

**MINISTÈRE DE L'ÉQUIPEMENT
ET DU LOGEMENT**

**Contrôle de la rugosité
et de l'adhérence des
couches de roulement neuves**

Clauses contractuelles

**Pour le Règlement Particulier d'Appel d'Offres RPAO
Pour le Cahier des Clauses Administratives Particulières CCAP
et le Cahier des Clauses Techniques Particulières CCTP**

Page laissée blanche intentionnellement

—————
DIRECTION DES ROUTES

—————
CIRCULAIRE N° 88-78

Le Ministre de l'Équipement et du Logement

à

Madame et Messieurs les Préfets
(Directions Départementales de l'Équipement)

OBJET : Adhérence des couches de roulement neuves.

Les accidents sur chaussées mouillées entraînent environ 900 tués par an sur le réseau des routes nationales et des autoroutes. De plus, le risque d'avoir un accident sur chaussée mouillée est, toutes choses égales par ailleurs, à peu près deux fois plus élevé que sur chaussée sèche.

Sur chaussées sèches et propres, le coefficient de frottement pneumatique-chaussée est toujours très élevé et il ne varie que faiblement en fonction de la vitesse, dans la gamme des vitesses habituellement utilisées sur routes et autoroutes.

Sur chaussées mouillées, au contraire, le coefficient de frottement est toujours inférieur à celui sur chaussées sèches et il décroît lorsque la vitesse augmente, et ce d'autant plus vite que la rugosité du revêtement est faible : sur un revêtement rugueux du type enduit superficiel, le coefficient de frottement sur chaussée mouillée diminue seulement de 25 % entre 40 et 120 km/h alors que, pour une même variation de vitesse, la diminution est de l'ordre de 75 % sur un revêtement fin (au-dessus de 120 km/h, de tels revêtements ont un coefficient de frottement proche de celui du verglas).

On voit donc, d'une part, la grande importance du choix d'une macrotecture adaptée en ce qui concerne la qualité de service des infrastructures routières et, d'autre part, les risques que prennent les usagers qui ne respectent pas les limitations de vitesse.

Deux phénomènes essentiels conditionnent l'adhérence des pneumatiques sur chaussées mouillées :

- le drainage superficiel de l'eau, assuré par les sculptures des pneumatiques, et par :
 - la macrotecture du revêtement (qui génère toutefois aussi du bruit, ce qu'il faut éviter en zone urbaine) ;
 - le pouvoir drainant du revêtement dans sa masse (cas des enrobés drainants).
- la rupture du film d'eau résiduel sous le pneumatique, obtenue par les arêtes qui forment la microtexture des granulats.

Les caractéristiques d'adhérence de la chaussée interviennent rarement seules dans la genèse des accidents. Elles sont souvent combinées à d'autres éléments défavorables. Sans aborder ici les éléments importants relatifs aux conducteurs ou aux véhicules, il convient de citer pour ce qui concerne les infrastructures : les difficultés de tracé (déclivités, courbes à faible rayon, imperfections de dévers), les zones de conflit de trafic, etc. L'expérience montre toutefois que l'amélioration de l'adhérence peut réduire la gravité de l'accident, lorsqu'elle ne permet pas de l'éviter.

La circulaire n° 69-72 du 11 juin 1969 relative à la lutte contre les chaussées glissantes énonçait un certain nombre de recommandations à respecter pour obtenir des qualités antidérapantes convenables sur les revêtements utilisés à l'époque – principalement les enrobés, les enduits superficiels et les bétons de ciment.

L'élargissement de la panoplie des revêtements disponibles en particulier dans la gamme des couches minces et très minces, l'amélioration des moyens de mesure ainsi que la nécessité de prendre des dispositions en matière de contrôle des qualités d'adhérence, nous conduisent à faire évoluer les recommandations de la circulaire de 1969.

I - OBJET

L'objet de la présente circulaire est d'énoncer les objectifs de qualité se rapportant aux caractéristiques d'adhérence des couches de roulement neuves.

Elle participe en cela à la lutte contre les chaussées glissantes ; elle annule et remplace la circulaire du 11 juin 1969.

II - DOMAINE D'APPLICATION

a) Cette circulaire s'applique au réseau routier et autoroutier national. La décision de son utilisation pour d'autres réseaux (routes départementales, voirie urbaine,...) relève de la responsabilité exclusive du Maître d'Ouvrage de la voirie concernée.

b) En outre, ces recommandations concernent toutes les couches de roulement mises en œuvre dans le cadre de travaux neufs, de renforcements coordonnés ou de travaux d'entretien, pour des marchés signés à partir du 1^{er} janvier 1989. Elles ne concernent donc pas les couches de roulement réalisées au titre de marchés signés avant cette date.

III - RECOMMANDATIONS GÉNÉRALES

1. - Uni.

Sur chaussée sèche aussi bien que sur chaussée mouillée, certains défauts localisés d'uni, en particulier dans les courtes longueurs d'ondes, peuvent diminuer l'adhérence mobilisable par délestage des roues des véhicules. L'obtention d'un bon uni est donc une condition préalable à la recherche de bonnes caractéristiques d'adhérence. Les seuils d'uni à respecter lors des travaux neufs, de renforcements coordonnés ou d'entretien sont définis dans la circulaire n° 84-50 du 23 juillet 1984.

