



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

Méthode pour représenter et mesurer la couleur des chantiers d'enrobés colorés



Méthode de mesure

MF 99



Centre de compétence impartial depuis 1952, le CRR (Centre de recherches routières) est au service de l'ensemble du secteur routier. L'innovation durable est le fil conducteur de toutes ses activités. 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, Bulletins CRR et Dossiers, rapports d'activité). Nos publications sont largement diffusées en Belgique et à l'étranger auprès de centres de recherche scientifique, d'universités, d'institutions publiques et d'instituts internationaux. Pour plus d'informations sur nos publications et activités, visitez notre site web www.crr.be

Méthode de mesure MF 99

Méthode pour représenter et mesurer la couleur des chantiers d'enrobés colorés

Centre de recherches routières

Etablissement reconnu par application de l'Arrêté-loi du 30 janvier 1947

Bruxelles

2020

Auteurs

Alexandra Destrée, Ann Vanelstraete

Remerciements

Les auteurs remercient:

- le bureau de normalisation (NBN) pour son soutien financier (conventions CCN/PN/NBN-707, 757, 907, 957);
- les membres du groupe de travail CRR BAC 6 «Revêtements colorés» et les collaborateurs du CRR pour leur implication proactive;
- les entrepreneurs, les exploitants des carrières et les producteurs (liants, pigments et enrobés bitumineux) pour les informations utiles et les matériaux qu'ils nous ont fournis.

Groupe de travail CRR BAC 6 «Revêtements colorés»

Bart Beaumesnil, Alexandra Destrée (secrétaire), Ben Duerinckx, Emilie Genin, Koen Janssens, Philippe Keppens, Joke Laermans, Sébastien Sybout, Tine Tanghe, Rob Tison, Emmanuel Van Damme (président), Eric Van den Kerkhof, Pieter Van der Sypt, Paul Van Eijck, Ann Vanelstraete, Johan Vanhollebeke, Noël Vanhollebeke, Jan Vanslembrouck.

Collaborateurs CRR

Philippe Crabbé[†], Joeri Feremans, Anne Fondu, Erik Kestens, Peter Vanelven, Eddy Wouters.

Point d'attention

Nous attirons votre attention sur le fait que les couleurs du document peuvent varier selon que le document est visualisé sur différents écrans d'ordinateur et/ou qu'on l'imprime. Vous ne devez donc pas interpréter ces couleurs littéralement, mais les estimer globalement, l'une par rapport à l'autre.

Avertissements pour le lecteur

Bien que la présente méthode de mesure ait été établie avec le plus grand soin, des imperfections ne sont pas à exclure. 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.

Pour rappel, cette méthode MF 99 fait le point de la situation telle qu'elle se présente en 2020. A l'heure actuelle, le CRR ne dispense pas de formations pour l'application de cette méthode. Malgré les efforts réalisés pour établir une méthode claire, précise et sans équivoque, un texte écrit peut toujours être sujet à interprétation. Le CRR décline toutefois toute responsabilité vis-à-vis d'une interprétation erronée de la méthode MF 99.

Méthode pour représenter et mesurer la couleur des chantiers d'enrobés colorés / Centre de recherches routières. Bruxelles : CRR, 2020, 32 p. (Méthode de mesure ; ISSN 1376-9324 ; 99).

Dépôt légal: D/2019/0690/7

© CRR – Tous droits réservés.

Éditeur responsable: Annick De Swaef, Boulevard de la Woluwe 42, 1200 Bruxelles.

