



**Centre de
recherches routières**
Ensemble pour des routes durables

Inspection visuelle des dégradations des «Matériaux Bitumineux Coulés à Froid» (MBCF)



Méthode de mesure

MF 106

Depuis 1952, le CRR (Centre de recherches routières) est un centre de recherche impartial au service de tous les partenaires du secteur routier belge. Le CRR partage ses connaissances avec les professionnels du secteur, notamment par la voie de ses publications (codes de bonne pratique, synthèses, comptes rendus de recherche, méthodes de mesure, fiches d'information CRR, Newsletter CRR, Dossiers et rapport d'activités). Nos publications sont largement diffusées en Belgique et à l'étranger dans les centres de recherche scientifique, les universités, les organismes publics et les instituts internationaux. Pour plus d'informations sur nos publications et activités: www.brrc.be/fr.

Méthode de mesure MF 106

Inspection visuelle des dégradations des MBCF

Centre de recherches routières

Établissement reconnu par application de l'arrêté-loi du 30 janvier 1947

Bruxelles

2024

Auteurs

Bart Beaumesnil, Ben Duerinckx

Champ d'application

Cette méthode a été développée pour prendre un cliché instantané des dégradations de la chaussée et les évaluer, comme lors de la réception provisoire et définitive des ouvrages en MBCF (matériaux bitumineux coulés à froid).

L'état d'un MBCF doit de préférence être évalué un an après la mise en œuvre afin de pouvoir estimer une première fois l'action des conditions hivernales et estivales sur le MBCF. Si après un an, le MBCF présente peu de dégradations, on peut supposer qu'il en sera de même au cours des années suivantes.

Avis au lecteur

Bien que cette publication ait été rédigée avec le plus grand soin, des imperfections ne sont pas exclues. Ni le CRR, ni ceux qui ont collaboré à la présente publication, ne peuvent être tenus pour responsables des informations fournies, qui le sont à titre purement documentaire et non contractuel.

Inspection visuelle des dégradations des «Matériaux Bitumineux Coulés à Froid» (MBCF) / Centre de recherches routières. – Bruxelles: CRR, 2024. 45 p. – (Méthode de mesure; ISSN 1376-9324; MF 106).

Dépôt légal: D/2023/0690/1

Éditeur responsable: Eva Van den Bossche, Boulevard de la Woluwe 42 – 1200 Bruxelles

© CRR – Tous droits réservés

Table des matières

Introduction	3
Chapitre 1 Inspecteurs	4
Chapitre 2 Dégradations	5
2.1 Groupe 1	6
2.1.1 Plumage	6
2.1.1.1 Description des niveaux de sévérité	7
2.1.2 Pelade	12
2.1.2.1 Description des niveaux de sévérité	12
2.1.3 Ressuage	16
2.1.3.1 Description des niveaux de sévérité	16
2.2 Groupe 2	19
2.2.1 Rainures	19
2.2.2 Grosses pierres	21
2.2.3 Tôle ondulée	21
2.2.4 Bosses	21
2.2.5 Joint longitudinal ouvert	22
2.2.6 Glissement	23
2.2.7 Orniérage	23
Chapitre 3 L'inspection visuelle	24
3.1 Matériel nécessaire et documents	24
3.2 Conditions météorologiques propices à l'inspection visuelle	24
3.3 Choix de la section à inspecter	25
3.4 Division de la section à inspecter en sous-sections	26
3.5 Division de chaque sous-section en sous-zones	27
3.6 Réalisation de l'inspection visuelle	29
3.6.1 Remplissage du formulaire d'inspection	29
3.6.1.1 Zone 1: en-tête	29
3.6.1.2 Zone 2: répartition en sections dans le sens longitudinal	30
3.6.1.3 Zone 3: phénomènes spécifiques ou récurrents dans la sous-section	30
3.6.1.4 Zone 4: évaluation de chaque sous-zone	31
Chapitre 4 Traitement et analyse des résultats de l'inspection	33
4.1 Pourcentage du nombre total de sous-sections endommagées	33
4.2 Niveau de sévérité global de la section en MBCF inspectée	34
4.2.1 Niveau de sévérité pondéré par type de sous-zone	34
4.2.2 Niveau de sévérité global	35
Bibliographie	36
Annexe 1 – Formulaire d'inspection	37

Liste des figures

Figure 2.1 – Représentation schématique de la perte individuelle de pierres vs arrachement	7
Figure 2.2 – Représentation schématique des cinq niveaux de sévérité pour le plumage	8
Figure 2.3 – Exemple de plumage avec un niveau de sévérité 0_pas de plumage	9
Figure 2.4 – Exemple de plumage avec un niveau de sévérité 1_perte individuelle de pierres	10
Figure 2.5 – Exemple de plumage avec un niveau de sévérité 2_arrachement phase 1	10
Figure 2.6 – Exemple de plumage avec un niveau de sévérité 3_arrachement phase 2	11
Figure 2.7 – Exemple de plumage avec un niveau de sévérité 4_arrachement phase 3	11
Figure 2.8 – Exemple de plumage avec un niveau de sévérité 5_plumage généralisé et arrachement dans et entre les deux frayées	12
Figure 2.9 – Pelade	12
Figure 2.10 – Pelades niveau de sévérité 0 – Pas de pelades	13
Figure 2.11 – Pelades niveau de sévérité 1 – Premières pelades	14
Figure 2.12 – Pelades niveau de sévérité 2 – Pelades phase 1	14
Figure 2.13 – Pelades niveau de sévérité 3 – Pelades phase 2	15
Figure 2.14 – Pelades niveau de sévérité 4 – Pelades phase 3	15
Figure 2.15 – Pelades niveau de sévérité 5 – Pelade généralisée	16
Figure 2.16 – Ressuage niveau de sévérité 0 – Pas de ressuage	17
Figure 2.17 – Ressuage niveau de sévérité 1 – Début de ressuage	18
Figure 2.18 – Ressuage niveau de sévérité 2 – Pierres individuelles visibles	18
Figure 2.19 – Ressuage niveau de sévérité 3 – Les pierres individuelles ne sont plus visibles	19
Figure 2.20 – Rainure longitudinale – la cause (grosse pierre) est encore clairement visible	20
Figure 2.21 – Rainure fermée par la circulation, seule la plus grosse pierre est encore visible	20
Figure 2.22 – Représentation schématique de la distance de haut en bas en cas de tôle ondulée	21
Figure 2.23 – Représentation schématique d'une bosse	22
Figure 2.24 – Formation d'une bosse	22
Figure 2.25 – Déformation due au glissement	23
Figure 3.1 – Largeur de voie des routes sans marquages	25
Figure 3.2 – Largeur de voie des routes avec marquages (1 voie par sens de circulation)	25
Figure 3.3 – Largeur de voie des routes avec marquages et plus d'une voie par sens de circulation	26
Figure 3.4 – Division d'une planche d'essais en sous-sections	26
Figure 3.5 – Frayées visibles pour la délimitation des sous-zones	28
Figure 3.6 – Répartition des sections dans le sens longitudinal et transversal	28
Figure 3.7 – Zone périphérique à l'aspect ouvert	31
Figure 3.8 – Les quatre zones du formulaire d'inspection	32

Liste des tableaux

Tableau 2.1 – Description des niveaux de sévérité pour le plumage	7
Tableau 2.2 – Description des niveaux de sévérité pour la pelade	13
Tableau 2.3 – Description des niveaux de sévérité pour le ressuage	17
Tableau 4.1 – Facteurs de pondération par niveau de sévérité pour les dégradations du groupe 1	34

Liste des symboles et abréviations

symbole	unité	description
$S0_{-1}$	/	Niveau de sévérité 0 – Pas de plumage
$S1_{-1}$	/	Niveau de sévérité 1 – Perte individuelle de pierres
$S2_{-1}$	/	Niveau de sévérité 2 – Arrachement phase 1
$S3_{-1}$	/	Niveau de sévérité 3 – Arrachement phase 2
$S4_{-1}$	/	Niveau de sévérité 4 – Arrachement phase 3
$S5_{-1}$	/	Niveau de sévérité 5 – Plumage et arrachement généralisés
$S0_{-2}$	/	Niveau de sévérité 0 – Pas de pelade
$S1_{-2}$	/	Niveau de sévérité 1 – Premières pelades
$S2_{-2}$	/	Niveau de sévérité 2 – Pelades phase 1
$S3_{-2}$	/	Niveau de sévérité 3 – Pelades phase 2
$S4_{-2}$	/	Niveau de sévérité 4 – Pelades phase 3
$S5_{-2}$	/	Niveau de sévérité 5 – Pelade généralisée
$S0_{-3}$	/	Niveau de sévérité 0 – Pas de ressuage
$S1_{-3}$	/	Niveau de sévérité 1 – Début de ressuage
$S2_{-3}$	/	Niveau de sévérité 2 – Ressuage
$S3_{-3}$	/	Niveau de sévérité 3 – Ressuage important
W	m	Largeur de la section à inspecter
L	m	Longueur de la section à inspecter
A	m	Distance entre le centre de la ligne médiane et le bord du revêtement (au niveau de la bordure ou de l'accotement extérieur)
B	m	Largeur totale de la chaussée (de bordure à bordure)
D, E of F	m	Largeur des différentes voies (voie extérieure (D), voie centrale (E) et bande d'arrêt d'urgence (F)), où la distance depuis la ligne médiane des marquages est mesurée jusqu'au bord du revêtement
LNWT	/	«Sous-Zone à Gauche de la Frayée», soit la zone située entre le bord extérieur de la chaussée et la frayée droite du trafic en approche
LWT	/	«Sous-Zone Frayée Gauche», c'est-à-dire la zone correspondant à la frayée droite du trafic en approche sur la section à inspecter (pour l'inspecteur qui remplit le formulaire, il s'agit de la frayée la plus proche du bord de la chaussée)
BWT	/	«Sous-Zone Entre Frayées», qui correspond à la zone située entre les deux frayées
RWT	/	«Sous-Zone Frayée Droite», soit la zone correspondant à la frayée gauche du trafic en approche sur la section à inspecter (pour l'inspecteur qui remplit le formulaire, il s'agit de la frayée la plus éloignée du bord extérieur de la chaussée et donc la plus proche de la ligne médiane)
RNWT	/	«Sous-Zone à Droite de la Frayée», c'est-à-dire la zone située entre la frayée gauche du trafic en approche et la séparation avec la voie adjacente (marquage ou ligne médiane, figure 3.2) ou le bord de la chaussée (figure 3.1)
P	%	Pourcentage du nombre total de sous-sections endommagées
S_{tot}	%	Niveau de sévérité global de la section en MBCF inspectée
i	/	Numéro de séquence de 1 à 3 par dégradation du Groupe 1 (respectivement pour le plumage, le ressuage et la pelade).
j	/	Désignation du type de sous-zone "LNWS", "LWS", "TWS", "RWS" ou "RNWS"
k	/	Numéro de séquence de 1 à 5 indiquant respectivement les différents degrés de sévérité "Niveau de sévérité nul" à "Niveau de sévérité cinq", voir tableau 4.1

P_i	%	Pourcentage du nombre de sous-sections présentant la dégradation spécifique «i» sur l'ensemble des sous-sections pouvant être soumises à une inspection dans la section inspectée de 100 mètres
N_{D_i}	/	Nombre total de sous-sections présentant la dégradation spécifique «i» sur l'ensemble des sous-sections dans la section de 100 mètres inspectée
$S_{w(j)_i}$	%	Niveau de sévérité pondéré, pour la dégradation «i», pour toutes les sous-zones du type de sous-zone spécifique «j», dans la section de 100 mètres inspectée
N_{Sk_i}	/	Nombre de fois que l'on rencontre le niveau de sévérité E_k , pour la dégradation «i», dans un même type de sous-zone pour la section de 100 mètres inspectée
$N_{D_{tot}}$	/	Nombre total de sous-sections (40) dans la section de 100 mètres inspectée.
N_{D_0}	/	Nombre de sous-sections qui ne peuvent pas être inspectées en raison d'obstacles, dans la section de 100 mètres inspectée
S_{tot_i}	%	Niveau de sévérité global, pour la dégradation «i», de l'ensemble de la section inspectée
$S_{w(j)_i}$	%	Niveau de sévérité pondéré, pour la dégradation «i», pour toutes les sous-zones du type de sous-zone spécifique «j», dans la section de 100 mètres inspectée
$w_{(j)}$	m	Largeur en mètres du type de sous-zone spécifique «j»
$S_{k_i} =$	/	Niveau de sévérité S_k pour la dégradation «i», où «k» est un numéro de séquence de 0 à 5 qui désigne respectivement les différents niveaux de sévérité «Niveau de sévérité zéro » à «Niveau de sévérité cinq»
$W_{Sk_i} =$	%	Le facteur de pondération pour Degré de sévérité S_k pour la dégradation «i»

Introduction

Pour évaluer les dégradations après un traitement au MBCF et déterminer si elles sont acceptables ou non, on peut se baser lors de la réception sur les méthodes d'inspection visuelle (méthode qualitative ou quantitative) décrites dans la norme européenne NBN EN 12274-8: *Matériaux bitumineux coulés à froid - Méthodes d'essai - Partie 8: Évaluation visuelle* (Bureau de Normalisation [NBN], 2005).

