée</b> • chaussée mouillée avec 1 mm de hauteur d'eau. • 3 vitesses d'essais : - entre 40 et 90 km/h sur route - entre 60 et 120 km/h sur autoroute • mesures "ponctuelles"	• Tableau récapitulatif des valeurs CFL mesurées à chaque vitesse • Courbe CFL = f(V) tracée dans un fuseau de référence	• Les conditions de mesure font que les caractéristiques de macro et de microtexture sont "équitablement" prises en compte  mesures pouvant être contractualisées	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Vitesse km/h</th> <th>40</th> <th>90</th> <th>120</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>BBSG</td> <td>0,48</td> <td>0,28</td> <td>0,20</td> </tr> <tr> <td>BBTM</td> <td>0,53</td> <td>0,34</td> <td>0,30</td> </tr> <tr> <td>ESMDG</td> <td>0,48</td> <td>0,40</td> <td>0,37</td> </tr> </tbody> </table>	Vitesse km/h	40	90	120	BBSG	0,48	0,28	0,20	BBTM	0,53	0,34	0,30	ESMDG	0,48	0,40	0,37	• Pour qu'un résultat soit valable, il faut qu'il soit la moyenne d'au moins 5 mesures par vitesse
Vitesse km/h	40	90	120																					
BBSG	0,48	0,28	0,20																					
BBTM	0,53	0,34	0,30																					
ESMDG	0,48	0,40	0,37																					
STRADOGRA- PHE (C.F.L.)	• Véhicule léger dans lequel sont intégrées 2 roues de mesures articulées de part et d'autre de son axe par l'intermédiaire de bras	CEBTP St-Rémy-les- Chevreuse	• Les 2 bras sont chargés à 280 kg • Les 2 roues sont bloquées en rotation • Mesure de la force verticale par la pression appliquée sur chaque bras • Mesure de la force horizontale à l'aide d'un capteur situé dans chaque bras	• Pneu lisse AIPCR • <b>Roue bloquée</b> • Chaussée mouillée avec 0,5 mm de hauteur d'eau • Vitesses d'essai : entre 40 et 90 km/h sur route entre 60 et 120 km/h sur autoroute	• Tableau récapitulatif des valeurs de CFL mesurées - par chacune des roues dans une des traces et hors trace - par section de 2 m, puis moyenne sur les 20 derniers mètres du coup de frein - par vitesse • courbes du CFL en fonction de la vitesse	• Les conditions de mesure font que les caractéristiques de macro et microtexture sont "équitablement" prises en compte • 4 répétitions sont nécessaires à chaque vitesse	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Vitesse km/h</th> <th>40</th> <th>90</th> <th>120</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>BBSG</td> <td>0,46</td> <td>0,29</td> <td>0,12</td> </tr> <tr> <td>BB drainant</td> <td>0,47</td> <td>0,36</td> <td>0,31</td> </tr> <tr> <td>ESMDG 10/14 (à 18 mois)</td> <td>0,42</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Vitesse km/h	40	90	120	BBSG	0,46	0,29	0,12	BB drainant	0,47	0,36	0,31	ESMDG 10/14 (à 18 mois)	0,42			
Vitesse km/h	40	90	120																					
BBSG	0,46	0,29	0,12																					
BB drainant	0,47	0,36	0,31																					
ESMDG 10/14 (à 18 mois)	0,42																							
<b>Frottement longitudinal pneu - chaussée mouillée</b>																								
SCRIM (C.F.T.)	• Camion citerne de 12 tonnes en charge, équipé d'une roue de mesure.	LRPC de Lyon	• Roue de type motocyclette, chargée à 300 kg, libre en rotation, faisant un angle de 30° avec le vecteur vitesse. • Mesure de l'effort tendant à ramener la roue dans la direction de la vitesse.	• <b>Pneu lisse</b> • Roue libre avec angle de 20° • chaussée mouillée avec 0,5 mm de hauteur d'eau. • Vitesses d'essais : - 40 km/h en agglomération - 60 km/h en rase campagne sur RN - 100 km/h sur autoroute • mesure continue dans la bande de roulement droite	• Listing des valeurs du CFT et de la vitesse au pas de 10 ou 20 m • Représentation graphique des valeurs de CFT en fonction des abscisses de la route (PR)	• Les conditions de mesure font que la caractéristique de microtexture est privilégiée • Visualisation par trame différenciée : plus cette trame est foncée, plus la section correspondante mérite un examen  mesures pouvant être contractualisées à condition de préciser la période de mesure	<table border="1"> <tbody> <tr> <td>A 60 km/h :</td> <td></td> </tr> <tr> <td>- sur BBSG :</td> <td>0,50</td> </tr> <tr> <td>- sur BBTM :</td> <td>0,75</td> </tr> <tr> <td>- sur ES MDG 10/14 :</td> <td>0,72</td> </tr> </tbody> </table>	A 60 km/h :		- sur BBSG :	0,50	- sur BBTM :	0,75	- sur ES MDG 10/14 :	0,72	En France : 1 seul appareil En Europe : 30 appareils dont 15 en Grande Bretagne • Valeurs sensibles aux variations saisonnières • Le véhicule peut être également équipé d'un appareil Rugolaser								
A 60 km/h :																								
- sur BBSG :	0,50																							
- sur BBTM :	0,75																							
- sur ES MDG 10/14 :	0,72																							
<b>Frottement ponctuel patin - chaussée</b>																								
Pendule SRT (coefficient SRT) Norme P 18 578 de Septembre 1990	• Appareil statique composé d'un pendule inertiel muni d'un patin en caoutchouc.	Tous LRPC et Entreprises routières	• Libération du pendule muni du patin venant frotter sur le revêtement. • Mesure de la résistance au frottement <i>NB : plus l'adhérence rencontrée est élevée et moins le pendule remonte</i>	• Surface mouillée • Dimension du patin : 76,2 mm x 25,4 mm	• Un coefficient SRT est la moyenne de 5 valeurs	• Les conditions de mesure font que la caractéristique de microtexture est fortement privilégiée	• 0,50 à 0,70	• Le pendule SRT est surtout utilisé pour les marquages routiers, les voies piétonnes, et les sols sportifs • Valeurs sensibles aux variations saisonnières																