2. - Évacuation de l'eau.

Sur chaussée mouillée, il faut évacuer l'eau de l'aire de contact du pneumatique, d'abord en évitant la formation d'un film d'eau de forte épaisseur (supérieure à 3 mm). Les accumulations d'eau peuvent être dues à des pentes transversales trop faibles, à des déformations de la chaussée (en particulier à l'orniérage), à une mauvaise évacuation latérale (cas des bordures sans exutoires), à des changements de dévers mal conçus, etc. On se reportera aux spécifications de l'Instruction sur les Conditions Techniques d'Aménagement des Routes Nationales (I.C.T.A.R.N.) ou de l'Instruction sur les Conditions Techniques d'Aménagement des Autoroutes de Liaison (I.C.T.A.A.L.) ou de l'Instruction sur les Conditions Techniques d'Aménagement des Voies Rapides Urbaines (I.C.T.A.V.R.U.), en les complétant par des mesures particulières pour les zones à forte pente et les zones de raccordement de dévers, en premier lieu dans le cas des chaussées larges.

3. - *Microtexture - Macrotecture.*

- *Microtexture :*

La microtexture est la propriété que possèdent les granulats de présenter une surface durablement rugueuse, capable de percer le film d'eau résiduel au contact du pneumatique ; elle détermine le niveau général de l'adhérence.

La microtexture dépend en premier lieu de la capacité des granulats :

- à présenter et à conserver le plus longtemps possible des arêtes vives ;
- à résister convenablement à l'usure ;
- à offrir une bonne résistance au polissage et ce d'autant plus que le trafic croît (cette dernière qualité peut être appréciée par l'essai de polissage accéléré).

Ceci conduit à ne retenir que des granulats présentant des caractéristiques satisfaisant strictement à la Directive S.E.T.R.A. - L.C.P.C. d'avril 1984, sur les spécifications relatives aux granulats pour chaussées.

- *Macrotecture :*

La macrotecture caractérise la présence d'irrégularités de quelques dixièmes de millimètres à quelques millimètres de hauteur, distantes de quelques millimètres à un centimètre ; elle contribue au drainage superficiel de l'eau entre le pneumatique et la chaussée et détermine la diminution d'adhérence lorsque la vitesse s'élève.

La macrotecture dépend de la nature et de la formulation de la couche de roulement ainsi que des modalités de fabrication et de mise en œuvre, et/ou du traitement de surface.

La recherche de l'obtention et d'une bonne durabilité de la macrotecture doit être l'une des idées directrices de l'étude de formulation.

On se reportera aux recommandations en vigueur pour la formulation et la réalisation des différentes couches de roulement.

Certaines études de sécurité en relation avec les caractéristiques de surface ont mis en évidence, sur des sections de routes données, l'existence de seuils d'adhérence et en particulier de macrotecture en dessous desquels le risque d'accident sur chaussée mouillée augmente rapidement.

Ces seuils dépendent d'un nombre important de paramètres notamment le site, le type d'itinéraire et les vitesses pratiquées ; cette circulaire ne fixe donc pas de seuils quantitatifs de portée générale. Par conséquent, je vous demande de veiller tout particulièrement au choix des techniques que vous utiliserez, afin d'adapter l'offre à la demande d'adhérence en fonction de l'itinéraire concerné.

Pour cela, votre attention devra se concentrer particulièrement sur :

- 1^o) l'évaluation de la demande d'adhérence liée à la difficulté de l'itinéraire et à la présence de zones singulières ;
- 2^o) le choix d'un type de couche de roulement qui permette d'offrir facilement la macrotecture demandée ;
- 3^o) le contrôle de la formulation et de la mise en œuvre sur chantier, afin de vérifier que l'objectif est atteint.

4. - Homogénéité de l'offre d'adhérence.

- Le choix d'une couche de roulement neuve doit être fait de façon à offrir à l'utilisateur un potentiel d'adhérence mobilisable, fonction de la difficulté de circulation sur l'itinéraire. En général, il n'est pas nécessaire d'augmenter l'adhérence sur l'ensemble d'un itinéraire mais plutôt de maintenir celle-ci à un niveau suffisant dans les zones où le besoin d'adhérence est particulièrement important.

Relever uniformément la macrotecture de tout un itinéraire pourrait donner à l'utilisateur une fausse impression de sécurité et l'inciter à augmenter inconsidérément sa vitesse, ce qui, d'une part, pourrait déplacer les points d'accumulation d'accidents sans en déduire ni le nombre ni la gravité et, d'autre part, aurait un impact négatif sur le bruit et la consommation de carburant.

Les zones à forte demande d'adhérence correspondent principalement :

- à des vitesses élevées ;
- à des trafics importants et canalisés ;
- à une géométrie de la route difficile (rayons de raccordements faibles et dévers associés insuffisants, virages en enfilade, bosses et dos d'âne dans le profil en long....) ;
- à des zones à conflits potentiels entre flux de trafic ou des sections à tracé ou configurations difficiles intercalées dans un itinéraire qui, par ailleurs, présente un tracé facile.