Toutefois, ces deux méthodes d'inspection ont été établies pour être utilisées lors de l'évaluation des essais de type dans le cadre de l'obtention d'un certificat CE conformément à la norme de produit harmonisée EN 12273.

D'autre part, les recherches du CRR ont montré que, dans le contexte de la réception d'une zone de chantier avec un MBCF, cette méthode qualitative selon la norme NBN-EN-12274-8 (NBN, 2005) était très complexe et donnait lieu à des résultats présentant une dispersion importante, même entre différents opérateurs bien formés.

Afin de proposer une solution au secteur des MBCF, le CRR a développé cette nouvelle méthode de mesure alternative MF 106 pour l'évaluation visuelle des dégradations. Cette méthode de mesure a été spécialement développée pour évaluer de manière incontestable les dégradations d'un ouvrage en MBCF et donne une bonne idée, exprimée en chiffres, de l'état des dégradations du MBCF au moment de l'inspection visuelle.

Les améliorations par rapport à la méthode d'inspection selon la norme NBN EN 12274-8 (NBN, 2005) se situent au niveau:

- de la clarification des définitions des dégradations;
- d'une évaluation séparée de chaque type de dégradation;
- de l'attribution d'un niveau de sévérité pour les dégradations les plus courantes (plumage, ressuage et pelade);
- de la répartition de la section à inspecter en sous-sections gérables, afin de faciliter l'évaluation de la zone endommagée.

Pour chaque type de dégradation, on calcule un niveau de sévérité global pondéré, qui dépend de la taille de la zone endommagée et du niveau de sévérité dans les différentes sous-sections. Pour ce faire, on recourt à des coefficients de pondération qui donnent plus de poids aux dégradations sévères.



Chapitre 1

Inspecteurs

Les inspecteurs doivent avoir une expérience technique suffisante pour être à même de reconnaître et d'interpréter correctement les dégradations présentes à la surface du MBCF, conformément aux définitions des dégradations (§ 2). Il est également important que l'inspection suive la procédure correcte, comme décrit plus loin dans le présent document.

À cette fin, une formation spécifique est recommandée afin de garantir la qualité et la répétabilité de l'inspection visuelle.

Chapitre 2

Dégradations

Des définitions claires des différents types de dégradation et une évaluation distincte de chaque type de dégradation sont nécessaires pour parvenir à une évaluation correcte des dommages. Ci-dessous, les différents types de dégradation sont clarifiés par des photos et des illustrations.

Une évaluation distincte pour chaque type de dégradation permet de distinguer plus facilement si le dommage est présent ou non et avec quel niveau de sévérité (décrit dans différentes «classes»). En outre, l'attribution d'un niveau de sévérité permettra de mieux suivre l'évolution dans le temps des dégradations, de légères à graves. Si aucune distinction n'est possible en termes de sévérité, dans le cas de dégradations légères et peu claires, un inspecteur signalera les dommages et l'autre non. Il s'avère également beaucoup plus facile pour l'inspecteur de se concentrer sur les dégradations distinctes pendant l'inspection.

- En se basant sur l'expérience des projets de recherche CRR et des inspections, il est apparu que les dégradations des MBCF peuvent être réparties en deux grands groupes:

Groupe 1:

Il s'agit des trois types de dégradation les plus courants pour les MBCF:

- plumage;
- pelade;
- ressuage.

Outre l'indication de leur présence ou de leur absence lors de l'inspection visuelle, des niveaux de sévérité sont également attribués à ces dégradations, car elles sont susceptibles d'évoluer au fil du temps.

Groupe 2:

En plus des dégradations du groupe 1, on peut également rencontrer les dégradations suivantes:

- rainures;
- grosses pierres;
- tôle ondulée;
- bosse;
- joint longitudinal ouvert;
- glissement;
- orniérage.

Ces dégradations sont moins sujettes à évolution (à l'exception de l'orniérage) et aucun niveau de sévérité ne leur est donc attribué. Si elles sont présentes, c'est généralement en raison d'une mise en œuvre défectueuse. Par conséquent, cette méthode précise seulement si la dégradation est présente ou non.

- Fissures

Lorsque des fissures apparaissent, dans le sens longitudinal ou transversal, elles sont généralement dues à la présence de fissures existantes dans le revêtement routier sous-jacent (fissures par réflexion) préalablement au traitement au MBCF. Le cas échéant, les fissures dans le MBCF peuvent être consignées dans le formulaire d'inspection (pour permettre une réparation ultérieure). Ces dégradations ne sont pas prises en compte dans le résultat final global de cette méthode d'inspection visuelle.

- Dégradations par des tiers

En plus de ces deux groupes de dégradations fréquentes, le MBCF peut également présenter des dégradations causées par des tiers. Il peut s'agir:

- de fuites de produits pétroliers (diesel, huile, etc.) qui peuvent provoquer plumage et arrachement;
- de taches de bitume provenant de travaux routiers aux alentours;
- de dommages causés par le poinçonnement dû à la présence de conteneurs ou de grues;
- de zones arrachées et de pelades causées par les chenilles d'engins;
- etc.

Les dégradations causées par des tiers ne sont pas consignées par défaut dans le formulaire d'inspection, mais peuvent faire l'objet d'une remarque (en vue d'une réparation). Ces dégradations ne sont pas prises en compte dans le résultat final global de cette méthode d'inspection visuelle.

2.1 Groupe 1

On retrouve dans ce groupe les trois types de dégradation les plus courants pour les MBCF.

- plumage;
- pelade;
- ressuaage.

Des niveaux de sévérité sont attribués à ce groupe car ces dégradations sont susceptibles d'évoluer au fil du temps.

2.1.1 Plumage

Selon la norme EN 12274-8:2005, le plumage est la «perte de gravillons due à l'action de la circulation avant que le MBCF n'ait atteint une résistance suffisante, ou par désenrobage des granulats».

Cependant, le plumage peut se manifester sous deux formes différentes, résultant d'une évolution de ce dommage:

- la perte individuelle de pierres;
- l'arrachement.

La perte individuelle de pierres se produit lorsque, çà et là sur la surface, des pierres individuelles ont disparu de la mosaïque de pierres du MBCF. L'arrachement est le phénomène par lequel plusieurs pierres adjacentes disparaissent de la surface pour former une zone contiguë (voir zones en pointillés à la figure 2.1 - Représentation schématique de la perte individuelle de pierres et de l'arrachement).

La perte individuelle de pierres peut évoluer vers l'arrachement ou le plumage généralisé. L'évolution peut se produire sous l'influence du trafic ou des conditions météorologiques.



Figure 2.1 – Représentation schématique de la perte individuelle de pierres et de l'arrachement

2.1.1.1 Description des niveaux de sévérité

Pour interpréter le plumage sans ambiguïté, il est important de bien comprendre le phénomène. Dans un premier temps, une surface en MBCF commencera à perdre des pierres çà et là dans la matrice du MBCF. Il s'agit alors simplement d'un phénomène de plumage. En revanche, dès qu'une deuxième pierre se détache juste à côté de l'endroit où le plumage est apparu précédemment, on parlera d'arrachement. A la surface du MBCF, des vides plus grands qu'une pierre individuelle se forment. Si l'on évalue la dégradation «plumage d'un MBCF» uniquement en fonction de la présence ou non de perte de pierres, on s'expose à une grosse erreur d'interprétation. Par conséquent, il est nécessaire de décrire l'évolution et la sévérité du plumage, exprimées par les niveaux de sévérité indiqués au tableau 2.1.

Niveau de sévérité	Symbole	Description
Niveau de sévérité 0 – Pas de plumage	S0 ₋₁	Aucune perte de pierres à observer.
Niveau de sévérité 1 – Perte individuelle de pierres	S1 ₋₁	Perte individuelle de pierres à observer quand on regarde de près (au moins 5 pierres/m ²). Invisible si l'on considère la situation dans son ensemble.
Niveau de sévérité 2 – Arrachement phase 1	S2 ₋₁	Au moins 5 zones/m ² avec présence d'arrachement dans un cercle circonscrit d'un diamètre ≤ 25 mm.
Niveau de sévérité 3 – Arrachement phase 2	S3 ₋₁	Au moins 3 zones/m ² avec présence d'arrachement dans un cercle circonscrit d'un diamètre > 25 mm et < 10 cm.
Niveau de sévérité 4 – Arrachement phase 3	S4 ₋₁	Au moins 1 zone/m ² avec présence d'arrachement dans un cercle circonscrit d'un diamètre de 10 cm ou plus. Par contre, la situation n'est pas encore généralisée.
Niveau de sévérité 5 - Plumage généralisé et arrachement	S5 ₋₁	Au moins 1 zone/m ² avec présence d'arrachement dans un cercle circonscrit d'un diamètre de 50 cm ou plus. Plumage et arrachement très importants sur toute la surface ou dans des zones étendues.

Tableau 2.1 – Description des niveaux de sévérité pour le plumage

Pour établir une limite claire entre le niveau de sévérité 1 (perte individuelle de pierres) et le niveau de sévérité 2 (début de l'arrachement, on part du principe qu'il faut retrouver au moins cinq zones qui présentent de l'arrachement sur une surface de 1 m², la zone présentant de l'arrachement restant plus petite qu'un cercle circonscrit¹ d'un diamètre de 25 mm.

Lorsque l'on trouve au moins trois zones présentant de l'arrachement par m² et que le diamètre du cercle circonscrit autour de chaque zone est supérieur à 25 mm, c'est considéré comme du plumage de niveau de sévérité 3.

Le niveau de sévérité du plumage est de 4 lorsqu'on rencontre une zone arrachée dans la zone évaluée où le diamètre du cercle circonscrit est supérieur à 10 cm.

Il est de 5 quand on peut considérer que plus de 50 % de la zone évaluée présente de l'arrachement.