3 autres appareils non spécifiquement routiers sont à mentionner :

- IMAG : instrument de mesure automatique de glissance, pour les chaussées aéronautiques (STBA)
- GRIPTESTER : pour lequel des essais sont en cours
- AFPV : analyseur de frottement à petite vitesse, utilisé pour les sols industriels (CEBTP)

**LES DIFFERENTS MOYENS DE MESURE :**  
**2 - MESURES DE TEXTURE ET DE RUGOSITE**

ESSAI ou APPAREIL (et valeur produite)	PRESENTATION	OÙ LE TROUVE-ON ?	PRINCIPE	CONDITIONS DE MESURE	PRESENTATION DES RESULTATS	INTERPRETATION ET LIMITES	EXEMPLES DE VALEURS obtenues sur revêtements <u>neufs</u>	OBSERVATIONS
<b>Macrotexture, caractéristiques géométriques liées à la surface</b>								
<ul style="list-style-type: none"> <li>Essai à la tache de sable (HS vraie en mm, HBV) Norme NFP 98 318.1 de Janvier 1992</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Essai réalisé sur la chaussée par un opérateur, de manière ponctuelle et rapide.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Appareillage léger très répandu : tous LRPC Laboratoires départementaux entreprises.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Arasement à la surface de la chaussée d'un volume déterminé de sable normalisé en une tache circulaire</li> <li>HS = <math>\frac{\text{Volume répandu}}{\text{surface de la tache}}</math> (en mm)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mesure statique ponctuelle</li> <li>Chaussée sèche.</li> <li>Vent &lt; 20 km/h.</li> <li>Voie hors circulation.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Valeurs moyennes</li> <li>Ecart type</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mesure imposant un grand nombre d'essais pour être représentative</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>HS vraie (mm)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>sur BBSG: 0,5 à 0,8</li> <li>sur BBTM 0/10: 0,8 à 1,2</li> <li>sur ES MDG 10/14: 2 à 3</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Essai non significatif sur les BB drainants</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Macrotexture Meter MTM (SMTD en mm)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Appareil aux roulettes, poussé par un opérateur entre 4 et 5 km/h.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>LRPC + entreprises: environ 30 exemplaires.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Capteur sans contact à rayon laser (capteur anglais WDM)</li> <li>Mesures d'altitudes dont on calcule la moyenne quadratique Rq</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Chaussée sèche.</li> <li>Revêtement non brillant (problèmes sur les enrobés fraîchement mis en oeuvre).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Listing des valeurs sur imprimante: une valeur par 10 m une moyenne par 50 m</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Valeurs produites par le MTM exprimées en unités spécifiques SMTD (fonctions de Rq)</li> <li>Relation entre SMTD et HS: <math>HS = K \times SMTD</math>, K variant de 1,5 à 2 selon le type de revêtement</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>En l'absence de planche d'essai, on retient en général K = 2</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Mesure au RUGOLASER (HS calculée en mm, HSC)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Véhicules spécifiques</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Appareil monofonction: LRPC d'Angers de Lyon Existe sur appareils multifonctions: SIRANO (SAMRA) SCRIM (LRPC Lyon)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Capteur sans contact à rayon laser (capteur SELCOM suédois)</li> <li>Mesures d'altitudes dont on calcule la moyenne arithmétique Ra et quadratique Rq</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Chaussée sèche</li> <li>Appareil à grand rendement (AGR) mesurant à des vitesses pouvant aller jusqu'à 100 km/h.