



NOTE D'INFORMATION

CHAUSSEES
DEPENDANCES

91

Auteur : Groupe national "Caractéristiques de surface des chaussées"

Editeur :



QUALITÉS D'USAGE DES REVÊTEMENTS ROUTIERS EN PRÉSENCE D'EAU

Septembre 1996

La présente note a pour objectifs essentiels de rappeler les notions de base qu'il convient de retenir en matière de comportement des revêtements routiers en présence d'eau.

Elle analyse les phénomènes engendrés par la présence d'eau sur les revêtements, y compris sur ceux à forte macrotecture qui se sont développés ces dernières années, ainsi que leurs conséquences sur les conditions de circulation.

Elle recense également les principales causes d'accumulation d'eau sur les chaussées, et propose les solutions permettant de les éviter ou de les supprimer.

Elle complète la note d'information N° 77 « Adhérence et texture des revêtements routiers. Méthodes et moyens de mesure » de Juin 1993.

1^{ère} PARTIE

Écoulement de l'eau sur les chaussées et conséquences

Une fonction essentielle d'un revêtement routier est de permettre la circulation des véhicules dans des conditions de sécurité et de confort suffisantes, en particulier par temps de pluie.

En effet, si le niveau d'adhérence est en général satisfaisant sur chaussée sèche, la présence d'eau en surface peut s'avérer dangereuse, par la réduction des performances en adhérence et visibilité qu'elle entraîne.

En quelque sorte, l'adhérence est essentiellement fonction de la présence d'eau ou non sur la chaussée, laquelle dépend :

- d'abord **des possibilités d'écoulement libre** rapide de l'eau vers l'extérieur de la chaussée par le jeu des pentes et par l'absence de déformations ou d'obstacles susceptibles de constituer une entrave à cet écoulement,

- ensuite **des possibilités d'évacuation forcée** à l'interface pneumatique-chaussée du fait des pressions engendrées par la circulation des véhicules.

Aussi toutes les chaussées doivent-elles permettre en permanence ces possibilités sur l'ensemble de leur surface.

1.1 Les différents mécanismes physiques de l'écoulement de l'eau

Lorsqu'une pluie tombe sur la chaussée, l'eau s'accumule sur la surface, puis ruisselle en suivant la ligne de plus grande pente jusqu'en rive de chaussée, puis vers l'extérieur de la plate-forme lorsqu'aucun obstacle ne s'y oppose.

Après l'arrêt de la pluie, le ruissellement puis le degré d'humidité de la chaussée diminuent progressivement jusqu'à atteindre le séchage d'abord en surface et ensuite dans la masse du revêtement.

Lorsque le revêtement est imperméable

Le ruissellement s'effectue uniquement en surface et la lame d'eau est d'autant plus épaisse que l'intensité de la pluie, sa durée, et la longueur de ruissellement sont importants (Figure 1).

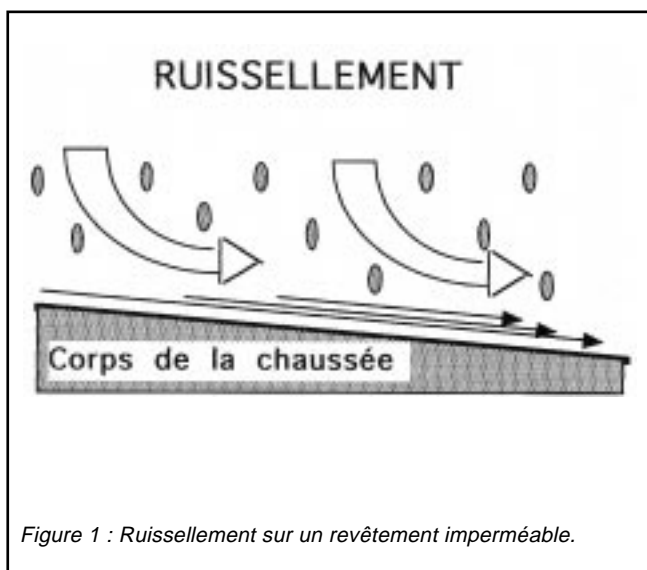


Figure 1 : Ruissellement sur un revêtement imperméable.