Pour clarifier les définitions du tableau 2.1, ces niveaux de sévérité sont présentés ci-dessous de manière schématique et illustrés par une photo (montrant quelques dégradations):



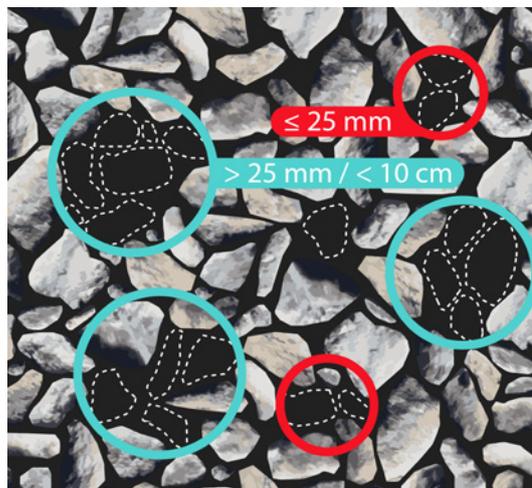
Niveau de sévérité 0 - Pas de plumage



Niveau de sévérité 1 - Perte individuelle de pierres

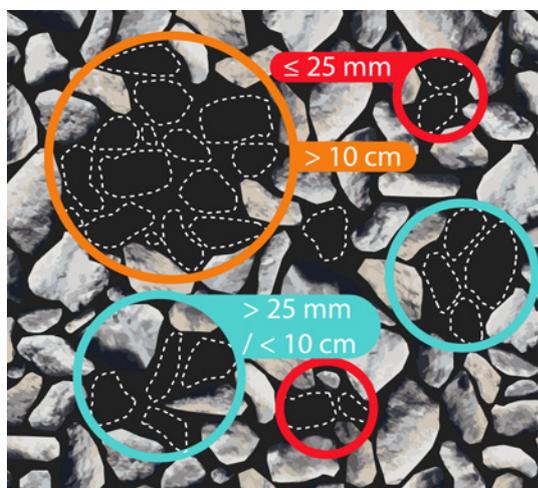


Niveau de sévérité 2 - Arrachement phase 1

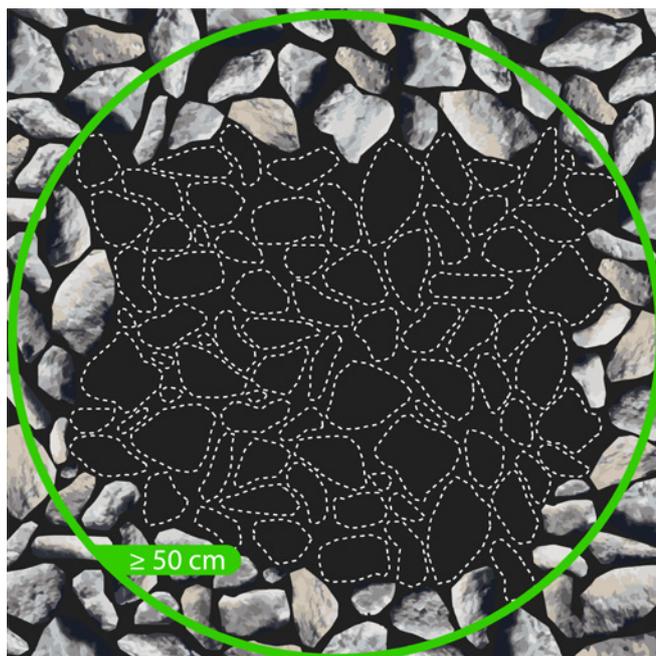


Niveau de sévérité 3 - Arrachement phase 2

1 Cercle circonscrit: le plus petit cercle possible dans lequel est contenu l'ensemble de la dégradation.



Niveau de sévérité 4 – Arrachement phase 3



Niveau de sévérité 5 – Plumage généralisé et arrachement

Figure 2.2 – Représentation schématique des différents niveaux de sévérité pour le plumage



Figure 2.3 – Exemple de plumage avec un niveau de sévérité 0_pas de plumage



Figure 2.4 – Exemple de plumage avec un niveau de sévérité 1_perte individuelle de pierres

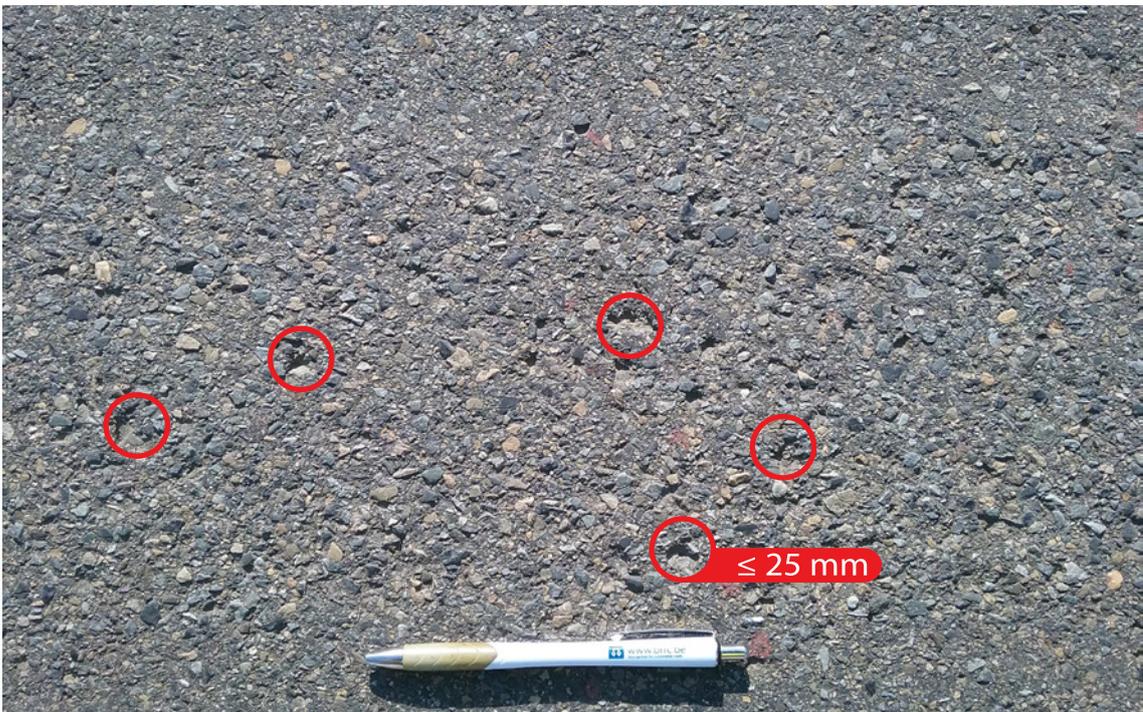


Figure 2.5 – Exemple de plumage avec un niveau de sévérité 2_arrachement phase 1

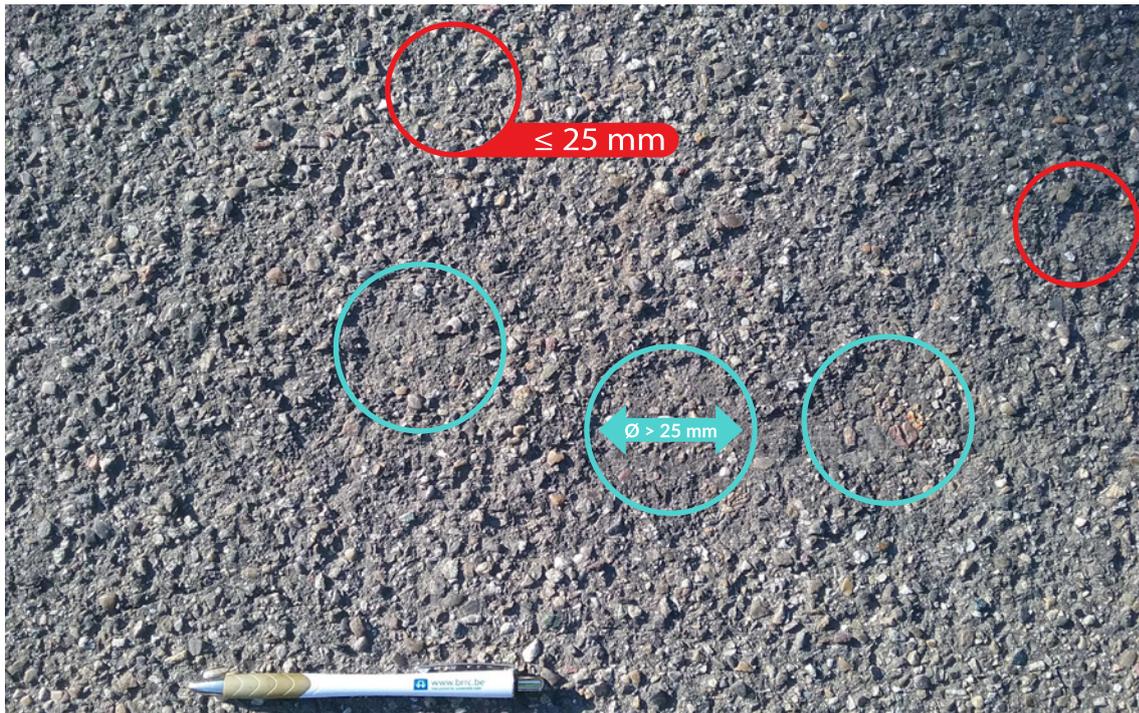


Figure 2.6 – Exemple de plumage avec un niveau de sévérité 3_arrachement phase 2



Figure 2.7 – Exemple de plumage avec un niveau de sévérité 4_arrachement phase 3



Figure 2.8 – Exemple de plumage avec un niveau de sévérité 5_plumage généralisé et arrachement dans et entre les deux frayées

2.1.2 Pelade

Lorsque le MBCF dans son ensemble présente de l'arrachement sur toute son épaisseur, on parle de pelade. Il n'y a pas d'adhésion entre le MBCF et le revêtement sous-jacent. Les bords d'une pelade sont typiquement droits et ne présentent pas de plumage (figure 2.9).



Figure 2.9 – Pelade

2.1.2.1 Description des niveaux de sévérité

Dans le cas d'un phénomène de pelade aussi, les dégradations peuvent évoluer au fil du temps. Il est possible qu'une partie de la zone touchée se détache de la surface sous-jacente plus rapidement que les zones alentour. L'adhésion peut varier et, par conséquent, une pelade peut également se développer au fil du temps sous l'effet de la circulation et des conditions climatiques. Là encore, il est nécessaire de définir le niveau de sévérité d'une pelade, comme indiqué au tableau 2.2.

Niveau de sévérité	Symbole	Description
Niveau de sévérité 0 – Pas de pelades	S0 ₋₂	Aucune pelade à observer.
Niveau de sévérité 1 – Premières pelades	S1 ₋₂	Moins de 5 zones/m ² avec présence de pelade dans un cercle circonscrit d'un diamètre ≤ 25 mm.
Niveau de sévérité 2 – Pelades phase 1	S2 ₋₂	Au moins 5 zones/m ² avec présence de pelade dans un cercle circonscrit d'un diamètre ≤ 25 mm.
Niveau de sévérité 3 – Pelades phase 2	S3 ₋₂	Au moins 3 zones/m ² avec présence de pelade dans un cercle circonscrit d'un diamètre > 25 mm et < 10 cm.
Niveau de sévérité 4 – Pelades phase 3	S4 ₋₂	Au moins 1 zone/m ² avec présence de pelade dans un cercle circonscrit d'un diamètre ≥ 10 cm et ≤ 50 cm, mais la situation n'est pas encore généralisée.
Niveau de sévérité 5 – Pelade généralisée	S5 ₋₂	Au moins 1 zone/m ² avec présence de pelade dans un cercle circonscrit d'un diamètre de 50 cm ou plus. Pelade très importante sur toute la surface ou dans des zones étendues.

Tableau 2.2 – Description des niveaux de sévérité pour la pelade

Pour clarifier la description au tableau 2.2, tous les niveaux de sévérité des pelades sont illustrés ci-dessous à l'aide d'une photo.