</li> <li>Revêtement non brillant.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Listing de valeurs de HSC au pas de 10 ou 20 m représentation graphique des valeurs de HSC en fonction des abscisses de la route (PR)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>L'appareil mesure un indicateur géométrique Ra ou Rq. La valeur de Ra est convertie en HSC</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>La HSC est statistiquement équivalente à la HSV. Elle s'en déduit par des lois de correspondance (voir en observations)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>HSC = 2,06 Ra + 0,05 (Loi pour les drainants)</li> <li>HSC = 0,94 Ra + 0,34 (Loi pour les BBTM)</li> <li>HSC = 2,43 Ra - 0,02 (pour tous les autres revêtements)</li> </ul>
<b>B. Drainabilité superficielle, évacuation du film d'eau</b>								
<ul style="list-style-type: none"> <li>Drainoroute (coefficient Drainoroute en %)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Remorque tractée par un véhicule léger</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>LRPC d'Aix d'Angers de Bordeaux du Bourget de Lille</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mesure du débit d'eau s'écoulant entre la surface d'un patin appliqué sur la chaussée et la surface du revêtement.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Chaussée sèche</li> <li>Vitesse d'essai = 30 km/h</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Listing de valeurs sur imprimante:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>moyenne des coefficients par zones de 10 m</li> <li>moyenne et écart-type par sections</li> <li>graphique d'enregistrement en continu du débit</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cet essai permet de caractériser l'aptitude des revêtements à la drainabilité superficielle de l'eau.</li> <li>Valeurs liées à la macrotexture (HS) des revêtements</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Coefficients Drainoroute:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>sur BBSG: 45 à 60 %</li> <li>sur BBTM = 70 %</li> <li>sur ESMG 10/14, 4/8: &gt; 90%</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Appareil particulièrement adapté aux revêtements à faible macrotexture</li> </ul>
<b>C. Résistance au polissage</b>								
<ul style="list-style-type: none"> <li>Essai de polissage accéléré (CPA) Norme P 18575 de Décembre 1990</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Machine CPA + pendule SRT</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>LRPC d'Angers de Lille de Lyon Laboratoire de la ville de Paris</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mesure des coefficients de frottement sur éprouvettes (échantillon et référence) de gravillons 6/10, après une phase d'usure et de polissage à la machine CPA, dans les conditions définies par la norme.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Essai réalisé en Laboratoire</li> <li>Sur échantillon mouillé.</li> <li>à température de 20°C (<math>\pm 2^\circ\text{C}</math>)</li> <li>Pendule SRT avec patin de largeur utile au frottement de 31,7 mm</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>idem pendule SRT, avec en plus une correction par rapport aux échantillons de référence</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Essai long</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Valeurs obtenues sur gravillons 6/10: 0,45 à 0,60 selon leur origine</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Un nouvel essai, GRAP, plus rapide, utilisant la projection d'eau et d'émeri, est en cours de développement au LRPC d'Angers pour la caractérisation de la microrugosité des gravillons et la microtexture des revêtements</li> </ul>