Table des matières

Liste des figures	ii
Liste des tableaux	ii
Avant-propos	iii
1 Introduction	1
2 Méthode pour représenter et mesurer la couleur des chantiers d'enrobés colorés	3
2.1 Equipements et opérateurs	3
2.1.1 L'odomètre	3
2.1.2 Le cadre de mesure et son utilisation	4
2.1.3 Le spectrophotomètre de type 45°/0° et ses réglages	4
2.1.4 Le formulaire standard	5
2.2 Points d'attention pratiques et travaux préalables	7
2.3 Procédure générale	9
2.4 Inspection visuelle et détection des zones mesurables sur chantiers	10
2.4.1 Inspection visuelle du chantier	10
2.4.2 Détection des zones mesurables sur chantiers	11
2.5 Méthodes pour les routes, les pistes cyclables et les trottoirs	12
2.5.1 Routes, pistes cyclables et trottoirs de petite taille (longueur < 50 m)	13
2.5.2 Routes, pistes cyclables et trottoirs de grande taille (50 m ≤ longueur < 500 m)	13
2.5.3 Routes, pistes cyclables et trottoirs de très grande taille (longueur ≥ 500 m)	14
2.6 Méthodes pour les places	14
2.6.1 Places de petite taille (surface < 2 500 m ²)	14
2.6.2 Places de grande taille (surface ≥ 2 500 m ²)	15
2.7 Traitement et expression des résultats des mesures de couleur réalisées dans les zones mesurables	15
2.8 Rapport d'essai	18
Annexe 1 Formulaire standard	23
Bibliographie	23

Liste des figures

	Illustration de chantiers représentatifs de la gamme de couleurs des producteurs belges	iv
1.1	Influence de l'état du revêtement (a, b), des conditions météorologiques (c) et de la position de l'observateur (d) sur la perception et l'interprétation de la couleur	1
2.1	Illustration d'un odomètre pour mesurer l'étendue du chantier et les distances pour la réalisation des mesures de couleur	3
2.2	Illustration du cadre de mesure en bois d'une surface intérieure de 20 cm sur 20 cm et de la disposition des quatre mesures réalisées «in situ» dans chaque coin du cadre (a) avec le spectrophotomètre de type 45°/0° (b). Une mesure «individuelle» (correspondant à une zone carrée délimitée par le cadre) est définie comme étant la moyenne des quatre points de mesure (c).	4
2.3	Spectrophotomètre de type 45°/0° (a) et espace colorimétrique L*a*b* (b)	5
2.4	Illustration de certains facteurs liés à l'exécution même qui peuvent compliquer voire empêcher les mesures de couleur sur chantier	7
2.5	Illustration de certains facteurs liés aux usagers qui peuvent compliquer voire empêcher les mesures de couleur sur chantier	7
2.7	Illustration de l'influence de l'état du revêtement (sec/humide) sur la perception et les mesures de la couleur	8
2.6	Illustration du changement de teinte de l'enrobé durant son refroidissement (à gauche: 50 °C et à droite: 35 °C)	8
2.8	Illustration de deux sections «dégradées» et contaminées par de la terre avec un niveau de sévérité faible (a) et majeur (b)	11
2.10	Schéma pour les routes, pistes cyclables et trottoirs de grande taille (50 m ≤ longueur < 500 m)	13
2.9	Schéma pour les routes, pistes cyclables et trottoirs de petite taille (longueur < 50 m)	13
2.11	Schéma pour les routes, pistes cyclables et trottoirs de très grande taille (longueur ≥ 500 m)	14
2.12	Schéma pour les places de petites (surface < 2 500 m ²) et grandes tailles (surface ≥ 2 500 m ²) (l = largeur ; L = longueur)	15

Liste des tableaux

2.1	Aperçu des réglages du spectrophotomètre de type 45°/0°	5
2.2	Illustration des résultats des mesures de couleur réalisées sur une piste cyclable (destinée à être rouge, selon le demandeur de l'essai) de grande taille (longueur = 400 m)	17

Avant-propos

Les enrobés colorés se distinguent des enrobés ordinaires «noirs» par leur couleur.

Celle-ci peut être obtenue en utilisant certains composants spécifiques tels que des :

- granulats de couleur;
- pigments;
- liants synthétiques pigmentables.

L'impact de ces matériaux sur la couleur et les performances des enrobés n'est pas négligeable et doit être pris en compte afin d'obtenir des enrobés durables et performants (Piérard et al., 2013).

La qualité de la fabrication en centrale et de la mise en œuvre d'un enrobé bitumineux coloré sont également cruciales car elles influencent non seulement son aspect initial mais également son évolution future et sa durabilité (Centre de recherches routières [CRR], 2018).

La perception de la couleur est une interprétation subjective de certains stimuli et elle varie grandement d'une personne à l'autre. Cette perception dépend de différents facteurs :

- l'état du revêtement;
- les conditions atmosphériques;
- l'observateur et sa position.