Le besoin d'adhérence est également d'autant plus fort que le conducteur est soumis à un effet de surprise qui le conduit à réagir avec retard et donc plus brutalement. Dans de telles situations, le revêtement doit aussi avoir un effet d'alerte sur le conducteur et pourra donc être, le cas échéant, différent du revêtement du reste de l'itinéraire.

- Cependant, le souci d'adapter l'offre à la demande d'adhérence ne doit pas conduire à gérer l'adhérence de façon trop différenciée, ce qui aboutirait à un éparpillement de techniques différentes et, par suite, à une hétérogénéité du réseau. Au contraire, il est très souhaitable de traiter avec une seule technique des sections aussi longues que possible.

Le meilleur compromis entre les deux objectifs précédents doit être trouvé par le Maître d'Oeuvre après une réflexion attentive.

5. - Prise en compte des autres qualités demandées à une couche de roulement.

La décision du choix d'une couche de roulement ne doit évidemment pas être prise uniquement en fonction du seul critère « adhérence ». On doit également tenir compte d'autres qualités :

- liées au respect des contraintes de protection de l'environnement : notamment réduction du bruit de roulement en milieu urbain. Un revêtement dont la macrotecture est en relief entraîne, dans la majeure partie des cas, une augmentation du bruit de contact pneumatique-chaussée. En milieu urbain, il convient de privilégier fortement le caractère peu bruyant des chaussées ;
- liées à sa résistance sous l'action du trafic et des agents climatiques (résistance à l'ornièrage et à la fissuration) ;
- liées à son rôle d'étanchéité vis-à-vis de la structure de la chaussée.

La satisfaction de l'ensemble de ces exigences techniques parfois contradictoires conduira souvent le Maître d'Oeuvre à la recherche d'un compromis, lequel sera, de plus, fonction du contexte économique. Une forme de ce compromis peut être, par exemple, la dissociation des fonctions de la couche de surface pouvant conduire éventuellement à une conception multicouche de celle-ci.

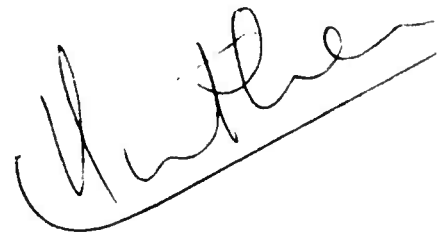
Afin de vous aider dans votre choix de couche de roulement, vous trouverez ci-après un tableau indiquant, selon le site, le type de voie et les vitesses pratiquées, des exemples de techniques de couches de surface bien adaptées pour satisfaire à la demande d'adhérence correspondante.

Dans l'état actuel des technologies disponibles, les enrobés drainants constituent, notamment pour les voies à fort ou moyen trafic ou en zone urbanisée, un excellent compromis en offrant une bonne adhérence à haute vitesse, une diminution voire dans certains cas une suppression des projections d'eau et une réduction du bruit de roulement.

La viabilité hivernale sur ce type de surface doit faire cependant l'objet d'une attention toute particulière et parfois d'un traitement spécifique.

Les C.E.T.E. (division terrassements et chaussées, et laboratoires régionaux), le L.C.P.C. et le S.E.T.R.A. sont à votre disposition pour toutes informations complémentaires relatives à l'application de cette circulaire.

Pour le Ministre et par délégation,
Le Directeur des Routes

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Berthier', written over a horizontal line that slopes downwards from left to right.

J. BERTHIER

CIRCULAIRE SUR L'ADHÉRENCE DES COUCHES DE ROULEMENT NEUVES DU RÉSEAU ROUTIER ET AUTOROUTIER NATIONAL

					ENDUITS SUPERFICIELS		ENROBÉS coulés à froid 0/8-0/10	BÉTONS BITUMINEUX				CLOUTAGE		BÉTON DE CIMENT	
					« Classiques »	« Hautes performances »		Semi-granulés continus	Minces fortement discontinus	Très minces	Drainants	Sur BB ou microbéton	Sur sable enrobé	Strié	Clouté dénudé
OBSERVATIONS SUR LES TECHNIQUES					3	4	6	7		7-8-9	8-10	3	3		
Site	Vitesse (km/h)	Type de voie	Type d'itinéraire	Configuration											
URBAIN	60	Voies de transit	X	X	1	5						1	1	1	1
	110	Voies rapides	X	Ensemble itinéraire	1-2	5						1-2	1-2	2	1-2
			X	Zones singulières					7-8		11			12	
RASE CAMPAGNE	90	Chaussées bi-directionnelles	Itinéraire facile (demande d'adhérence normale)	Ensemble itinéraire		5								2	
			X	Zones singulières					7-8		11			12	
			Itinéraire difficile (demande d'adhérence forte)	X		5			7-8		11				
	> 110	Autoroutes ou routes à chaussées séparées (et voies express à 110 km/h)	Itinéraire facile	Ensemble itinéraire	2	5						2	2	2	2
			X	Zones singulières					7-8		11			12	
			Itinéraire difficile	X		5			7-8		11				2

Les voies express ou chaussées séparées en rase campagne (vitesse 110 km/h) sont à assimiler aux autoroutes (longueur et homogénéité de l'itinéraire, caractéristiques géométriques).