Figure 2.10 – Pelades niveau de sévérité 0 – Pas de pelades



Figure 2.11 – Pelades niveau de sévérité 1 – Premières pelades

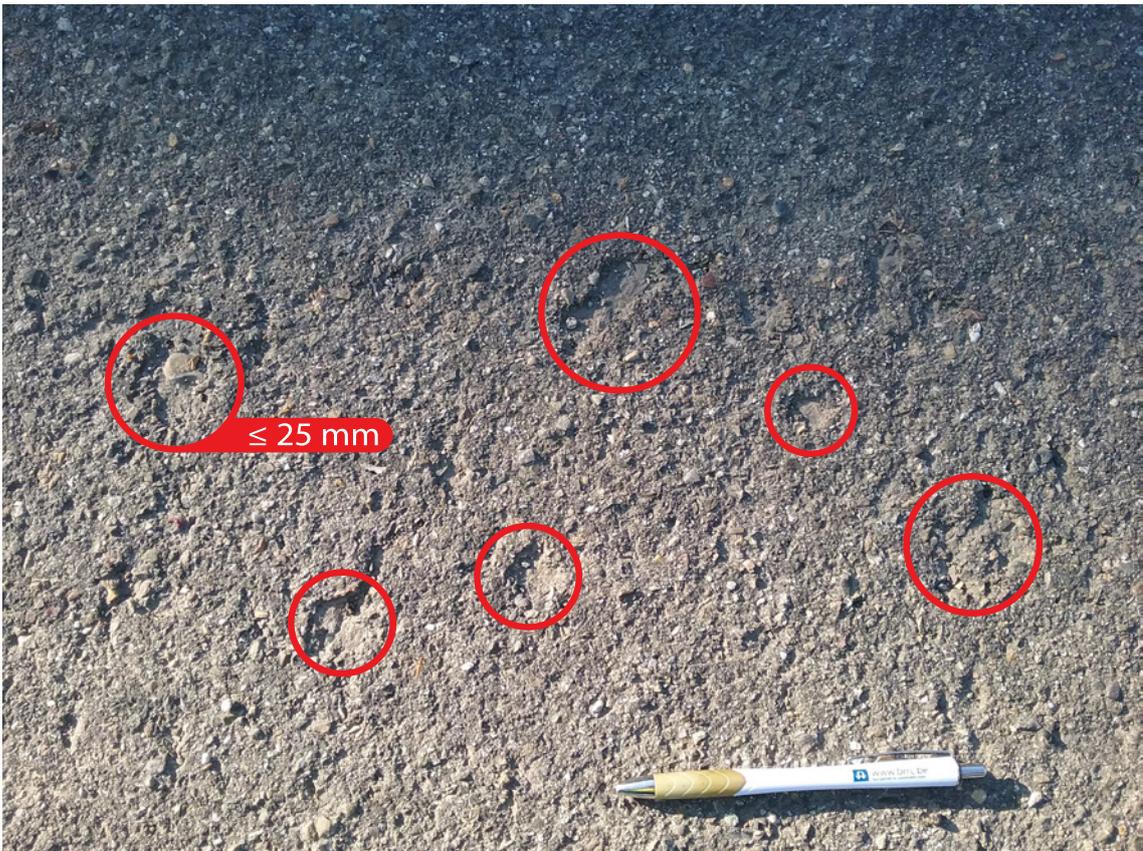


Figure 2.12 – Pelades niveau de sévérité 2 – Pelades phase 1



Figure 2.13 – Pelades niveau de sévérité 3 – Pelades phase 2



Figure 2.14 – Pelades niveau de sévérité 4 – Pelades phase 3



Figure 2.15 – *Pelades niveau de sévérité 5 – Pelade généralisée*

■ 2.1.3 Ressuage

Le ressuage désigne l'excès de liant bitumineux à la surface du MBCF.

La dégradation peut être due à la remontée de liant (ressuage), à l'enchâssement de gravillons (pseudo-ressuage) ou à une combinaison des deux. Les deux causes sont difficiles à distinguer visuellement. Le pseudo-ressuage crée une surface lisse indésirable (perte de macrotecture), souvent avec un excès de liant et une très faible rugosité.

■ 2.1.3.1 Description des niveaux de sévérité

Dans le cas du ressuage aussi, les dégradations peuvent évoluer au fil du temps. Par conséquent, il est nécessaire de définir le niveau de sévérité du ressuage, comme indiqué au tableau 2.3.

Niveau de sévérité	Symbole	Description
Niveau de sévérité 0 – Pas de ressuage	S0 ₋₃	Aucune trace de ressuage n'est à observer.
Niveau de sévérité 1 – Début de ressuage	S1 ₋₃	Petites taches individuelles, plus riches en liant, pierres encore visibles, pas de zones contiguës.
Niveau de sévérité 2 – Ressuage	S2 ₋₃	Excès de liant dans de grandes zones contiguës avec un cercle circonscrit d'un diamètre $\geq 0,5$ m. Surface lisse, mais des pierres sont encore visibles à la surface.
Niveau de sévérité 3 – Ressuage important	S3 ₋₃	Taches de ressuage importantes présentes dans de grandes zones contiguës avec un cercle circonscrit d'un diamètre $\geq 0,5$ m, plus aucune pierre individuelle n'est visible (elles se sont enfoncées dans le liant).

Tableau 2.3 – Description des niveaux de sévérité pour le ressuage

Pour clarifier les descriptions au tableau 2.3, tous les niveaux de sévérité sont illustrés ci-dessous à l'aide d'une photo.



Figure 2.16 – Ressuage niveau de sévérité 0 – Pas de ressuage

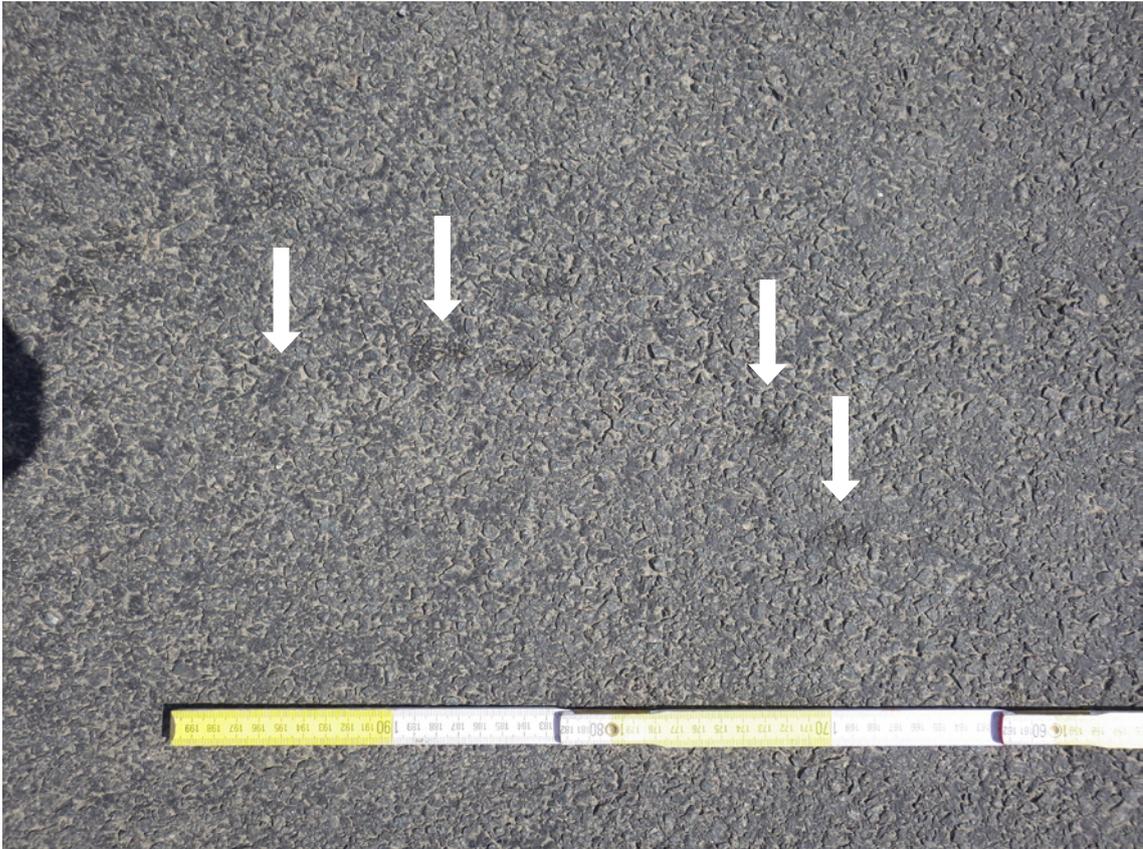


Figure 2.17 – Ressuage niveau de sévérité 1 – Début de ressuaage



Figure 2.18 – Ressuage niveau de sévérité 2 – Pierres individuelles visibles



Figure 2.19 – Ressuage niveau de sévérité 3 – Les pierres individuelles ne sont plus visibles

2.2 Groupe 2

En plus des dégradations du groupe 1, on peut également rencontrer les dégradations suivantes:

- rainures;
- grosses pierres;
- tôle ondulée;
- bosse;
- joint longitudinal ouvert;
- glissement;
- orniérage.

Ces dégradations sont moins sujettes à évolution (à l'exception de l'orniérage) et aucun niveau de sévérité ne leur est donc attribué. Si elles sont présentes, c'est généralement en raison d'une mise en œuvre défectueuse. Cette méthode précise seulement si la dégradation est présente ou non.

2.2.1 Rainures

Lignes parallèles au sens de mise en œuvre, où l'épaisseur de couche du MBCF est localement plus fine que le MBCF autour. Dans la plupart des cas, la largeur de ces rainures est limitée à quelques centimètres au maximum.

Une rainure est considérée comme telle lorsque le MBCF est entaillé de telle sorte que l'étanchéité est compromise.

REMARQUE

Les rainures longitudinales sont généralement causées par des granulats plus gros (§ 2.2.2) qui se sont glissés dans les gravillons utilisés pour le MBCF et qui sont entraînés par le traîneau lors de la pose du MBCF. Il est également possible qu'un morceau de MBCF durci se soit détaché de la machine.



Figure 2.20 – Rainure longitudinale – la cause (grosse pierre) est encore clairement visible

Les recherches menées par le CRR sur des chantiers suivis dans le temps ont montré qu'après quelques années, les rainures initialement identifiées comme étant dues à la présence de gros gravillons dans le MBCF disparaissent et sont refermées par la circulation (figure 2.21).

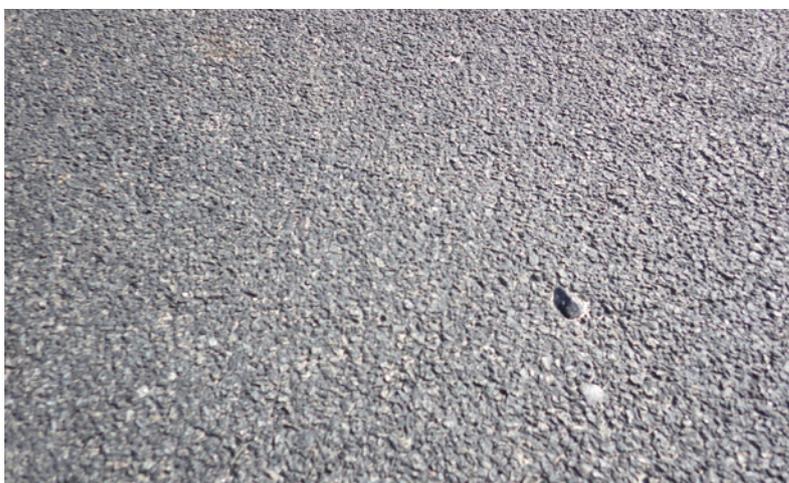


Figure 2.21 – Rainure fermée par la circulation, seule la plus grosse pierre est encore visible

2.2.2 Grosses pierres

Les grosses pierres, étrangères à la composition normale du mélange mais présentes à la surface du MBCF, peuvent donner lieu à la formation de rainures, comme décrit au § 2.2.1.

Elles peuvent provenir de la production en carrière ou d'une contamination lors du stockage des gravillons utilisés dans le MBCF sur un support non revêtu (Code de bonne pratique CRR R98 [Destrée et al., 2023]).

2.2.3 Tôle ondulée

La tôle ondulée fait référence à un schéma plus ou moins régulier d'irrégularités à la surface du MBCF, où les ondulations sont perpendiculaires au sens de mise en œuvre du MBCF.

Une zone se forme dans laquelle le MBCF n'est pas appliqué de manière uniformément plane, mais où plusieurs irrégularités se succèdent dans le sens transversal.

Une telle zone est considérée comme un défaut si la distance de haut en bas (valeurs «e» de la figure 2.22) mesurée à la règle de 1 m est supérieure à 5 mm et si la distance entre deux pics d'onde consécutifs (voir les distances «a» de la figure 2.22) est inférieure ou égale à 200 mm.