Sur chantier, cette subjectivité de la couleur peut mener à de nombreuses discussions entre les différents intervenants impliqués dans l'exécution d'enrobés colorés. Le revêtement bitumineux coloré mis en œuvre peut sembler bordeaux/brun pour une personne et rouge pour une autre.

Afin de proposer une solution à ce problème, le CRR a développé une méthode d'essai plus objective pour représenter et, si possible, mesurer la couleur «in situ» des enrobés colorés directement sur le chantier.

Cette méthode MF 99 comprend :

- une inspection visuelle de la chaussée en ce qui concerne la couleur;
- l'utilisation d'un spectrophotomètre dans les zones mesurables;
- le traitement et l'expression des résultats des mesures de couleur dans les zones mesurables.

La méthode décrite dans ce document pour la cartographie et la mesure de la couleur sur les chantiers d'enrobé coloré a été établie sur la base d'inspections visuelles et d'une analyse des résultats de ces mesures de couleur et a été approuvée par les membres du groupe de travail BAC 6 «Revêtements colorés» du CRR.



Illustration de chantiers représentatifs de la gamme de couleurs des producteurs belges

Cette méthode MF 99 est destinée à représenter la couleur d'un chantier en enrob coloré. Il est important de souligner qu'elle:

- ne conduit pas à un résultat univoque de la couleur de l'ensemble du chantier;
- n'indique pas si la couleur du chantier est conforme ou non.

La méthode de mesure est à considérer comme un outil permettant:

- de représenter l'homogénéité de la couleur du chantier;
- de cartographier les éventuelles sections présentant des hétérogénéités (et/ou des salissures) qui ont un impact sur la couleur;
- d'identifier les zones où des mesures de couleur peuvent être effectuées de manière judicieuse (on parle de zones «mesurables» dans cette méthode d'essai) avec le spectrophotomètre (type 45°/0°) ;
- de mesurer la couleur dans les zones identifiées comme mesurables.

Chapitre 1

Introduction

La coloration d'un revêtement est un élément qui peut efficacement contribuer à renforcer la lisibilité et la visibilité de la voirie. Les revêtements bitumineux colorés sont choisis principalement pour:

- augmenter la sécurité des usagers, et par exemple les guider (les cyclistes, notamment) dans des situations de circulation complexes;
- favoriser l'intégration du revêtement dans l'environnement;
- donner un caractère esthétique particulier à un espace public;
- diminuer la sensation thermique et limiter l'effet d'îlots de chaleur urbains;
- diminuer la consommation électrique des éclairages publics.

On les retrouve essentiellement au niveau des aménagements cyclables, des intersections dangereuses (carrefours, ronds-points, passages pour piétons, etc.) ou dans des espaces publics importants.

La perception et l'interprétation de la couleur sont très subjectives car elles peuvent grandement varier d'un individu à l'autre (Destrée, 2018 & Piérard et al., 2013). Elles dépendent de différents facteurs (figure 1.1):

- l'état du revêtement (sec/humide, propre/sale, texture de surface ouverte/fermée, etc.);
- la source lumineuse (en laboratoire lumière du jour, lumière incandescente, etc.) ou les conditions météorologiques («in-situ»: zone ensoleillée/ombragée, etc.);
- l'observateur (taille, âge, etc.) et sa position (distance entre le revêtement coloré et l'observateur, angle d'observation, etc.).



Figure 1.1 – Influence de l'état du revêtement (a, b), des conditions météorologiques (c) et de la position de l'observateur (d) sur la perception et l'interprétation de la couleur

Le CRR a mis au point une méthode objective et uniforme pour mesurer en laboratoire la couleur des enrobés colorés (MF 90/15) (Denolf, Destrée & Vanelstraete, 2015). Une méthode de classification des couleurs a été établie et quatre classes de couleur ont été définies (rouge, bordeaux/brun, beige et ocre).

A la demande du groupe de travail CRR BAC 6 «Revêtements colorés», le CRR a également mis au point une méthode permettant de représenter la couleur «in situ» des enrobés colorés, directement sur chantier et de la mesurer lorsque cela est possible.