Lorsqu'un véhicule roule dans de telles conditions, il se produit une évacuation forcée de l'eau sous les pneumatiques selon 3 zones distinctes (Figure 2) :

- la zone de pénétration (1), où la majeure partie de la lame d'eau doit être évacuée pour éviter le risque d'aquaplanage,
- la zone de transition (2), où l'épaisseur d'eau résiduelle, ou film, doit être rompue et où un contact «sec» commence à apparaître,
- et la zone de contact « sec » (3) intime entre la gomme des pneumatiques et les microaspérités des granulats, et dans laquelle se développe l'essentiel des forces de frottement.

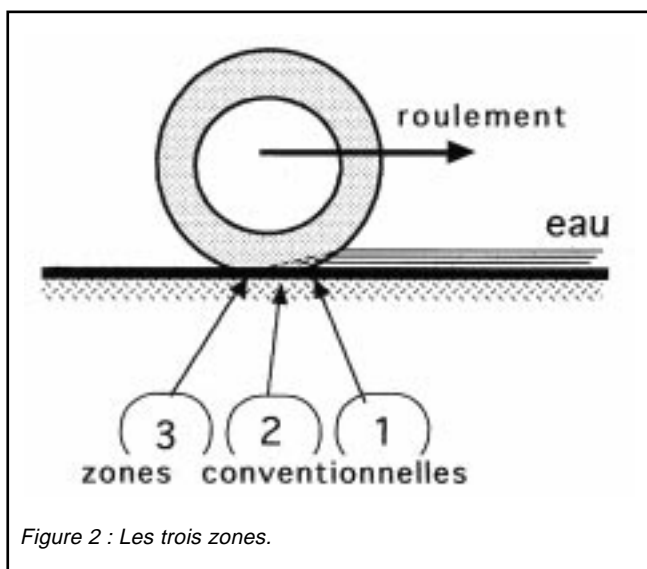


Figure 2 : Les trois zones.

Ainsi l'évacuation superficielle de l'eau ou « drainage » est assurée en grande partie par l'intermédiaire des canaux constitués d'une part par les sculptures des pneumatiques et d'autre part par la macrotexture du revêtement ; une partie de cette eau est soulevée par les pneumatiques, ce qui génère des projections de fines gouttelettes d'eau, néfastes pour la visibilité (Figure 3).

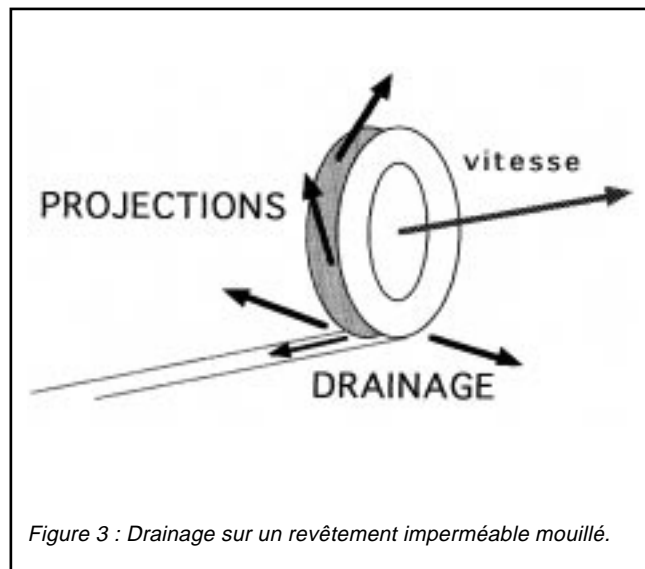


Figure 3 : Drainage sur un revêtement imperméable mouillé.