Définitions :

● La notion d'« Itinéraire ou site de type difficile » est caractérisée par la fréquence avec laquelle le conducteur est amené à réagir d'urgence. De façon générale, il s'agit d'itinéraires induisant une demande de freinage élevée, liée à des difficultés de circulation telles que :

- un très fort trafic ;
- un tracé très vallonné et/ou sinueux (notamment en région montagneuse) avec des virages accidentés (rayon moyen < 150 mètres ou présentant une rupture dans la courbure), des dévers faibles ou inversés, des pertes de visibilité dues au tracé ou au profil en long ;
- des zones à conflit de trafic.

● L'« Itinéraire facile » se définit par différence avec l'« itinéraire difficile ».

Il appartient au maître d'œuvre de choisir dans quel type d'itinéraire s'inscrit son chantier.

● Zones singulières :

Il s'agit principalement de :

- certaines approches d'intersections ;
- certaines zones de ralentissements (avant un feu ou en agglomération) ;
- certaines zones de dépassement et de rabattement, en particulier aux transitions 2 x 2 voies/3 voies ;
- certaines zones de transition de dévers ;
- et, plus généralement, de tout point où se produit une accumulation d'accidents.

CIRCULAIRE SUR L'ADHÉRENCE DES COUCHES DE ROULEMENT NEUVES DU RÉSEAU ROUTIER ET AUTOROUTIER NATIONAL

Tableau d'aptitude des techniques vis-à-vis du critère adhérence

Ce tableau, établi en fonction de l'état actuel des technologies disponibles, doit être utilisé pour rechercher le meilleur compromis entre le critère « adhérence » et les autres contraintes (techniques, économiques) qui conditionnent le choix d'une couche de roulement neuve.

Avertissement :

- 1) Les numéros du tableau ne sont pas des valeurs d'adhérence mais des renvois à des commentaires figurant ci-dessous.
- 2) Les techniques jugées inadaptées en général aux conditions actuelles de circulation ont été exclues du présent tableau (sables enrobés, enrobés à forte proportion de sable roulé, coulis...).

Légende :



Apte sur le plan de l'adhérence
(Réserves éventuelles d'utilisation)



Apte sur le plan de l'adhérence moyennant
certaines précautions de conception



Déconseillé en général sur le plan
de l'adhérence

Signification des renvois

- (1) Convient sur le plan de l'adhérence ; mais réserve en raison des nuisances pour l'environnement dues aux bruit de roulement extérieur. C'est pourquoi, en zone urbaine, le choix d'une faible granulométrie (dimension maximale des granulats au plus égale à 10 mm) est recommandé. De plus, cette technique est mal adaptée au traitement des zones singulières (carrefours, feux,...) en milieu urbain.
- (2) Convient sur le plan de l'adhérence ; mais ce type de technique peut induire une gêne sur de grands itinéraires en raison du bruit de roulement à l'intérieur du véhicule.
- (3) Risque d'évolution de l'adhérence par poinçonnement ou arrachement sous l'action des forts trafics (TI fort ou TO faible) des enduits ou cloutages sur enrobés bitumineux ; ce risque est d'autant plus grand que le revêtement est sollicité en efforts de cisaillement (zone de freinage, virages).
- (4) La technique visée est celle des « enduits à hautes performances » caractérisés par un liant à base de bitume et de résine époxy et par des granulats très peu polissables (généralement granulats artificiels de bauxite calcinée).
- (5) Convient sur le plan de l'adhérence ; mais utilisation généralisée sur un itinéraire peu envisageable, en raison du coût de cette technique.
- (6) Les performances d'adhérence dépendent de la granulométrie qui doit être choisie en fonction du niveau de trafic. En outre, la préparation éventuelle du support (par reprofilage ou homogénéisation) est une condition nécessaire au maintien dans le temps du niveau d'adhérence (en particulier dans les zones singulières).
- (7) L'obtention d'une macrotexture suffisante n'est pas assurée avec toutes les formulations. Une étude préalable d'optimisation de la formulation et des modalités de mise en œuvre est conseillée (les laboratoires des Ponts et Chaussées peuvent être consultés à ce sujet).
- (8) Le maintien dans le temps de la macrotexture sous fort trafic peut nécessiter dans certains cas le recours à des liants modifiés.
- (9) Ce type de matériau n'est pas imperméable en général ; aussi pour les supports qui le nécessitent, la couche d'accrochage devra aussi faire office de couche d'étanchéité. Un surdosage pourra se révéler nécessaire.
- (10) Compte tenu de la très grande perméabilité de ces revêtements, la couche d'accrochage jouant aussi le rôle d'étanchéité est impérative.
- (11) Convient pour le traitement des zones à accumulation d'eau moyennant des dispositions constructives particulières. L'emploi sur des zones à besoins de distances d'arrêt courtes nécessite d'optimiser la formulation.
- (12) Risque d'évolution assez rapide de l'adhérence sous fort trafic ; striage profond à préconiser.