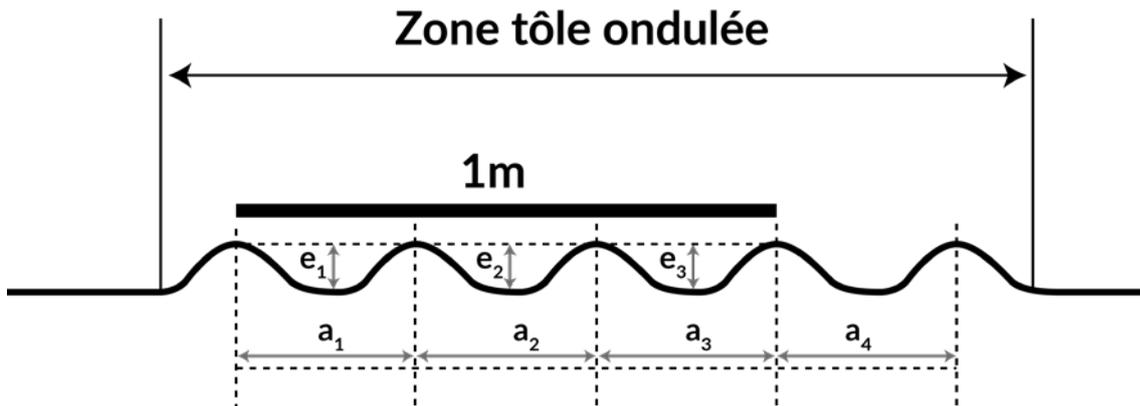


Figure 2.22 – Représentation schématique de la distance de haut en bas en cas de tôle ondulée

Lorsque les pics d'onde sont à plus de 200 mm l'un de l'autre, ils ne sont pas catégorisés comme tôle ondulée, mais sont considérés comme des bosses distinctes (§ 2.2.4).

2.2.4 Bosses

Une bosse est une élévation dans le sens transversal ou longitudinal de la surface de la route. Une bosse a une hauteur «a» et une largeur «R» (figure 2.23).

Si une bosse (ou un bourrelet) dépasse de 20 mm ou plus la surface de la route environnante, elle est considérée comme un défaut.

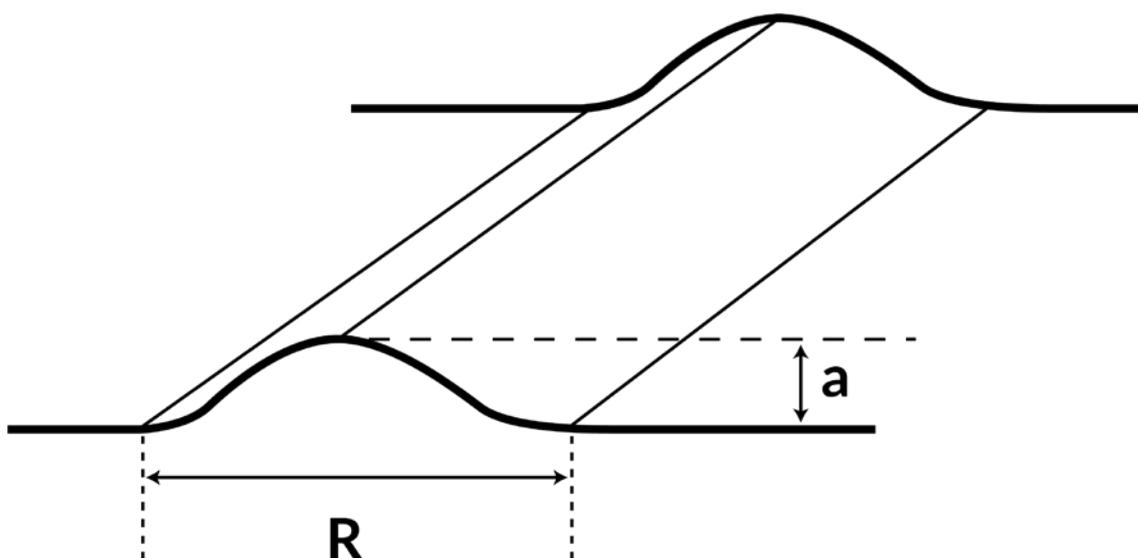


Figure 2.23 – Représentation schématique d'une bosse



Figure 2.24 – Formation d'une bosse

REMARQUE

Ce défaut peut être dû au chevauchement de plusieurs couches de MBCF lors de la mise en œuvre.

2.2.5 Joint longitudinal ouvert

Espace entre deux bandes de MBCF adjacentes, où il n'y a pas eu de chevauchement. Par conséquent, une partie du revêtement sous-jacent restera visible entre les deux couches de MBCF.

2.2.6 Glissement

Déformation horizontale de la couche sous-jacente ou de la route sous-jacente, sous l'influence du trafic, due au fluage du MBCF (de la couche de MBCF) ou à une mauvaise adhésion du MBCF au revêtement sous-jacent. On considère qu'il y a dégradation lorsque la différence de niveau, mesurée à l'aide de la règle de 1 m au droit de la bosse causée par la déformation, est supérieure à 5 mm.

De tels dommages peuvent se produire, par exemple, sur un rond-point (figure 2.25) ou dans les frayées au niveau des zones de freinage aux feux de circulation.



Figure 2.25 – Déformation due au glissement

2.2.7 Orniérage

Déformation permanente, due au fluage d'un MBCF, se produisant dans les frayées des véhicules, où le MBCF est repoussé perpendiculairement au sens du trafic.

Chapitre 3

L'inspection visuelle

Cette méthode a été conçue pour évaluer visuellement une section de 100 m sur un chantier de MBCF. Elle peut tout à fait être appliquée à plusieurs sections de 100 m sélectionnées dans le même chantier de MBCF. Pour chaque section, une note globale sera déterminée par dégradation (chapitre 4).

La méthode d'inspection repose sur deux aspects principaux:

- **Division de la section à inspecter en sous-sections gérables et claires.** Il en résulte un processus d'inspection plus systématique et plus fluide. Il suffit alors de compter le nombre de sous-sections dans lesquelles les dégradations se manifestent pour obtenir une estimation assez précise du pourcentage de surface endommagée dans la section à inspecter.
- **Description des types de dégradation et de leur niveau de sévérité.** Sans possibilité de les différencier en termes de sévérité, les dégradations légères et peu évidentes seront signalées par certains inspecteurs et pas par d'autres. En outre, cela permettra de mieux suivre l'évolution dans le temps des dégradations, de légères à sévères. Les dégradations et la classification des niveaux de sévérité sont décrites au chapitre 2.

3.1 Matériel nécessaire et documents

Le matériel suivant est nécessaire pour l'évaluation visuelle d'un MBCF:

- un formulaire d'inspection vierge;
- un porte-document et un crayon;
- un mètre pliant ou un mètre ruban d'au moins 3 m, avec une précision de 0,01 m;
- une roue de mesure d'une précision de 0,1 m;
- une règle de 1 m, cales de mesure jusqu'à 5 mm;
- un appareil photo.

3.2 Conditions météorologiques propices à l'inspection visuelle

Pour une bonne visibilité de toutes les dégradations, le revêtement routier doit être sec et exempt de toute pollution. De fait, le plumage est presque invisible sur une chaussée mouillée en raison de la réflexion de la lumière sur le film d'eau.

De surcroît, un revêtement humide ou à moitié sec peut accentuer le plumage présent (en raison de l'apparition de taches sombres au niveau du plumage), ce qui peut influencer l'estimation du niveau de sévérité.

Par conséquent, il est impossible d'inspecter correctement une section lorsqu'il pleut ou que la chaussée est encore humide.

Il est donc recommandé de programmer l'inspection visuelle un jour de beau temps, lorsque le revêtement routier n'est plus humide en raison des précipitations des jours précédents.

3.3 Choix de la section à inspecter

On sélectionne au moins une «**section**» dans le chantier de MBCF mis en œuvre. Pour ce faire, on peut recommander d'essayer de retenir la zone la plus endommagée du chantier comme section à inspecter. Il est également possible, si on le souhaite, de sélectionner et d'inspecter plusieurs sections dans une même zone de chantier à l'aide de la présente méthode. Cette méthode d'inspection doit ensuite être répétée pour chaque section. Un résultat d'inspection peut alors être obtenu pour chaque section inspectée (§ 4).

La méthode d'évaluation visuelle est appliquée sur une section de 100 m de long (L) où la largeur de la voie (W) à inspecter s'étend sur toute la largeur d'une voie. La définition de cette largeur de voie (W) dépend de la présence ou de l'absence de marquages, de la présence ou de l'absence d'une bande d'arrêt d'urgence et du nombre de voies par sens de circulation. Ci-après est décrite la marche à suivre sur place en fonction de la situation:

- en l'absence de marquages, la largeur de la voie (W) à inspecter est égale à la largeur totale de la route (B) (figure 3.1);
- en présence de marquages, la largeur de la voie (W) à inspecter est égale à la distance entre le centre de la ligne médiane et le bord du revêtement (au niveau de la bordure ou de l'accotement extérieur (A) (figure 3.2);
- lorsqu'il y a plus d'une voie par sens de circulation, les différentes voies (voies extérieures (D), voie centrale (E) et bande d'arrêt d'urgence (F)) sont toutes considérées séparément (figure 3.3), en tenant compte de la ligne médiane des marquages routiers.

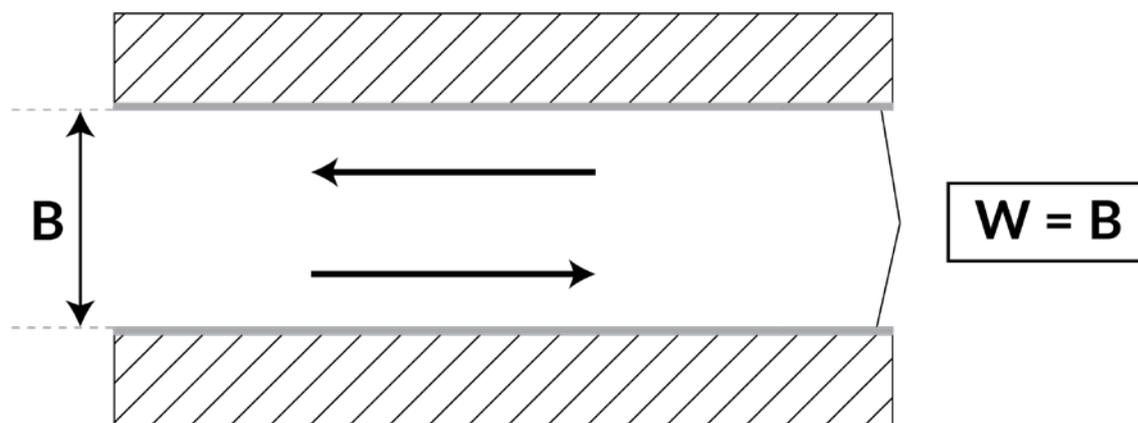


Figure 3.1 – Largeur de voie des routes sans marquages

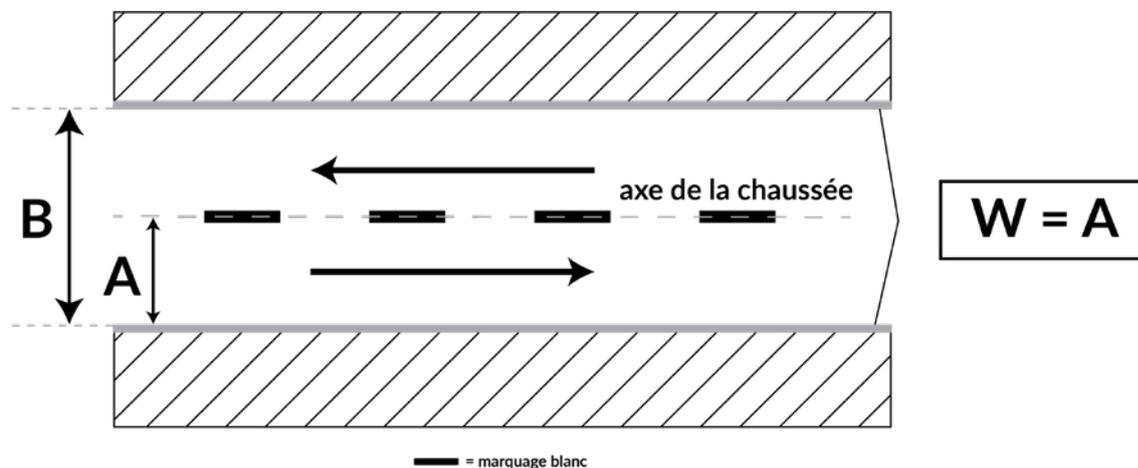


Figure 3.2 – Largeur de voie des routes avec marquages (1 voie par sens de circulation)