Cette méthode MF 99 comprend:

- une inspection visuelle de la chaussée, en ce qui concerne la couleur principalement;
- l'utilisation d'un spectrophotomètre dans les zones mesurables;
- le traitement et l'expression des résultats des mesures de couleur dans les zones mesurables.

La méthode MF 99 est à considérer comme un outil permettant:

- de représenter l'homogénéité de la couleur du chantier;
- de cartographier les éventuelles sections présentant des hétérogénéités (et/ou des salissures) qui ont un impact sur la couleur;
- d'identifier les zones où des mesures de couleur peuvent être effectuées de manière judicieuse (on parle de zones «mesurables» dans cette méthode d'essai) avec le spectrophotomètre (type 45°/0°);
- de mesurer la couleur dans les zones identifiées comme mesurables.

Dès lors, la méthode MF 99:

- ne conduit pas à un résultat univoque de la couleur de l'ensemble du chantier;
- n'indique pas si la couleur du chantier est conforme ou non.

Chapitre 2

Méthode pour représenter et mesurer la couleur des chantiers d'enrobés colorés

2.1 Equipements et opérateurs

La méthode pour représenter et mesurer la couleur des chantiers d'enrobés colorés nécessite principalement l'utilisation de huit équipements:

- Un **odomètre** (ou «roue métreuse», § 2.1.1) et un **mètre à ruban** pour mesurer les distances.
- Un **cadre de mesure** (§ 2.1.2) pour définir des zones carrées de mesure de la couleur de même surface.
- Un **spectrophotomètre de type 45°/0°** (§ 2.1.3) pour réaliser les mesures de couleur.
- Un **formulaire standard** (§ 2.1.4 et annexe 1) pour consigner:
 - les informations relatives au chantier;
 - les observations lors de l'inspection visuelle et des mesures de couleur.
- Un **appareil photo** utilisé comme support lors de l'inspection visuelle du chantier et des mesures de couleur.
- Une **brosse dure** pour nettoyer le revêtement s'il est légèrement sale (§ 2.2).
- Un **thermomètre infrarouge** pour mesurer la température ambiante et la température du revêtement.

La configuration de certains chantiers nécessite, pour des raisons de sécurité, la présence d'au moins deux opérateurs (par exemple pour les pistes cyclables). L'objectif principal des opérateurs «supplémentaires» est d'assurer la sécurité de l'opérateur «principal», qui effectue des inspections visuelles (générales et détaillées) et des mesures de couleur à l'aide d'un spectrophotomètre. Les tâches des différents opérateurs seront réparties à l'avance en fonction de leur niveau d'expérience avec la méthode MF 99 et des conditions sur les chantiers avec de l'enrobé coloré.

2.1.1 L'odomètre

Pour la réalisation pratique des mesures de couleur «in situ», l'opérateur¹ parcourt à pied le chantier d'enrobé coloré. Il est équipé d'un odomètre (figure 2.1) pour:

- mesurer l'étendue du chantier (longueur ou superficie);
- déterminer les distances auxquelles les mesures de couleur peuvent être réalisées (§§ 2.5 et 2.6).

Figure 2.1 – Illustration d'un odomètre pour mesurer l'étendue du chantier et les distances pour la réalisation des mesures de couleur



¹ La présence d'au moins deux opérateurs est toutefois recommandée pour des raisons ergonomiques.

2.1.2 Le cadre de mesure et son utilisation

Un cadre de mesure en bois, d'une surface intérieure de 20 cm sur 20 cm, est utilisé pour réaliser les mesures de couleur sur les chantiers d'enrobés colorés (figure 2.2a). Ce cadre permet de délimiter des zones carrées de mesure de la couleur de même surface sur le chantier.

Dans chaque zone carrée délimitée par ce cadre, quatre mesures de couleur sont réalisées (une dans chaque coin, figure 2.2a) à l'aide du spectrophotomètre de type 45°/0° (figure 2.2b). Une mesure «individuelle» (correspondant à une zone carrée délimitée par le cadre) est définie comme étant la moyenne de ces quatre points de mesure (2.2c).

Pour les différentes zones, l'opérateur réalise une photo des cadres qui sont positionnés sur le revêtement coloré. Ces photos sont jointes au rapport d'essai (§ 2.8).