Page laissée blanche intentionnellement

MINISTÈRE DE L'ÉQUIPEMENT ET DU LOGEMENT

Direction des Routes - 244, boulevard Saint-Germain - 75775 PARIS CEDEX 16

Contrôle de la rugosité et de l'adhérence des couches de roulement neuves

Clauses contractuelles

Pour le Règlement Particulier d'Appel d'Offres RPAO
Pour le Cahier des Clauses Administratives Particulières CCAP
et le Cahier des Clauses Techniques Particulières CCTP

SEPTEMBRE 1988

Document réalisé et diffusé par

le Laboratoire Central des Ponts et Chaussées
58 bd Lefebvre - 75732 PARIS CEDEX 15

LCPC

le Service d'Etudes Techniques des Routes et Autoroutes
46 avenue Aristide Briand - 92223 BAGNEUX

SETRA

**Clauses contractuelles de R.P.A.O.
complétant l'article 4 du R.P.A.O. type de la C.C.M.**

Lorsque la 2^{ème} rédaction de l'article 18.3.4.b) du C.C.T.P. a été retenue, reprendre le texte de l'article 4 du R.P.A.O. type de la C.C.M. en y ajoutant le paragraphe ci-contre.

(1) Préciser le n° de l'article concerné du Code des Marchés Publics :

- marché Etat : 97
- marché des Collectivités Locales : 300.

(2) Dans le choix des offres, c'est la valeur du seuil R qui est déterminante. En effet, le seuil M est relatif au besoin strict de l'utilisateur tandis que le seuil R est un critère de qualité.

TEXTE

ARTICLE 4 : JUGEMENT DES OFFRES

Outre les critères de jugement des offres déjà prévus à l'article... (1) du Code des Marchés Publics, il sera tenu compte dans le jugement des offres du critère additionnel suivant :

- valeur du seuil R de macrotexture proposé par les entreprises conformément à l'article 18.3.4,b) du C.C.T.P. (2).

**Clauses contractuelles de C.C.A.P.
complétant les articles 4 et 9 du C.C.A.P. type de la C.C.M**

(1) Préciser ci-contre la longueur de la zone retenue au 18.3.4.b) du C.C.T.P.

(2) On choisira, en fonction du site, une valeur ne dépassant pas 30 %.

(3) Préciser le nom de l'organisme chargé de procéder aux épreuves.

(4) Voir article 41.4 du C.C.A.G.

(5) Les épreuves de contrôle de l'adhérence ne doivent en aucun cas être exécutées à une période excédant le délai de garantie.

TEXTE

4.6. RÉFACTION DE PRIX

4.6.7. Rugosité et adhérence

Les réfections s'appliquent à chaque lot de contrôle tel qu'il est défini à l'article 18.3.4.b) du C.C.T.P.

Elles sont calculées de la manière suivante :

- 1^o) Pour l'ensemble du chantier, dès lors qu'une seule zone de plus de... (1) mètres présente une valeur moyenne de (HSéq) inférieure au seuil M fixé pour le lot de contrôle correspondant, la zone est refusée et l'entrepreneur est alors tenu de procéder à sa réfection, dans le délai qui lui est imparti par le Maître d'Oeuvre.
- 2^o) Pour un lot de contrôle dont la moyenne des valeurs de (HSéq) est comprise entre les seuils M et R relatifs au lot considéré.
 - a) Dans le cas où il existe un autre lot de contrôle utilisant la même technique de couche de roulement et accepté sans réserve tel que : $CFL_{référence} - CFL_{lot\ de\ contrôle\ considéré} < \frac{CFL_{réf.}}{5}$, le lot de contrôle considéré est accepté sans réserve et les frais d'essais de CFL sont à la charge du Maître d'Ouvrage.
 - b) Dans le cas contraire, une réfaction de... (2) % du prix de mise en œuvre, exprimé au mètre carré, est appliquée à la somme de chaque surface pour laquelle la valeur représentative de (HSéq) est inférieure à $\frac{R + M}{2}$ et les frais d'essais de CFL sont à la charge de l'Entrepreneur.

9.2. RÉCEPTION

La réception du chantier ne peut être prononcée que sous réserve de l'exécution concluante des épreuves de contrôle de l'adhérence définies à l'article 18.3.4.b) du C.C.T.P. qui sont exécutées par... (3), (4).

Le délai maximal dans lequel le Maître d'Oeuvre procède aux épreuves de contrôle de l'adhérence est fixé à... (5) à compter de la date de réception de la lettre de l'Entrepreneur l'avisant de l'achèvement des travaux.

**Clauses contractuelles de C.C.T.P.
à insérer au paragraphe 18.3 « Contrôle de conformité de l'ouvrage réalisé »**

- (1) La microtexture du revêtement qui contribue, avec la macrotexture, à l'obtention du niveau d'adhérence pneumatique/chaussée, n'est pas contrôlée directement ; elle doit être assurée par le respect des spécifications portant sur les granulats (CPA, indice de concassage, coefficient de forme,...).
- (2) La suite du texte du C.C.T.P. définit les circonstances dans lesquelles il conviendra de faire ce contrôle.
- (3) On appelle Hauteur au Sable équivalente (HSéq), le résultat des mesures de macrotexture effectuées au moyen du Mini-Texture-Meter, du Rugolaser ou du Drainoroute, et exprimées en terme de Hauteur au Sable.
- (4) Préciser ci-contre l'appareil de mesure utilisé :
- **Mini-Texture-Meter (MTM)**,
 - Rugolaser,
 - Drainoroute.