2 autres appareils sont à mentionner: le macroprofilographe, appareil de recherche pour la caractérisation en 2 dimensions des revêtements (LCPC) le numériseur de surface pour la caractérisation en 3 dimensions des revêtements (LCPC)

## COMMENT ET QUAND MESURER ?

### ► Réception des couches de roulement neuves

#### • Spécifications

Les spécifications de macrotexture sont fixées pour le marché en conformité avec les documents d'accompagnement de la circulaire adhérence n° 88.78 du 01/09/1988 de la Direction des Routes.

Ces seuils sont exprimés en terme de hauteur au sable HS :

- HS vraie HSV,
- HS calculée HSC issue :

soit du rugolaser :  $HSC = 2,43 Ra - 0,02$  pour tous revêtements, sauf BBTM\* et BB drainants\*\*

soit du MTM :  $HSC = k SMTD$

k est défini à partir d'une planche d'essais préalable au chantier. A défaut, on retient la valeur  $k = 2$ .

Cependant, il convient de faire remarquer que des normes "produits" récentes stipulent des spécifications en terme de HSV.

Des mesures de coefficient de frottement (CFL, CFT), peuvent en outre être demandées, mais l'attention des maîtres d'œuvre est attirée sur le nombre réduit d'appareils en service utilisables à des fins contractuelles.

Les spécifications peuvent être de deux types :

- valeurs exigibles après la mise en œuvre,
- niveau minimal à respecter pendant un temps déterminé.

#### • Contrôle de la conformité aux exigences du marché

Quelle que soit la méthode d'essai, la macrotexture est mesurée **dès la fin d'application du revêtement neuf et dans un délai maximal de 3 mois** après sa mise en service (cas général).

Toutefois, les mesures utilisant des méthodes optiques (rugolaser et MTM) peuvent être perturbées par la brillance initiale de certains revêtements (BBTM, BBUM, BB drainant).

Dans ce cas, 48 heures suffisent en général pour des revêtements circulés.

On attend plusieurs jours (une semaine suffit), c'est-à-dire le temps d'élimination de la brillance par oxydation du bitume, pour des revêtements non circulés.

Le revêtement doit être parfaitement sec.

La réception est effectuée par lot de 500 à 1 000 mètres et **par voie de circulation à raison de deux lignes de mesure longitudinales** correspondant :

- à la trace de roulement droite des véhicules,
- à l'axe de la voie.

A la mise en service, l'écart entre les deux lignes est normalement nul ou dû à la seule hétérogénéité du produit. Après un certain trafic, une différenciation s'établit fréquemment.

Dans le cas de mesure par la hauteur au sable vraie (HSV), celle-ci est faite tous les 20 mètres.