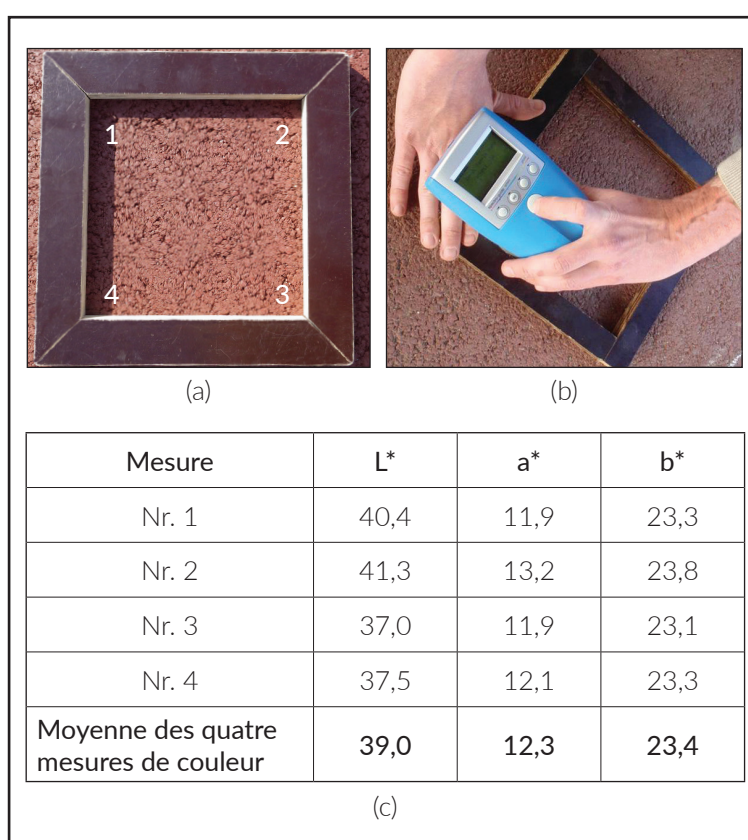


Figure 2.2 – Illustration du cadre de mesure en bois d'une surface intérieure de 20 cm sur 20 cm et de la disposition des quatre mesures réalisées «in situ» dans chaque coin du cadre (a) avec le spectrophotomètre de type 45°/0° (b). Une mesure «individuelle» (correspondant à une zone carrée délimitée par le cadre) est définie comme étant la moyenne des quatre points de mesure (c).

2.1.3 Le spectrophotomètre de type 45°/0° et ses réglages

Le spectrophotomètre de type 45°/0° est un équipement portatif permettant une complète autonomie de déplacement sur le chantier (figures 2.2b et 2.3a). Il peut exprimer la couleur à l'aide des trois coordonnées colorimétriques L*, a* et b* (figure 2.3b):

- La clarté de la couleur, exprimée par L^* , varie entre 0 (sombre) et 100 (clair).
- La chromaticité (ou la couleur) est déterminée par a^* et b^* qui indiquent la direction des couleurs: $+a^*$ va vers le rouge et $-a^*$ vers le vert, $+b^*$ vers le jaune et $-b^*$ vers le bleu. Aucune limite n'est fixée pour les valeurs de a^* et b^* , mais de manière globale, on peut supposer qu'elles varient entre -100 et +100.
- Le centre de la sphère représentée à la figure 2.3b est incolore. La saturation de la couleur augmente à mesure que la valeur absolue de a^* et b^* augmente.

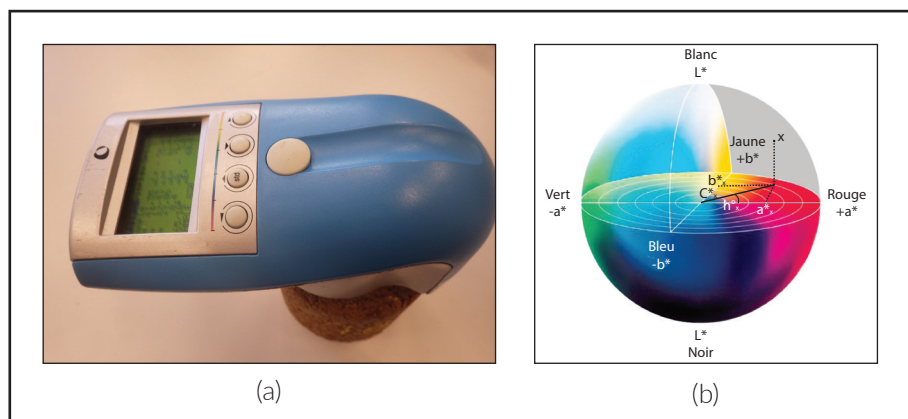


Figure 2.3 – Spectrophotomètre de type $45^\circ/0^\circ$ (a) et espace colorimétrique $L^*a^*b^*$ (b)