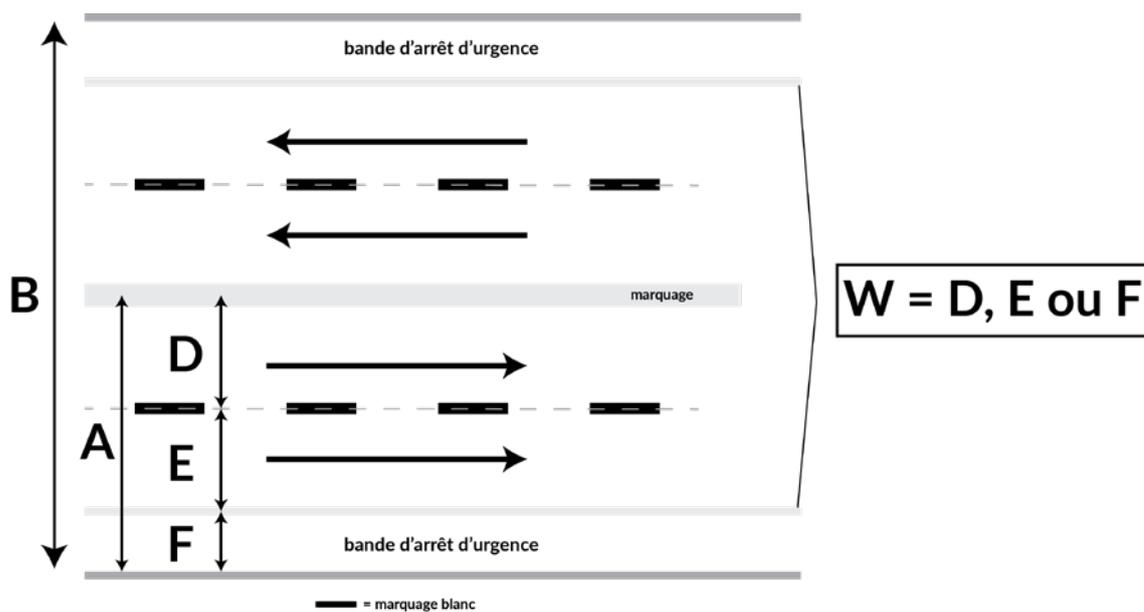


Figure 3.3 – Largeur de voie des routes avec marquages et plus d'une voie par sens de circulation

3.4 Division de la section à inspecter en sous-sections

La section de 100 mètres à inspecter est divisée systématiquement en «sous-sections» gérables et claires qui sont inspectées selon un schéma défini.

Dans le sens longitudinal, chaque sous-section sera limitée à 2,5 m. Par conséquent, 40 sous-sections seront prévues dans le sens longitudinal.

Les sous-sections sont tracées à l'aide d'une roue de mesure. Tous les 2,5 m, un marquage (à l'aide d'une peinture de marquage) est appliqué au bord de la chaussée. Il s'agit d'appliquer la distance incrémentale en mètres tous les cinq mètres (figure 3.4). Par défaut, l'inspection se fait toujours dans le sens contraire de la circulation (pour des raisons de sécurité). L'indication 0 m commencera alors dans le coin inférieur droit de la section à inspecter.

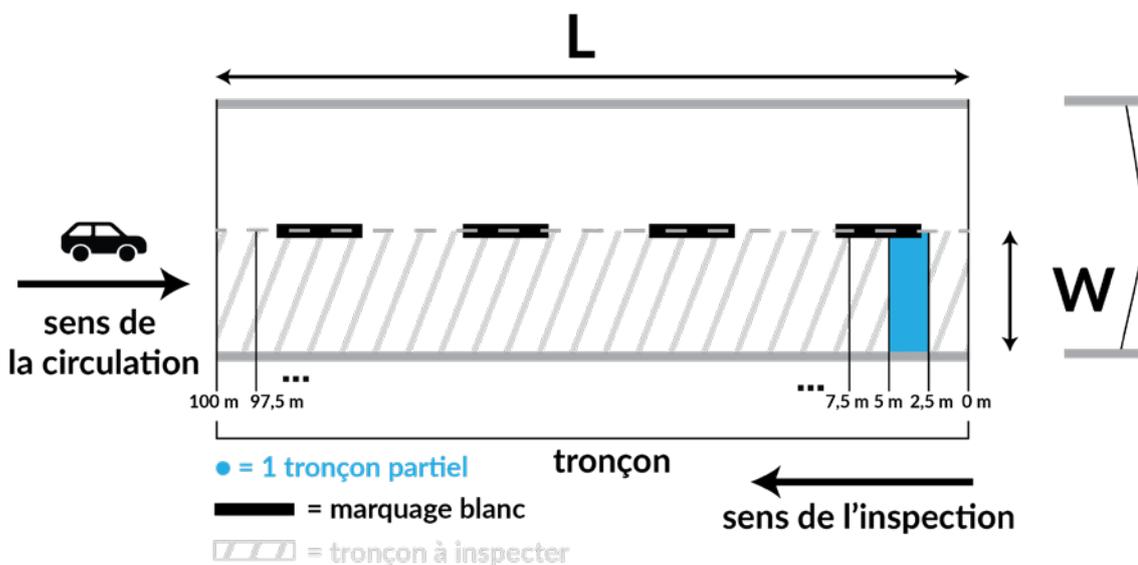


Figure 3.4 – Division d'une planche d'essais en sous-sections

3.5 Division de chaque sous-section en sous-zones

Pour mieux évaluer les dégradations dans une sous-section, chaque sous-section doit être divisée en zones plus petites, appelées «**sous-zones**». Il s'agit d'examiner les endroits où le trafic roule sur le MBCF ou non (dans ou à côté des frayées), car cela peut être en lien direct avec les dommages constatés au MBCF et avec leur évolution.

Pour réaliser cette répartition en sous-zones, on définira les cinq «**types de sous-zone**» suivants au niveau de la section de 100 mètres à inspecter:

- «**LNWT**» ou «Sous-Zone à Gauche de la Frayée», soit la zone située entre le bord extérieur de la chaussée et la frayée droite du trafic en approche (*);
- «**LWT**» ou «Sous-Zone Frayée Gauche», c'est-à-dire la zone correspondant à la frayée droite du trafic en approche sur la section à inspecter (pour l'inspecteur qui remplit le formulaire, il s'agit de la frayée la plus proche du bord de la chaussée) (*);
- «**BWT**» ou «Sous-Zone Entre Frayées», qui correspond à la zone située entre les deux frayées;
- «**RWT**» ou «Sous-Zone Frayée Droite», soit la zone correspondant à la frayée gauche du trafic en approche sur la section à inspecter (pour l'inspecteur qui remplit le formulaire, il s'agit de la frayée la plus éloignée du bord extérieur de la chaussée et donc la plus proche de la ligne médiane) (*);
- «**RNWT**» ou «Sous-Zone à Droite de la Frayée», c'est-à-dire la zone située entre la frayée gauche du trafic en approche et la séparation avec la voie adjacente (marquage ou ligne médiane, figure 3.2) ou le bord de la chaussée (figure 3.1) (*).

(*) Le sens de l'inspection étant normalisé, dans le sens contraire de la circulation, l'inspecteur qui remplit le formulaire se positionne toujours dans le coin inférieur droit de la sous-section (figure 3.6), de sorte que la sous-zone de type «LWT» corresponde à son côté gauche et donc en fait à la frayée droite du trafic. Inversement, la sous-zone de type «RWT» correspondra donc à la frayée gauche du trafic en approche. La sous-zone de type «LWT» doit toujours se trouver du côté du bord extérieur de la chaussée.

Lorsque la largeur de la voie (W) de la section à inspecter couvre la largeur totale de la route et que le trafic dans les deux sens emprunte la même voie (figure 3.1), l'inspection peut être effectuée sur les deux bords de la route, en choisissant le point de départ de l'inspection de manière à ce que la sous-zone de type «LWT» corresponde à la frayée droite du trafic venant en sens inverse. En d'autres termes, à la figure 3.1, il sera possible de commencer soit dans le coin inférieur droit, soit dans le coin supérieur gauche.

Dans certains cas, il se peut que les sous-zones de type «LNWT» et/ou «RNWT» ne soient pas présentes. Cette situation est due à la combinaison d'une route étroite et d'un trafic canalisé. Dans ce cas, ces zones sont assimilées aux types de sous-zone des frayées.

Par conséquent, chaque sous-section d'une section de 100 mètres de long à inspecter contient cinq sous-zones au maximum, et donc toujours les deux types de sous-zone des frayées («LWT» et «RWT») et le type de sous-zone entre les frayées («BWT»). Par conséquent, selon que les types de sous-zone à l'extérieur des frayées («LNWT» et/ou «RNWT») peuvent être distingués et sont présents ou non, il y aura au total 3, 4 ou 5 fois 40 sous-zones différentes par section de 100 mètres à inspecter, qui doivent être évaluées par les inspecteurs en fonction des éventuelles dégradations présentes.

Au début de l'inspection, le formulaire d'inspection (annexe 1) indique la largeur des types de sous-zone présents (§ 3.5). Cette largeur est mesurée à l'aide d'une mètre ruban (exprimée en mètres, jusqu'à la première décimale) et est importante pour calculer un pourcentage de dégradation pondéré après l'inspection (chapitre 4).

L'attribution des largeurs commence par l'identification visuelle des deux frayées et leur délimitation. Les frayées sont ces zones où le trafic a déjà refermé le MBCF, la texture y est moins ouverte et/ou le film de bitume sur les granulats y est plus usé. Il en résulte souvent une différence de couleur et de texture entre les frayées et les zones adjacentes (figure 3.5).

Les sous-zones adjacentes peuvent ensuite être délimitées comme indiqué à la figure 3.6.



Figure 3.5 – Frayées visibles pour la délimitation des sous-zones

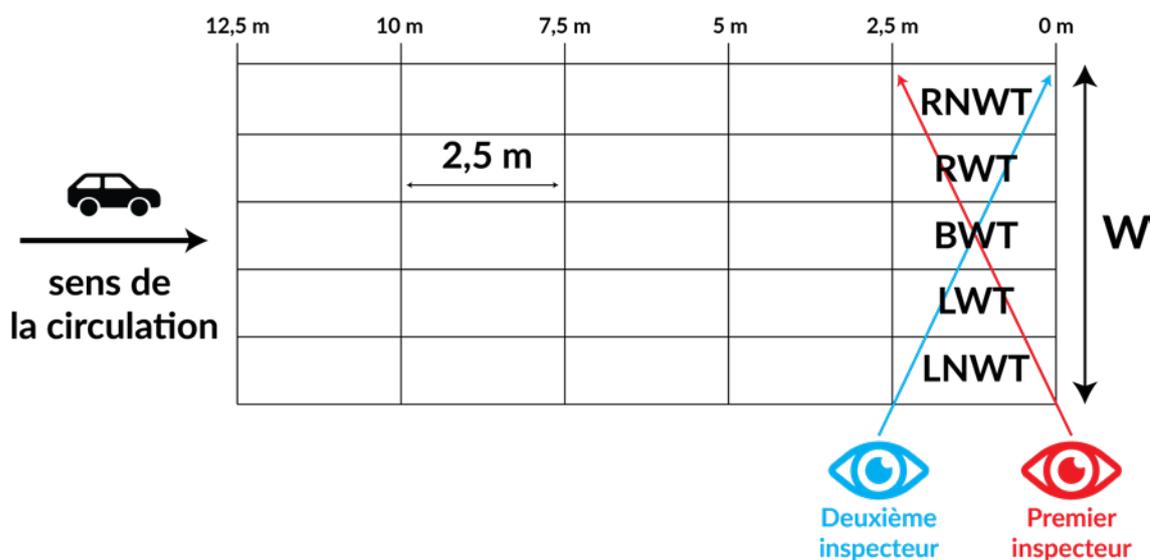


Figure 3.6 – Répartition des sections dans le sens longitudinal et transversal

3.6 Réalisation de l'inspection visuelle

L'inspection visuelle est effectuée par deux inspecteurs, de préférence bien formés ou expérimentés dans la reconnaissance des dégradations spécifiques aux MBCF (chapitre 1):

- le «premier» inspecteur - cet inspecteur remplit le formulaire d'inspection;
- le «deuxième» inspecteur.