Lorsqu'il y a divergence sur les résultats des mesures de macrotexture entre le laboratoire de contrôle du maître d'œuvre et celui de l'entreprise, la contestation est acceptée ou refusée par le maître d'œuvre après recours aux mesures de coefficient de frottement longitudinal (CFL) à la Remorque LPC.

### ► Suivi des couches de roulement en service

Se reporter au paragraphe ayant le même intitulé page 3.

## VALIDITE DES RESULTATS

L'importance contractuelle des mesures d'adhérence ou de texture dans de nombreux marchés nécessite la connaissance de la répétabilité et de la reproductibilité des essais.

Ces cernières sont définies par la norme NF ISO 5725 de décembre 1987.

La **répétabilité** concerne la suite des résultats obtenus par un opérateur, avec un appareil, sur un échantillon et pendant un temps court. **Au sens strict**, la répétabilité devrait être étudiée pour chaque nature de couche de surface.

La **reproductibilité** concerne les conditions usuelles d'utilisation : plusieurs opérateurs, plusieurs appareils, plusieurs échantillons et pendant des temps assez longs. Cette reproductibilité intègre la **dispersion** des caractéristiques de surface du revêtement.

En l'état actuel de nos connaissances, on s'appuie sur les intervalles de confiance expérimentaux :

\* pour les BBTM,  $HSC = 0,94 Ra + 0,34$ .

\*\* pour les BBDr, la HS n'est pas significative.

	UN SEUL APPAREIL (intervalle de confiance à 95 %, → 2 $\sigma$ )	PLUSIEURS APPAREILS (intervalle de confiance à 95 %, → 2 $\sigma$ )
<b>HS à la tache de sable (mm)</b> - pour des valeurs comprises entre 0,3 et 0,9 - pour des valeurs > à 0,9	$\pm 0,10$  $\pm 0,10$ à 0,20	$\pm 0,10$ à 0,20  $\pm 0,20$ à 0,50
<b>SCRIM</b> - pour une valeur de 0,70	$\pm 0,03$ à 0,06	- selon la longueur testée : - 5 % - selon la saison : de 12 à 48 % - selon la trace de mesure : de 13 à 40 %
<b>Remorque LPC</b> - pour une valeur de 0,50	$\pm 0,02$ à 0,04	- selon la saison : de 10 à 20 % - selon la trace de mesure : de 20 à 80 %
<b>Rugolaser</b> - pour des valeurs comprises entre 0,3 et 0,9 - pour des valeurs comprises entre 0,4 et 1,1	Ra : $\pm 0,07$ à 0,08  Rq : $\pm 0,12$ à 0,16	En cours d'étude
<b>MTM (valeurs SMTD en mm)</b> - pour des valeurs comprises entre 0,2 et 0,5 - pour des valeurs supérieures à 0,5	$\pm 0,02$ à 0,04  $\pm 0,03$ à 0,06	$\pm 0,05$ à 0,10  $\pm 0,10$ à 0,20

## ANNEXE : Glossaire et sigle des principaux termes techniques

**REMARQUE PRELIMINAIRE : TEXTURE ET RUGOSITE.** - Ces termes font exclusivement référence à des aspects géométriques. Nous proposons d'utiliser le terme "texture" (et ses préfixes) pour caractériser l'aspect complexe de la surface du revêtement et de réserver le terme "rugosité" pour la surface même des granulats.

**ADHERENCE** : qualité d'une chaussée permettant au conducteur d'accélérer, de diriger et freiner son véhicule : par opposition à la "glissance" d'une chaussée, qui traduit une insuffisance de cette adhérence.

**ANGULARITE** : caractéristique géométrique d'un granulat liée à la présence d'arêtes vives permettant d'obtenir un frottement élevé.

**COEFFICIENT DE FROTTEMENT LONGITUDINAL (CFL)** : valeur de l'adhérence longitudinale mesurée à l'aide de la remorque LPC, roue bloquée.