Lorsque le revêtement est drainant dans la masse du fait de la présence de vides communicants

Le ruissellement de surface est extrêmement limité, et l'évacuation de l'eau se fait par infiltration dans le corps du revêtement. L'eau s'infiltrate verticalement, s'accumule en fond de couche drainante à la rencontre de l'interface étanche en formant une zone saturée, puis s'écoule lentement par percolation par le jeu des pentes jusqu'au bord de la chaussée, puis vers l'extérieur si le drainage de l'interface est convenablement assuré (Figure 4).

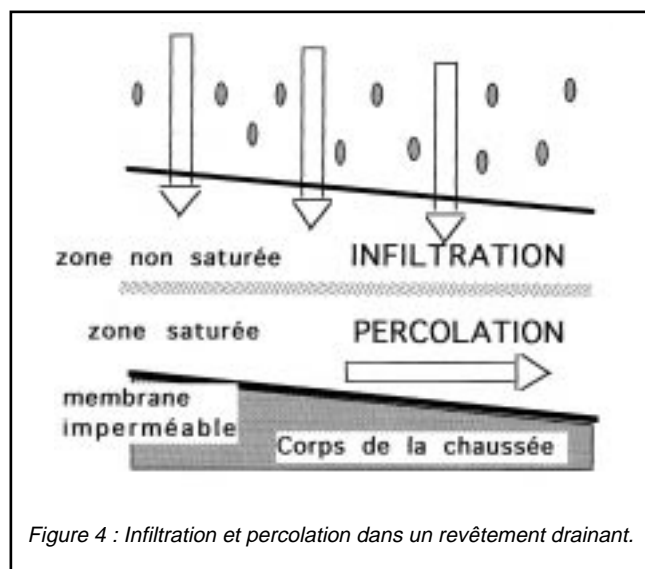


Figure 4 : Infiltration et percolation dans un revêtement drainant.

Lorsqu'un véhicule roule par temps de pluie sur un revêtement drainant, il se produit également un écoulement forcé de l'eau sous les pneumatiques, mais deux particularités sont à prendre en considération :

- d'une part, le film d'eau en surface est beaucoup plus mince du fait de l'infiltration,
- d'autre part, l'écoulement forcé se produit dans les vides communicants du revêtement.

Ces deux particularités contribuent à une suppression des possibilités d'aquaplanage, ainsi qu'à une réduction importante des projections d'eau (Figure 5).

Il reste comme précédemment à rompre le film résiduel pour obtenir le contact sec.

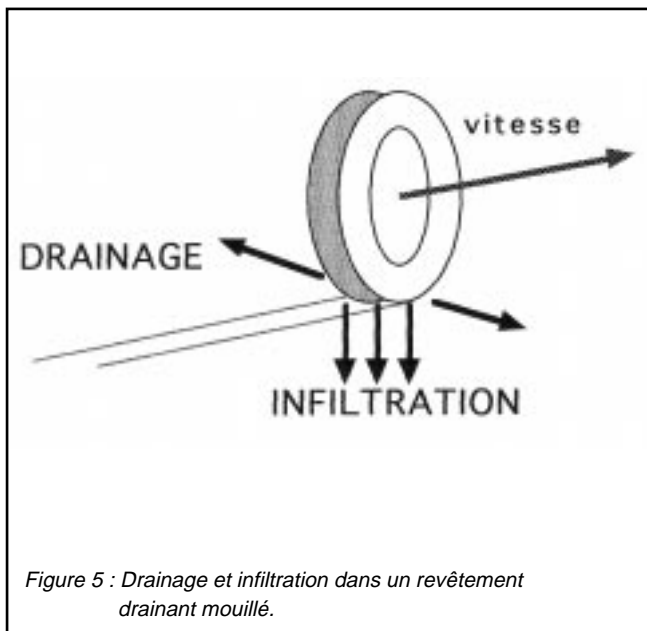


Figure 5 : Drainage et infiltration dans un revêtement drainant mouillé.