Les deux inspecteurs marchent au bord de la chaussée. L'inspection se fait à pied et dans le sens contraire du trafic. Pour ce faire, le «premier» inspecteur (qui remplit le formulaire) sera toujours positionné de manière à surplomber la sous-section depuis le début de celle-ci (en bas à droite selon la figure 3.6), tandis que le «deuxième» inspecteur évaluera cette même sous-section 2,5 mètres plus loin, depuis l'autre angle de la même sous-section. La zone bordant la sous-section à inspecter correspondra alors à la sous-zone «LNWT» dans le formulaire à compléter.

La dénomination des types de sous-zone (§ 3.5) concorde avec la perception du «premier» inspecteur qui remplit le formulaire. Ceci doit être clarifié lors de la formation des inspecteurs ainsi qu'à chaque fois au début de l'inspection si l'on veut qu'il soit possible de relier les dégradations au bon endroit par la suite.

Les deux inspecteurs ont également un angle de vue différent de la sous-section en raison de leur positionnement opposé. La position du soleil par rapport au point de vue influence la perception ou non des dégradations. En particulier, les dégradations seront davantage visibles si elles sont observées à contre-jour (l'ombre accentue les dégradations présentes).

Chaque type de dégradation décrit au chapitre 2 est évalué par sous-section et par sous-zone, séparément et successivement. Il est plus facile pour les inspecteurs de se concentrer sur les dégradations distinctes pendant l'inspection et de parcourir une sorte de check-list des dégradations via le formulaire d'inspection (annexe 1).

L'inspection selon la procédure décrite ci-dessus, effectuée par deux inspecteurs chevronnés, durera environ 45 minutes, sans compter la préparation (division en sous-sections et application des marquages) de la section à inspecter.

Pour effectuer l'inspection correctement et en toute sécurité, il est essentiel de maintenir un bon niveau de concentration. Lorsque la même équipe d'inspection doit effectuer des inspections pendant une période trop longue sur la journée, la probabilité d'écarts dans le résultat de l'inspection augmente en raison d'une diminution de la concentration et de la fatigue. Pour éviter cela, il est recommandé d'inspecter un maximum de quatre sections de 100 mètres en une journée, pendant une durée maximale de quatre heures.

3.6.1 Remplissage du formulaire d'inspection

Lors de l'inspection, le formulaire d'inspection est complété. En plus des 200 «sous-zones» à évaluer, le formulaire d'inspection contient des zones supplémentaires à remplir pour répertorier des phénomènes spécifiques et/ou récurrents.

Le formulaire se compose de quatre zones différentes qui sont indiquées dans la figure 3.8.

3.6.1.1 Zone 1: en-tête

Cette zone contient les informations générales du chantier: le nom de rue, la date, l'heure de début et de fin de l'inspection, les initiales des inspecteurs et la largeur totale de la voie (W).

3.6.1.2 Zone 2: répartition en sections dans le sens longitudinal

Cette zone contient l'emplacement des sous-sections de 2,5 m à évaluer dans la section de 100 m à inspecter:

- 0 m - 2,5 m,
- 2,5 m - 5,0 m,
- ...
- 97,5 m - 100 m.

Elles sont préremplies et aident le «premier» inspecteur à s'orienter dans la section à inspecter.

3.6.1.3 Zone 3: phénomènes spécifiques ou récurrents dans la sous-section

Cette zone contient huit colonnes décrivant des phénomènes spécifiques ou récurrents et qui sont indépendantes de la subdivision en «sous-zones»:

- **Obstacle temporaire (OT) ou permanent (OP)**
On le consigne lorsqu'un obstacle empêche l'inspection au niveau de cette sous-section spécifique. La sous-section dans son ensemble ne sera pas inspectée, que l'objet couvre ou non la totalité de la largeur de la voie à inspecter (W). Un obstacle temporaire est un obstacle qui n'est pas présent en permanence ou qui peut être déplacé. Il peut s'agir d'une voiture en stationnement, par exemple. Un obstacle permanent est plutôt un élément de l'équipement routier qui ne peut pas être déplacé, comme les bacs à fleurs et autres obstacles permanents qui favorisent les dévoiements ou les rétrécissements. L'enregistrement se fait par sous-section de 2,5 m.
- **Aucune dégradation**
On le consigne lorsqu'aucun dommage ne peut être observé sur toute la largeur de la sous-section. De cette manière, il est possible de s'assurer que la sous-section en question n'a pas été omise lors de l'inspection. L'enregistrement se fait par sous-section de 2,5 m.
- **Zone périphérique à l'aspect ouvert**
La zone périphérique couvre généralement les 15 à 30 cm extérieurs d'une mise en œuvre. Par «aspect ouvert», on entend que la texture du MBCF est plus rugueuse à cet endroit que dans le reste de la zone mise en œuvre (par exemple, parce que le MBCF présent dans cette zone n'a pas été suffisamment postcompacté par le trafic), mais sans qu'aucun gravillon de la mosaïque de pierres du MBCF n'ait disparu de la surface pour cause de plumage ou d'arrachement (figure 3.7). Il est important d'y prêter attention et de ne pas enregistrer cette zone comme zone présentant du plumage si les gravillons sont toujours en place. L'enregistrement se fait par sous-section de 2,5 m.
- **Ressuage au joint longitudinal**
Si le joint longitudinal entre deux voies en MBCF adjacentes présente du ressuage, la sévérité du ressuage est notée selon les niveaux de sévérité du ressuage décrits au chapitre 2, et ce par sous-section de 2,5 m.
- **Joint longitudinal ouvert**
En cas de joint longitudinal ouvert, c'est enregistré par sous-section de 2,5 m.
- **Bosse**
Irrégularité à la surface du MBCF (§ 2.2.4). L'enregistrement se fait par sous-section de 2,5 m.
- **Fissures transversales et longitudinales**
Le formulaire permet de consigner la présence de fissures à la surface du MBCF (§ 2). L'enregistrement se fait par sous-section de 2,5 m.

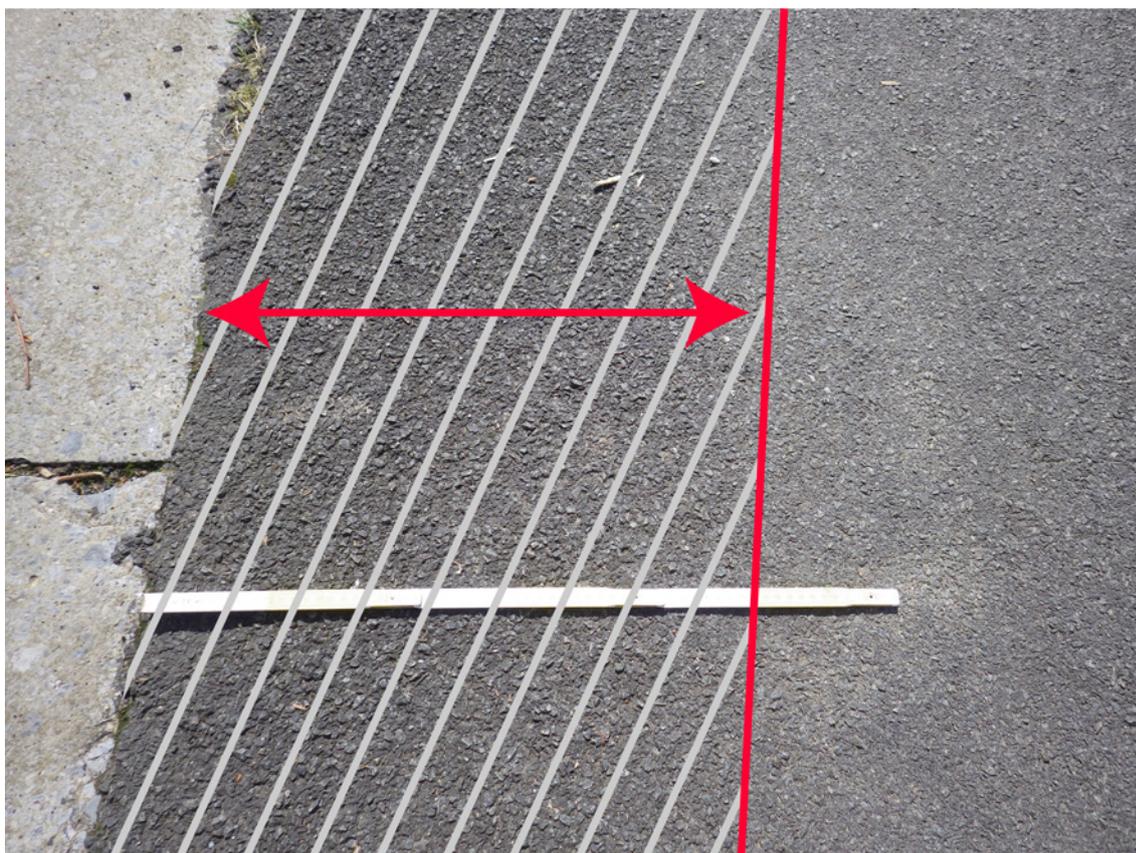


Figure 3.7 – Zone périphérique à l'aspect ouvert

3.6.1.4 Zone 4: évaluation de chaque sous-zone

Les cinq zones labellisées «4» (figure 3.8) décrivent chacune une «sous-zone» spécifique («LNWT», «LWT», «BWT», «RWT», «RNWT») de la «sous-section», chacune contenant sept ou huit dégradations à évaluer. Les dégradations dans la partie grise sont évaluées en fonction de leur sévérité, tandis que celles dans la partie bleue sont seulement enregistrées comme étant présentes ou non. Dans les frayées (sous-zones «LWT» et «RWT»), l'orniérage est consigné lorsqu'il dépasse 10 mm.

Chapitre 4

Traitement et analyse des résultats de l'inspection

Une fois l'inspection terminée, les données du formulaire d'inspection sont traitées.

Pour le «Groupe 1» des dégradations (chapitre 2), où les niveaux de sévérité doivent également être pris en compte, il convient additionnellement de calculer deux paramètres par dégradation, qui constituent le résultat de l'inspection. Sur la base de ces paramètres calculés, il est possible d'interpréter l'état du MBCF au moment de l'inspection visuelle. Ces paramètres sont les suivants:

- «Pourcentage du nombre total de sous-sections endommagées», P
- «Niveau de sévérité global de la section en MBCF inspectée» S_{tot}

→ Ces deux paramètres sont déterminés pour chacun des trois types de dégradation (plumage, pelade & ressuage). Dans les formules ci-dessous, cela est indiqué par l'indice «i».

Pour le «Groupe 2» des dégradations (chapitre 2), le formulaire d'inspection indiquera si la dégradation est présente dans la section en MBCF à inspecter et dans quelle «sous-zone» ou «sous-section» elle se trouve, afin de prendre les mesures de réparation appropriées. Les résultats consignés de l'inspection visuelle du Groupe 2 ne feront l'objet d'aucun autre traitement.

4.1 Pourcentage du nombre total de sous-sections endommagées

Pour ce paramètre, pour chaque dégradation du Groupe 1, on calcule le rapport entre le nombre de sous-sections présentant cette forme particulière de dégradation et le nombre total de sous-sections par section de 100 m inspectée.