Dans les cas courants, il est conseillé d'utiliser de préférence le Mini-Texture-Meter. Cependant, le recours à d'autres appareils peut être envisagé dans certains contextes particuliers :

- Rugolaser (pour des mesures sur autoroutes, notamment),
- Drainoroute (pour des mesures en milieu urbain ou sur enrobés drainants, notamment).

En outre, dans le cas de petits chantiers, on peut utiliser l'essai classique de « Hauteur au Sable » (mode opératoire L.C.P.C. publié chez DUNOD en 1971). **Dans ce cas, il y a lieu de remplacer dans tout le texte du C.C.T.P. et du C.C.A.P. « Hauteur au Sable équivalente » par « Hauteur au Sable » et « HSéq » par « HS ».**

Le Maître d'Oeuvre aura toujours intérêt à se rapprocher du Laboratoire Régional afin de choisir l'appareil de mesure (ou l'essai) le plus approprié au contexte de son chantier.

Le panachage de méthodes ou d'appareils de mesure différents doit être proscrit.

- (5) Il est fortement recommandé d'effectuer les mesures de macrotexture dans les deux semaines qui suivent la fin de la mise en œuvre ; en tout état de cause, ne pas dépasser 6 mois.
- (6) Préciser ci-contre la localisation des mesures dans le profil en travers ; en général, selon deux traces, de préférence situées à l'emplacement présumé des deux bandes de roulement de chaque voie de circulation ; mais il est possible de choisir les emplacements des traces de mesure de façon différente (une trace dans la bande de roulement de gauche et une trace dans l'axe de la voie de circulation). Dans tous les cas, ces mesures doivent être réalisées dans le sens de la circulation.
- (7) Préciser l'intervalle à respecter entre deux valeurs successives :
- 10 m dans le cas des mesures avec le Mini-Texture-Meter ou le Drainoroute.
 - 20 m dans le cas des mesures au Rugolaser (ou de l'essai de Hauteur au Sable).

* Si le marché comporte un type de couche de roulement imposé par le Maître d'Oeuvre (exemple : béton bitumineux conforme à la recommandation SETRA-LCPC), cette 1^{re} rédaction doit figurer au marché, que la formulation soit proposée par l'Entreprise ou imposée par le Maître d'Oeuvre.

- (8) Préciser ci-contre le nombre de lots de contrôle.

Chaque lot de contrôle doit être à la fois :

- d'un seul tenant (par exemple découper en au moins 2 lots un chantier couvrant 2 longueurs de chaussées interrompues par un secteur ne faisant pas l'objet de travaux),
- représentatif d'une seule et même configuration du tableau ci-dessous. Si le chantier comporte plusieurs parties aux configurations différentes (conduisant à des niveaux de M et de R différents), le tableau du C.C.T.P. ci-contre devra en fixer les limites : dans la pratique, il est souhaitable de viser un nombre limité (2 par exemple) de configurations différentes pour un même chantier.

De plus, il est préconisé de procéder à une réception par voie de circulation (la largeur du lot sera donc celle de la voie) et par lot de 500 à 1 000 mètres de longueur au plus.

TEXTE

18.3 Contrôle de conformité de l'ouvrage réalisé

18.3.4.b) Rugosité et adhérence

I. Principes généraux

Le contrôle de l'adhérence se fait sur l'ensemble du chantier et sur chaussées finies.

Le contrôle consiste en une vérification systématique de la macrotexture (1) et en une vérification occasionnelle, à la demande de l'entrepreneur (2), du coefficient de frottement longitudinal (C.F.L.).

La macrotexture est mesurée par la Hauteur au Sable équivalente (HSéq) (3), au moyen du... (4), dans un délai de... (5) après la fin de la mise en œuvre. La même méthode de mesure est utilisée pour la réception de tout le chantier et par tous les partenaires. En cas de contestation des résultats, l'Entrepreneur peut procéder, à ses frais, à des mesures contradictoires mais est tenu d'utiliser les mêmes types d'essai et d'appareil que ceux définis précédemment.

Les mesures de (HSéq) sont réalisées... (6) ; les valeurs sont fournies tous les... (7) mètres. La moyenne de ces valeurs constitue l'indicateur d'adhérence de chaque lot de contrôle défini aux tableaux ci-après.

Les mesures de coefficient de frottement longitudinal (C.F.L.) sont exécutées avec la remorque de glissance L.P.C. selon le mode opératoire publié chez Dunod en 1971.

II. Niveaux de qualité à atteindre

1^{re} rédaction* : Le type de couche de roulement est imposé par le Maître d'Oeuvre.