**COEFFICIENT DE FROTTEMENT TRANSVERSAL (CFT)** : valeur de l'adhérence transversale mesurée à l'aide de l'appareil SCRIM (Sideway force Coefficient Routine Investigation Machine), roue libre.

**COEFFICIENT DE POLISSAGE ACCELERE (CPA)** : coefficient traduisant la résistance d'un gravillon au polissage et obtenu à l'aide de la machine CPA et du pendule SIRT associé.

**COEFFICIENT SRT** : valeur relative de l'adhérence mesurée avec le pendule SRT (Skid Resistance Tester).

**DISTANCE D'ARRET ET DISTANCE DE FREINAGE** : lors d'un freinage d'urgence, on distingue :

1 - un temps de perception/réaction, lié à l'utilisateur, nécessaire pour comprendre qu'il faut freiner et amener le pied à appuyer sur la pédale de frein : de 0,5 à plus de 3 secondes selon le conducteur et son niveau d'attention,

2 - un temps mort de réponse du système,

3 - un temps de montée en puissance du freinage,

4 - un temps où le freinage est effectif et à peu près constant, jusqu'à l'arrêt,

- **distance de freinage** : distance parcourue pendant un temps de freinage effectif (correspondant au seul temps "4" précédent),

- **distance d'arrêt** : distance parcourue pendant tout le temps d'action sur la pédale de frein (correspondant aux temps "2 + 3 + 4" précédents).

**ECART MOYEN ARITHMETIQUE Ra** : moyenne arithmétique des altitudes (absolues et rapportées à la moyenne) des points successifs d'un profil numérisé de la surface.

**ECART MOYEN QUADRATIQUE** (ou géométrique) Rq : moyenne quadratique (ou écart-type) des altitudes des points successifs d'un profil numérisé de la surface.

**ENVIRAGE** : angle du plan équatorial des roues d'une voiture en mouvement avec sa direction de marche, mobilisant une réaction transversale sur la roue, liée aux forces de frottement.

**FILM D'EAU (et termes associés)** : eau en couche relativement mince présente sur la chaussée. L'épaisseur en est très irrégulière et dépend, en chaque point, de la longueur d'écoulement, de la macro et de la mégatexture de la surface et de sa perméabilité.

Lors du roulement, la plus grande partie du film d'eau est évacuée sous la pression du pneumatique, dans les rainures de la gomme et dans la macrotex-ture du revêtement. Cette évacuation est d'autant plus facile que ces canaux d'évacuation sont plus importants et que le temps d'appui est plus long (ou la vitesse plus réduite). Il reste alors un film lubrifiant très mince entre la gomme et les granulats du revêtement.

Ce film lubrifiant, d'environ 0,01 mm, ne peut être brisé que par une pression très élevée (beaucoup plus élevée que la pression de gonflage des pneus). Cette pression élevée se développe entre des petites aspérités aiguës (la micro-texture du revêtement) et la gomme du pneu.

- **Hauteur moyenne d'eau** : lors d'une pluie, l'épaisseur moyenne est d'environ 0,5 à 1,5 mm. Elle peut atteindre 5 à 15 mm si la ligne de plus grande pente de la surface devient longitudinale, 20 à 50 mm localement dans les ornières et les flaches.

- **Hydroplanage** : phénomène de perte de contact par interposition d'eau en couche épaisse entre le pneu et la chaussée.

- **Viscoplanage** : diminution, voire perte de l'adhérence par persistance d'un film d'eau entre la gomme et les granulats.

**HAUTEUR AU SABLE CALCULÉE (HSC)** : valeur de la hauteur au sable, calculée à partir d'une autre technique de mesure. La valeur est exprimée dans la même unité (mm) que HSV. L'emploi d'une valeur HSC nécessite de préciser aussi l'appareil de mesure et la relation à utiliser.