1.2 Moyens de mesure

Les moyens de mesure actuellement disponibles dans les laboratoires régionaux de l'Équipement et les entreprises pour caractériser les phénomènes décrits ci-avant sont présentés dans le tableau 1.

1.3 Conséquences sur la visibilité et l'adhérence

Par temps de pluie, certaines qualités d'usage se trouvent dégradées et cela d'autant plus que la lame d'eau est épaisse. L'évacuation rapide de cette eau s'avère donc nécessaire. **Les conséquences sur le revêtement sous circulation sont les suivantes :**

Pour la visibilité

Les projections d'eau sont liées entre autres à l'épaisseur de la lame d'eau :

- sur un revêtement imperméable, elles sont, toutes choses égales par ailleurs, proportionnelles à l'intensité de la pluie et à l'épaisseur de la lame d'eau,
- sur un revêtement drainant, l'épaisseur de la lame d'eau est faible et il n'y a pratiquement pas de projections.

Par ailleurs, les propriétés photométriques des revêtements routiers sont modifiées par la présence d'eau. Ce domaine sera traité ultérieurement dans une note d'information spécifique.

Vis-à-vis de l'adhérence

Les possibilités de drainage de l'eau sous les pneumatiques contribuent à réduire fortement l'épaisseur de la lame d'eau, évitant ainsi le risque d'aquaplanage.

Le contact « sec » gomme-granulats est ensuite obtenu par percement du film d'eau résiduel sur les micro-aspérités, ce qui supprime le risque de viscoplanage.

Revêtements concernés	Paramètre mesuré	Appareil de mesure	Principe de la mesure	Qui en dispose ?
Mesures orientées « DRAINAGE SUPERFICIEL »				
Tous revêtements	Coefficient Drainoroute (%)	Drainoroute	Débit de fuite d'eau NF P98 217 1	LRPC Aix, Angers, Bordeaux, Le Bourget, Lille
Mesures orientées « DRAINAGE INTERNE »				
Tous revêtements	Perméabilité en litres/sec/m ²	Perméamètre automatique	Débit d'eau NF P98 254 4	LRPC Autun
Revêtements drainants	Vitesse de percolation en cm/sec	Drainomètre de chantier	Colonne d'eau NF P98 254 3	LRPC et Entreprises
Revêtements drainants	Pourcentage de vides	Essais de vides communicants	Saturation d'eau NF P98 254 2	LRPC et Entreprises

Tableau 1.

Principales causes d'accumulation d'eau et dispositions constructives pour y remédier

Les zones d'accumulation d'eau sur la chaussée, dont il est difficile aux usagers d'anticiper l'ampleur et la dangerosité, constituent autant de « pièges » qu'il convient absolument d'identifier afin d'y remédier lors de la conception ou de l'entretien des chaussées.

Ces zones, lorsqu'elles ne sont pas traitées, ou provisoirement signalées, peuvent être dangereuses dans toutes les conditions de conduite, en fonction de la visibilité, de l'effet de surprise, de la vitesse pratiquée, de l'étendue et de l'épaisseur de l'accumulation d'eau.

2.1 Principales causes d'accumulation d'eau

On s'attachera en particulier aux conditions suivantes :

du fait de la conception des chaussées :

- 1• zones à pente transversale faible ou nulle, telles que raccords de changement de dévers,
- 2• zones à pentes faibles, délimitant une surface importante : sections à 2 x 3 voies ou plus, zones de péages ...,
- 3• zones de virages à pente longitudinale supérieure ou égale à 4 %, induisant un écoulement quasiment rectiligne,
- 4• arrivée d'eau intempestive provenant de voies adjacentes revêtues ou non,
- 5• implantation de séparateurs en béton sans système d'évacuation intégré, et situés en rive ou dans l'axe au droit de zones à dévers inversé,
- 6• ouvrages de rive mal conçus ou mal réalisés : avaloirs mal placés, caniveaux en légère surélévation par rapport au bord du revêtement.