Le nombre total de sous-sections à inspecter dans l'ensemble de la section inspectée s'élève au maximum à 40 (voir figure 3.4). Les sous-sections (et par conséquent leurs sous-zones) qui ne peuvent pas être inspectées en raison des circonstances (voiture en stationnement, pollution, etc.) ne sont pas prises en compte dans ce pourcentage. Leur nombre est soustrait du nombre total de sous-sections. La formule ci-dessous est utilisée pour le calculer:

$$P_i = \frac{N_{D,i}}{(N_{D,tot} - N_{D,0})} \times 100 \%$$

- P_i = Pourcentage du nombre de sous-sections présentant la dégradation spécifique «i» sur l'ensemble des sous-sections pouvant être soumises à une inspection dans la section inspectée de 100 mètres (exprimé en %).
- $N_{D,i}$ = Nombre total de sous-sections présentant la dégradation spécifique «i» sur l'ensemble des sous-sections dans la section de 100 mètres inspectée.
- $N_{D,tot}$ = Nombre total de sous-sections (40) dans la section de 100 mètres inspectée.
- $N_{D,0}$ = Nombre de sous-sections qui ne peuvent pas être inspectées en raison d'obstacles, dans la section de 100 mètres inspectée.

- i = Numéro de séquence de 1 à 3 par dégradation du Groupe 1 (respectivement pour le plumage, la pelade et le ressuage).

4.2 Niveau de sévérité global de la section en MBCF inspectée

Le niveau de sévérité global de la section inspectée, par dégradation du Groupe 1, est la somme des produits des niveaux de sévérité pondérés par type de sous-zone présent («LNWT», «LWT», «BWT», «RWT», «RNWT», § 3.5) et du rapport entre la largeur du type de sous-zone concerné et la largeur totale de la section en MBCF inspectée.

Pour calculer le niveau de sévérité global, il faut d'abord déterminer les niveaux de sévérité pondérés ($S_{w(j)}$) par type de sous-zone (§ 4.2.1).

4.2.1 Niveau de sévérité pondéré par type de sous-zone

Le niveau de sévérité pondéré par type de sous-zone présent sera déterminé pour chaque dégradation, mais uniquement pour les dégradations du Groupe 1 (c'est-à-dire plumage, pelade et ressuage).

Pour établir la moyenne des variations lors de l'inspection (niveaux de sévérité S1 ou S2) ou pour que les dégradations plus conséquentes se reflètent mieux dans le résultat final (niveaux de sévérité E3, E4 ou E5), des facteurs de pondération sont appliqués aux niveaux de sévérité enregistrés dans le formulaire d'inspection, ceci pour les trois dégradations du Groupe 1, comme illustré au tableau 4.1.

Niveau de sévérité (S_{k_i}) (avec $i = 1$ à 3)	Facteur de pondération plumage (W_{sk_1}) ($i = 1$)	Facteur de pondération pelade (W_{sk_2}) ($i = 2$)	Facteur de pondération ressuage (W_{sk_3}) ($i = 3$)
S0 _{-i}	0 %	0 %	0 %
S1 _{-i}	10 %	10 %	10 %
S2 _{-i}	25 %	25 %	100 %
S3 _{-i}	50 %	50 %	200 %
S4 _{-i}	100 %	100 %	pas d'application
S5 _{-i}	200 %	200 %	pas d'application

Tableau 4.1 – Facteurs de pondération par niveau de sévérité pour les dégradations du Groupe 1

Le niveau de sévérité pondéré peut être calculé par dégradation «i» et par type de sous-zone «j» selon la formule ci-dessous:

$$S_{w(j)_i} = \frac{(N_{S1_i} \times W_{S1_i}) + (N_{S2_i} \times W_{S2_i}) + (N_{S3_i} \times W_{S3_i}) + (N_{S4_i} \times W_{S4_i}) + (N_{S5_i} \times W_{S5_i})}{(N_{D_{tot}} - N_{D_0})} \times 100$$

- $S_{w(j)_i}$ = Niveau de sévérité pondéré, pour la dégradation «i», pour toutes les sous-zones du type de sous-zone spécifique «j», dans la section de 100 mètres inspectée (exprimé en %).
- S_{k_i} = Niveau de sévérité S_k pour dégradation «i», où «k» est un numéro de séquence de 0 à 5 qui désigne respectivement les différents niveaux de sévérité «Niveau de sévérité zéro» à «Niveau de sévérité cinq», voir tableau 4.1.

- N_{Sk_i} = Nombre de fois que l'on rencontre le niveau de sévérité E_k , pour la dégradation «i», dans un même type de sous-zone pour la section de 100 mètres inspectée.
- $N_{D_{tot}}$ = Nombre total de sous-sections (40) dans la section de 100 mètres inspectée.
- N_{D_0} = Nombre de sous-sections qui ne peuvent pas être inspectées en raison d'obstacles, dans la section de 100 mètres inspectée.
- W_{Sk_i} = Facteur de pondération pour le degré de sévérité Sk pour la dégradation «i» (exprimé en %), voir tableau 4.1.
- i = Numéro de séquence de 1 à 3 par dégradation du Groupe 1 (respectivement pour le plumage, la pelade et le ressuage).
- j = Désignation du type de sous-zone «LNWT», «LWT», «BWT», «RWT» ou «RNWT» (selon que les types de sous-zone sont présents ou non dans la section à inspecter).

4.2.2 Niveau de sévérité global

Pour chaque dégradation «i» du Groupe 1, le niveau de sévérité global de la section inspectée peut être calculé comme suit:

$$S_{tot_i} = \left(S_{w(LNWT)_i} \times \left(\frac{W_{LNWT}}{W} \right) \right) + \left(S_{w(LWT)_i} \times \left(\frac{W_{LWT}}{W} \right) \right) + \left(S_{w(BWT)_i} \times \left(\frac{W_{BWT}}{W} \right) \right) \\ + \left(S_{w(RWT)_i} \times \left(\frac{W_{RWT}}{W} \right) \right) + \left(S_{w(RNWT)_i} \times \left(\frac{W_{RNWT}}{W} \right) \right)$$

- S_{tot_i} = Niveau de sévérité global, pour la dégradation «i», de l'ensemble de la section inspectée (exprimé en %).
- $S_{w(j)_i}$ = Niveau de sévérité pondéré, pour la dégradation «i», pour toutes les sous-zones du type de sous-zone spécifique «j», dans la section de 100 mètres inspectée (exprimé en %).
- $W_{(j)}$ = Largeur en mètres du type de sous-zone spécifique «j».
- W = Largeur en mètres de la section inspectée.
- i = Numéro de séquence de 1 à 3 par dégradation du Groupe 1 (respectivement pour le plumage, la pelade et le ressuage).
- j = Désignation du type de sous-zone «LNWT», «LWT», «BWT», «RWT» ou «RNWT» (selon que les types de sous-zone sont présents ou non dans la section à inspecter).

De cette manière, le niveau de sévérité global pondéré de la section en MBCF inspectée tient compte à la fois du facteur de pondération par niveau de sévérité et de la largeur effective (et donc de la proportion dans la surface totale du MBCF) de chaque type de sous-zone.

Une feuille de calcul permet d'automatiser ces calculs.



Bibliographie

Bureau de Normalisation (NBN). (2005). *Matériaux bitumineux coulés à froid: Méthodes d'essai. Partie 8: Evaluation visuelle des défauts* (NBN EN 12274-8). https://app.nbn.be/data/r/platform/frontend/detail?p40_id=178615&p40_language_code=fr&p40_detail_id=32435&session=3598640446398

Destrée, A., De Visscher, J. & Beaumesnil, B. (2023). *Code de bonne pratique pour les matériaux bitumineux coulés à froid* (Recommandations CRR No. R98, révision 1). Centre de Recherches Routières (CRR). <https://brc.be/fr/expertise/expertise-aperçu/code-bonne-pratique-matériaux-bitumineux-coules-froid>

Les membres ressortissants reçoivent gratuitement les publications CRR. Cette publication est uniquement disponible en version électronique.

Plus d'informations:

<https://brrc.be/fr/expertise/publications>

Pour commander cette publication:

publication@brrc.be

Référence: MF 106 – Prix: 12 € (Hors TVA de 6 %)

Autres publications dans la série «Méthode de mesure»

Les méthodes de mesure ont été développées au cours de la recherche et sont basées sur les résultats d'essais en laboratoire et sur chantier. Elles constituent un outil important pour le contrôle de la qualité dans la construction routière.

Référence	Titre	Prix
MF 101	Méthode de mesure pour l'utilisation du densimètre nucléaire lors de la détermination de la densité et du contrôle des revêtements bitumineux	11,00 €
MF 99	Méthode de mesure de la couleur des revêtements bitumineux colorés - Détermination sur des chantiers	10,00 €
MF 94	Systèmes de gestion des réseaux routiers secondaires et locaux. La systématique du CRR (édition numérique et limitée)	10,00 €
MF 91/16	Méthodologies pour l'utilisation du géoradar en auscultation de routes	11,00 €
MF 90/15	Méthode de mesure de la couleur des revêtements bitumineux colorés: détermination sur des carottes bitumineuses	10,00 €
MF 89 - rev.1	Inspection visuelle pour la gestion du réseau routier révision	20,00 €

Autres séries CRR

-  Recommandations
-  Rapport de recherche
-  Synthèse



Centre de recherches routières
Ensemble pour des routes durables

Etablissement reconnu par application de l'Arrêté-loi du 30 janvier 1947
boulevard de la Woluwe 42
1200 Bruxelles
Tél. : 02 775 82 20 - Fax : 02 772 33 74
www.brrc.be/fr

Dans le cadre d'une stratégie d'entretien durable, l'utilisation de MBCF est une technique fréquemment utilisée pour prolonger de manière significative la durée de vie d'une route, pour un coût minimal.

Lors de la réception des chantiers de MBCF, les travaux réalisés en Belgique font l'objet d'une évaluation visuelle afin de détecter d'éventuels défauts, conformément aux exigences et à la méthode d'essai spécifiées dans les cahiers des charges types. Il est fait référence ici à la norme européenne NBN EN 12274-8 Matériaux bitumineux coulés à froid - Méthodes d'essai - Partie 8: Évaluation visuelle. D'autre part, les recherches du CRR ont montré que la méthode qualitative selon la norme NBN-EN-12274-8 (NBN, 2005) était très complexe et donnait lieu à des résultats présentant une dispersion importante, même entre différents opérateurs bien formés.

Afin de proposer une solution au secteur des MBCF, le CRR a développé cette nouvelle méthode de mesure alternative MF 106 pour l'évaluation visuelle des dégradations. Cette méthode de mesure a été spécialement développée pour évaluer de manière incontestable les dégradations d'un ouvrage en MBCF. Par conséquent, après avoir établi les exigences de conformité nécessaires sur la base de cette méthode, celle-ci peut être utilisée au moment de la réception de travaux de MBCF, mais peut également servir à surveiller et à identifier l'évolution des dégradations dans le temps (dans le cadre d'une stratégie d'entretien préventif).

Cette méthode guide le lecteur tout au long de la procédure d'évaluation visuelle à mettre en œuvre. Des définitions claires et améliorées précisent les différentes dégradations, fréquentes et moins fréquentes, afin qu'elles puissent être évaluées individuellement. Un niveau de sévérité est également attribué aux dégradations les plus courantes, étant donné qu'elles évoluent dans le temps. L'approche concrète de l'inspection est ensuite abordée. La méthode décrit comment sélectionner la section à inspecter et comment la diviser en sous-sections gérables pour faciliter l'estimation de la dégradation. Dans une dernière partie, la méthode décrit comment, sur la base des résultats de l'inspection visuelle effectuée, deux paramètres d'évaluation sont calculés pour chaque dégradation, indiquant quelle partie de la surface du MBCF est affectée par une dégradation précise et à quel niveau de sévérité global elle correspond.

Mots-clés ITRD

3857 – AUSCULTATION ; 4987 – ENROBÉ COULÉ À FROID ; 5255 – ALTÉRATION (GEN) ; 9102 – MÉTHODE