II.1

Pour le contrôle de l'adhérence, le chantier est décomposé en... (8) lots de contrôle conformément aux indications du tableau ci-dessous, dans lequel sont indiqués les seuils de (HSéq) auxquels seront comparés les résultats des mesures après travaux, sous réserve que ces seuils soient confirmés lors de la planche de référence définie au paragraphe II.2 ci-après.

Pour chaque lot, on appelle :

M : le seuil Minimum absolu pour la moyenne des valeurs de (HSéq), relative à toute zone du lot considéré, telle que définie au paragraphe III. ci-après.

R : le seuil de Référence que doit atteindre la moyenne des valeurs de (HSéq), relative à l'ensemble du lot considéré.

COMMENTAIRE

Site	Vitesse (km/h)	Type de voie	Type d'itinéraire	Configuration
URBAIN	60	voies de transit	 	
	110	voies rapides	 	Ensemble itinéraire Zones singulières
RASE CAMPAGNE	90	chaussées bidirectionnelles	Itinéraire facile (demande d'adhérence normale)	Ensemble itinéraire Zones singulières
			Itinéraire difficile (demande d'adhérence forte)	
	> 110	Autoroutes ou routes à chaussées séparées (et voies express à 110 km/h)	Itinéraire facile	Ensemble itinéraire Zones singulières
			Itinéraire difficile	

Pour le choix de M et R, le Maître d'Oeuvre se rapprochera du C.E.T.E.

Afin d'éviter les risques de litige ultérieurs ainsi que les spécifications de macrotexture et de compacité incompatibles (cas de valeurs M et R trop élevées avec une formule imposée), les Laboratoires tiennent à la disposition du Maître d'Oeuvre, les valeurs régionales de M et R habituellement observées pour les différentes formules utilisées.

(3) Cette planche de référence pour l'adhérence doit être la planche de référence de compactage.

(4) Préciser la longueur de la planche de référence (500 mètres par exemple).

(5) Dans ce cas, il est fortement recommandé que les nouvelles valeurs de M et R issues de la planche de référence soient arrêtées en présence du Maître d'Oeuvre, de l'Entrepreneur et du représentant du Laboratoire puis consignées par écrit.

Si une planche de référence ne peut être réalisée (cas d'un chantier de courte longueur), ou n'est pas strictement nécessaire (dans le cas des enduits superficiels), le Maître d'Ouvrage fixe en accord avec l'Entrepreneur les niveaux M et R sur la base de références établies antérieurement pour le même matériau.

* Si le marché peut comporter, en variante, un produit d'entreprise, cette deuxième rédaction est à prévoir au C.C.T.P.

(6) Préciser ci-contre le nombre de lots de contrôle.

Chaque lot de contrôle doit être à la fois :

- d'un seul tenant (par exemple découper en au moins 2 lots un chantier couvrant 2 longueurs de chaussées interrompues par un secteur ne faisant pas l'objet de travaux),
- représentatif d'une seule et même configuration du tableau ci-dessous. Si le chantier comporte plusieurs parties aux configurations différentes (conduisant à des niveaux de M et de R différents), le tableau du C.C.T.P. ci-contre devra en fixer les limites ; dans la pratique, il est souhaitable de viser un nombre limité (2 par exemple) de configurations différentes pour un même chantier.

De plus, il est préconisé de procéder à une réception par voie de circulation (la largeur du lot sera donc celle de la voie) et par tronçon de 500 à 1 000 mètres de longueur au plus.

TEXTE

Lot N°	Route	Sens	Voie	PR début	PR fin	M	R
I
.....

11.2

1^{er} cas : Le Maître d'Oeuvre impose le type de couche de roulement et l'Entrepreneur propose la formulation.

Le Maître d'Oeuvre s'assure à l'occasion d'une planche de référence (3), réalisée en début de chantier sur une voie de circulation et une longueur de... (4) mètres que les valeurs de M et R figurant dans le tableau ci-dessus peuvent être atteintes par l'Entrepreneur.

Dans le cas contraire, l'Entrepreneur modifie, à ses frais, la formule pour atteindre les objectifs initiaux de M et de R figurant dans le tableau ci-dessus. Dans certains cas, le Maître d'Oeuvre peut fixer contrairement avec l'Entrepreneur de nouvelles valeurs de M et de R (5).

Les valeurs de M et de R finalement retenues servent à réceptionner l'ensemble des lots de contrôle réalisés avec le même matériau que celui ayant servi pour la planche de référence.

2^e cas : Le Maître d'Oeuvre impose le type de couche de roulement et définit également la formulation.

Dans ce 2^e cas, il est recommandé que l'entreprise puisse, dans son offre, donner un avis circonstancié (eu égard en particulier aux références antérieures) sur la formulation, notamment pour tout ce qui concerne les risques d'incompatibilité entre les spécifications d'adhérence et les autres spécifications.

Le Maître d'Oeuvre s'assure à l'occasion d'une planche de référence (3) réalisée en début de chantier et sur une longueur de... (4) mètres que les valeurs de M et de R ci-dessus peuvent être atteintes par l'Entrepreneur. Dans le cas contraire, le Maître d'Oeuvre doit fixer contrairement avec l'Entrepreneur de nouvelles valeurs de M et de R (5) ou bien le Maître d'Oeuvre modifie, à ses frais, la formule pour atteindre les objectifs initiaux de M et de R figurant au tableau ci-dessus.