du fait de l'évolution des ouvrages ou de leur entretien :

- 1• déformations de profil tels que ornières, flaches, bourrelets, tranchées, faisant obstacle à un écoulement régulier ; avec une mention particulière à l'orniérage par fluage, même d'ampleur faible, dans les traces de roues,
- 2• obstruction des ouvrages d'écoulement des eaux en rive de chaussée,
- 3• surélévation progressive au cours du temps des accotements herbeux,

- 4• changement non signalé ou mal situé de la nature des revêtements : pour les précautions à prendre au droit des fins de sections en enrobés drainants, on se reportera aux notes d'information concernant cette technique. On évitera soigneusement par ailleurs tout changement caractérisé de la nature du revêtement (passage d'un enrobé à un enduit par exemple) au droit d'un point singulier du tracé (virage, point haut ou point bas du profil en long, changement du nombre de voies de la chaussée ...).

2.2 Dispositions constructives et mesures correctives pour y remédier

La conception des ouvrages et leur entretien dans de bonnes conditions passent par les dispositions suivantes :

- un effort de réflexion vis-à-vis de l'entretien futur lors de la conception,
- une visite périodique par temps de pluie des ouvrages : localisation et diagnostic précis des dysfonctionnements, recueil des principaux paramètres (profondeurs d'ornières, de flaches, mesures de dévers et de hauteur d'eau ...) et détermination des mesures correctives ; en l'attente de la réalisation, les zones incriminées doivent faire l'objet d'une signalisation particulièrement soignée.

Les documents de référence mentionnés en fin de note constituent des outils à la disposition des projecteurs et des gestionnaires pour éviter ou remédier à des dysfonctionnements.

Les dispositions constructives et les mesures correctives les plus couramment employées sont les suivantes :

- traitements ponctuels d'urgence ou associés au renouvellement de la couche de roulement :
 - reprofilage pour supprimer les ornières, ...
 - déflachage, ...
- interventions curatives sur les dépendances et les ouvrages d'assainissement :
 - dérasement des accotements surélevés, pour les routes à fort trafic,
 - création et/ou entretien de saignées, pour les routes à faible trafic et les routes de montagne,
 - réalisation d'exutoires efficaces, éloignés des bords de chaussées,
 - curage des fossés,

- entretien des aqueducs, pour assurer la continuité des écoulements d'eau provenant des fossés, ...

Certaines configurations particulières nécessitent des aménagements spécifiques :

- **cas des rectifications de dévers** : elles nécessitent une étude altimétrique préalable soignée, et doivent si nécessaire s'accompagner d'un réaménagement du rayon de courbure. Il convient par ailleurs de prolonger largement la couche de roulement nouvelle de part et d'autre de la zone déversée,
- **cas des chaussées à plusieurs voies avec pente longitudinale prononcée**, ainsi que des débouchés de voies adjacentes en pente.

La solution consiste à capter et à évacuer hors chaussée les eaux de surface par un ouvrage transversal ou oblique (caniveau, tranchée drainante, ...) (Figure 6).

Il est important de rappeler que l'ouvrage transversal pose le problème des contraintes dynamiques provoquées par la circulation.

Pour cela, il est indispensable de retenir deux règles essentielles :

- utilisation de béton résistant aux agressions physiques et chimiques (béton-polyester le cas échéant),
- respect des recommandations de pose, selon la classe de la voie.

Enfin, lors du compactage de la tranchée supportant l'ouvrage transversal, il convient de se prémunir contre tout risque de tassement ultérieur.

- **cas des séparateurs en béton**

La réalisation, à la construction ou a posteriori, de perçages permettant, au droit des zones d'accumulation, d'évacuer l'eau de la chaussée « haute » vers la chaussée « basse », est à proscrire formellement, car de nature à conduire à des écoulements néfastes pour la sécurité.

La solution consiste à définir, lors de l'élaboration des projets, l'implantation et le dimensionnement des ouvrages de captage en tenant compte des caractéristiques hydrauliques (pentes, longueurs des écoulements, débits à évacuer, ...).