**HAUTEUR AU SABLE VRAIE (HSV)** : rapport d'un volume donné de sable à l'aire de la tache (circulaire) de ce sable uniformément étalé par arasement sur le revêtement.

**HS EQUIVALENTE (HS eq)** : terme imprécis à éviter et à remplacer par HS calculée (HSC).

**MACROTEXTURE (de la surface routière)** : irrégularités de surface d'un revêtement de dimensions horizontales comprises entre 0,5 et 50 mm et de dimensions verticales comprises entre 0,2 et 10 mm. La macrotex-ture est liée à la dimension des granulats, à la formule et à la mise en œuvre (compactage) et au traitement de surface éventuel.

**MEGATEXTURE (de la surface routière)** : irrégularités de surface d'un revêtement de dimensions horizontales comprises entre 50 et 500 mm et de dimensions verticales comprises entre 1 et 50 mm. Elle est liée au type de revêtement et à son mode de mise en œuvre, aux dégradations et aux traitements ponctuels de la surface.

**MICROTEXTURE (de la surface routière)** : irrégularités de surface d'un revêtement de dimensions horizontales comprises entre 0 et 0,5 mm et de dimensions verticales comprises entre 0 et 0,2. Elle est liée aux aspérités de la surface des granulats (gravillons, sables, mortier) en contact avec la gomme des pneumatiques.

**MICRORUGOSITE (du granulat)** : aspérité de la surface d'un granulat liée à sa nature pétrographique. L'échelle de grandeur est celle du demi-millimètre et en dessous.

**POLISSAGE** : diminution de la microrugosité d'un granulat sous l'action combinée de la circulation, de l'eau et des poussières abrasives. La résistance au polissage est caractérisée par le coefficient de polissage accéléré (CPA).

**RUGOSITE (du granulat)** : irrégularités produites par les dimensions, la forme et l'angularité d'un granulat.

**SMTD (Sensor Measured Texture Depth)** : valeur du mesurage de la macrotex-ture avec l'appareil Mini Texture Meter (MTM). Cette valeur SMTD est analogue à une valeur Rq.

**Rédacteurs** : les membres du sous-groupe ADHERENCE du Groupe national "Caractéristiques de surface des chaussées" :

MM. BAUDUIN	SCREG
BELLANGER	LRPC Angers
CHAUMONT	EJL
COUSSIN	SPETRF
DENIS	UNPG
DUPONT	SETRA
FAURE, animateur	SACER
GANGA	LRPC Clermont-Ferrand
GOTHIE	LRPC Lyon
Mlle GOYON	SETRA
MM. HEUX	DDE Puy-de-Dôme
LAVAUD, animateur	CETE Sud-Ouest
LE DUFF	VIAFRANCE
LEMONNIER	GAILLED'AT
RAUCH	Ville de Paris

Cette note a été rédigée par :

Les membres du sous-groupe ADHERENCE du Groupe national "Caractéristiques de surface des chaussées" (voir ci-dessus).

S.E.T.R.A., 46, Avenue Aristide-Briand, 92223 BAGNEUX - France  
☎ (1) 46 11 31 31 - Télécopie (1) 46 11 31 69 - (1) 46 11 34 00

Renseignements techniques : P. DUPONT - S.E.T.R.A. - C.S.T.R. - ☎ (1) 46 11 34 07

Bureau de vente : ☎ (1) 46 11 31 55 - (1) 46 11 31 53 - Référence du document : **D9310**

Classification thématique au catalogue des publications du SETRA : **D03**

#### AVERTISSEMENT :

Cette série de documents est destinée à fournir une information rapide. La contrepartie de cette rapidité est le risque d'erreur et la non exhaustivité. Ce document ne peut engager la responsabilité de son auteur ni de l'administration.

Les sociétés citées le cas échéant dans cette série le sont à titre d'exemple d'application jugé nécessaire à la bonne compréhension du texte et à sa mise en pratique.

ISSN 1152-2844