Les valeurs de M et de R finalement retenues servent à réceptionner l'ensemble des lots de contrôle réalisés avec le même matériau que celui ayant servi pour la planche de référence.

*2^e rédaction** : Le type de couche de roulement n'est pas imposé par le Maître d'Oeuvre.

Pour le contrôle de l'adhérence, le chantier est décomposé en... (6) lots de contrôle conformément aux indications du tableau ci-dessous dans lequel sont indiqués les seuils de (HSéq) auxquels seront comparés les résultats des mesures après travaux.

Pour chaque lot, on appelle :

M : le seuil Minimum absolu pour la moyenne des valeurs de (HSéq), relative à toute zone du lot considéré, telle que définie au paragraphe III. ci-après.

R : le seuil de Référence que doit atteindre la moyenne des valeurs de (HSéq), relative à l'ensemble du lot considéré.

COMMENTAIRE

Site	Vitesse (km/h)	Type de voie	Type d'itinéraire	Configuration
URBAIN	60	voies de transit	 	
	110	voies rapides	 	Ensemble itinéraire Zones singulières
RASE CAMPAGNE	90	chaussées bidirectionnelles	Itinéraire facile (demande d'adhérence normale)	Ensemble itinéraire Zones singulières
			Itinéraire difficile (demande d'adhérence forte)	
	> 110	Autoroutes ou routes à chaussées séparées (et voies express à 110 km/h)	Itinéraire facile	Ensemble itinéraire Zones singulières
			Itinéraire difficile	

(1) Préciser la longueur :

- 100 mètres (cas général)
- 50 mètres dans les cas suivants du tableau ci-dessus :
 - zones singulières quel que soit le type d'itinéraire
 - itinéraire difficile.

Cette notion de zone « ponctuelle » est destinée à éviter qu'un risque potentiel de manque d'adhérence n'affecte une longueur continue représentative d'une distance d'arrêt pour un véhicule.

(2) Préciser le délai (inférieur à 2 mois).

Les mesures complémentaires sont destinées à permettre d'apprécier si le lot incriminé présente un coefficient de frottement longitudinal (CFL) acceptable malgré une macrotecture légèrement inférieure à la valeur spécifiée. La notion de CFL acceptable est jugée en référence à un autre lot utilisant la même technique de couche de roulement et qui a été accepté sans réserve dans les conditions définies à l'alinéa III.2.1. ci-contre.

(3) Préciser ci-contre la longueur retenue pour les mesures de CFL :
- en général 200 à 250 mètres.

(4) Préciser la vitesse de mesure :
- en général : 40 ou 60 ou 80 ou 100 ou 120 km/h ; on retiendra parmi ces vitesses, celle qui est la plus proche de la vitesse des usagers sur le lot considéré.

TEXTE

Lot N°	Route	Sens	Voie	PR début	PR fin	M	R
I
.....

III. Exploitation des résultats

On appelle zone toute portion continue du chantier de... (1) mètres ou plus de long.

III.1 *Élimination des zones à risque localement élevé.*

Pour l'ensemble du chantier, aucune zone telle que définie ci-dessus ne doit présenter une valeur moyenne de (HSéq) inférieure ou égale au seuil M fixé pour le lot correspondant.

En cas de chevauchement d'une telle zone sur 2 lots de contrôle contigus, l'exploitation est faite pour chacun des lots pris séparément.

En cas de valeur inférieure, la zone est refusée et l'Entrepreneur doit proposer à l'accord du Maître de l'Ouvrage les réfections nécessaires à l'obtention d'une valeur supérieure à M. A l'issue de la réfection et dans un délai de... (2), les mesures sont refaites avec les mêmes moyens et selon les mêmes critères.

III.2 *Réception par lot de contrôle.*

III.2.1 Chaque lot est accepté sans réserve dès lors que:

- d'une part, il ne contient pas de zone à risque localement élevé.
- d'autre part, la moyenne des valeurs de (HSéq) mesurées sur le lot est supérieure ou égale au seuil R fixé pour le lot correspondant.

III.2.2 La condition III.1 étant remplie, lorsque la moyenne des valeurs de (HSéq) mesurées sur le lot est comprise entre les seuils M et R fixés pour le lot considéré, les réfections de prix prévues à l'article 4.6 du C.C.A.P. sont applicables. Toutefois, l'Entrepreneur peut demander au Maître d'Oeuvre d'exécuter des mesures de coefficient de frottement longitudinal.

Ces mesures complémentaires sont réalisées sur une longueur de... (3) mètres à la vitesse de... (4) km/h sur le lot incriminé et sur un lot de même nature accepté sans réserve et qui est pris comme référence.

* Si $CFL_{référence} - CFL_{lot\ considéré} < \frac{CFL_{réf.}}{5}$, le lot considéré est accepté sans réserve.

* Dans le cas contraire, les réfections de prix prévues à l'article 4.6. du C.C.A.P. restent applicables.

Page laissée blanche intentionnellement

Page laissée blanche intentionnellement