Figure 6 : Exemple d'ouvrage transversal oblique.

GLOSSAIRE

- **Drainage** : évacuation de l'eau ; dans le cas présent le drainage est assuré par les sculptures du pneumatique, par la macrotecture du revêtement (drainage superficiel) et par une partie de l'infiltration si le revêtement est poreux (drainage interne).
- **Film d'eau** : épaisseur d'eau à la surface des granulats de l'ordre de quelques centièmes de millimètres.
- **Hydroplanage (ou aquaplanage)** : phénomène de perte de contact par interposition d'une lame d'eau entre le pneumatique et la chaussée.
- **Infiltration** : pénétration verticale de l'eau dans le corps du revêtement.
- **Lame d'eau** : épaisseur d'eau à la surface du revêtement de l'ordre du millimètre.
- **Percolation** : mouvement laminaire lent de l'eau dans un milieu drainant saturé (à distinguer de l'infiltration).
- **Projections d'eau** : gouttelettes d'eau soulevées lors du mouvement d'un pneumatique sur une chaussée mouillée.

- **Ruissellement** : écoulement libre de l'eau à la surface du revêtement.
- **Viscoplanage** : diminution, voire perte, de l'adhérence par persistance d'un film d'eau mince entre le pneumatique et les granulats.

DOCUMENTS DE REFERENCES

- Recommandation sur l'Assainissement Routier (RAR), publiée par le SETRA en 1982.
- Guide sur l'Assainissement des Routes Existantes - Remise en état et entretien, édité par le SETRA en 1984.
- Guide d'Aide au Choix des Solutions d'Assainissement des Routes Existantes (ACSARE), édité par le SETRA en 1993.
- Guide technique sur l'Aménagement des Routes Principales (ARP), publié par le SETRA en Août 1994.
- Guides pratiques publiés par le SETRA :
 - sur l'entretien de l'assainissement de la route (1991).
 - sur l'entretien courant des chaussées (1996),

Rédacteurs : les membres du sous-groupe ADHERENCE du groupe national sur les caractéristiques de surface des chaussées (GNCDS) :

<i>A. BARBIERO</i>	<i>DDE Vendée</i>
<i>A. BAUDUIN</i>	<i>SCREG</i>
<i>J. BELLANGER</i>	<i>LRPC Angers</i>
<i>A. DENIS</i>	<i>UNPG</i>
<i>P. DUPONT</i>	<i>SETRA</i>
<i>B. FAURE</i>	<i>SACER (Animateur)</i>
<i>Y. GANGA</i>	<i>LRPC Clermont-Ferrand</i>
<i>M. GOTHIE</i>	<i>LRPC Lyon</i>
<i>V. GOYON</i>	<i>SETRA</i>
<i>R. HEUX</i>	<i>DDE Puy de Dôme</i>
<i>D. IRASTORZA-BARBET</i>	<i>USIRF</i>
<i>J.P. LAVAUD</i>	<i>CETE Sud-Ouest (Animateur)</i>
<i>M. LE DUFF</i>	<i>VIAFRANCE</i>
<i>G. LEMONNIER</i>	<i>GAILLEDROT</i>
<i>J. LUCAS</i>	<i>LCPC Nantes</i>
<i>A. RAUCH</i>	<i>Ville de Paris</i>

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 - B.P. 100 - 92223 BAGNEUX Cedex - France
☎ 01 46 11 31 31 - Télécopie 01 46 11 31 69 - 01 46 11 34 00
Renseignements techniques : P. DUPONT - SETRA/CSTR - ☎ (1) 46 11 34 07
Bureau de vente : ☎ (1) 46 11 31 55 - (1) 46 11 31 53 - référence du document : **D9667**

Ce document a été édité par le SETRA, il ne pourra être utilisé ou reproduit même partiellement sans son autorisation.

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 ni 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 en cours