Le tableau 2.1 donne un aperçu des réglages du spectrophotomètre de type $45^\circ/0^\circ$.

Géométrie	Fenêtre de mesure	Angle de vue	Illuminant
$45^\circ/0^\circ$	$\geq 8 \text{ mm}$	10°	D65

Tableau 2.1 – Aperçu des réglages du spectrophotomètre de type $45^\circ/0^\circ$

2.1.4 Le formulaire standard

L'opérateur qui réalise l'inspection visuelle (globale et détaillée) des chantiers d'enrobé coloré et les mesures de couleur (avec un spectrophotomètre) peut utiliser le formulaire standard (annexe 1) mis à sa disposition sur le site du CRR (<https://brcc.be/fr/expertise/expertise-aperçu/formulaire-standard-mesures-couleur>).

En appliquant la méthode MF 99, l'opérateur réalise deux types d'inspection visuelle (§ 2.4):

- L'inspection «globale»: elle a pour objectifs de déterminer le type et l'étendue des chantiers d'enrobés colorés et de collecter rapidement et efficacement les informations sur l'état général des revêtements.
- L'inspection «détaillée»: a pour but d'établir l'état du revêtement au droit des zones carrées de mesures de couleur (délimitées par un cadre) et dans les sections qui avoisinent ces zones de mesure. Lors de cette inspection détaillée, l'opérateur se concentrera principalement sur les dégradations qui altèrent visuellement la couleur initiale de l'enrobé.

Le formulaire standard est divisé en trois parties.

1. La première partie comprend:

- une checklist permettant à l'opérateur de s'équiper du matériel nécessaire à l'inspection visuelle et aux mesures de couleur sur le chantier d'enrobé coloré;
- des recommandations pratiques pour réaliser de manière adéquate les mesures de couleur sur le chantier d'enrobé coloré.

2. La seconde partie comporte:

- les caractéristiques du chantier:
 - la localisation;
 - la classe de couleur selon le demandeur de l'essai;
 - le type (routes, pistes cyclables, trottoirs, places, etc.);
 - l'étendue (longueur ou superficie)..

Les deux derniers points sont déterminés par l'opérateur sur base d'une inspection visuelle «globale».

- la description et l'état des lieux général du chantier (sur base d'une inspection visuelle «globale» réalisée par l'opérateur);
- la méthode de mesure à appliquer;
- le type et la marque du spectrophotomètre utilisé;
- la date d'exécution des mesures;
- l'organisme qui réalise les mesures;
- la température ambiante;
- la température en surface du revêtement.

3. La troisième partie est liée:

- aux mesures de couleur mêmes:
 - localisation des mesures: longueur (L) et largeur (l);
 - numéros des données du spectrophotomètre;
 - numéros des photos des cadres de mesure.
- à l'inspection visuelle «détaillée» réalisée par l'opérateur (§ 2.4.1) conjointement aux zones définies pour les mesures de couleur (§ 2.4.2).

Toutes les informations consignées par l'opérateur dans ce formulaire standard sont utilisées pour établir un rapport d'essai complet (§ 2.8) qui combine:

- le résumé de l'inspection visuelle (globale et détaillée, § 2.4.1);
- les résultats des mesures de couleur (exprimées en coordonnées colorimétriques L^* , a^* et b^* selon le § 2.7) réalisées dans les «zones mesurables» (§ 2.4.2) avec le spectrophotomètre.

2.2 Points d'attention pratiques et travaux préalables

Des facteurs liés au chantier même (présence de points singuliers: trapillons, avaloirs, grilles, etc.), à l'exécution du revêtement bitumineux coloré (figure 2.4) ou aux usagers (figure 2.5) peuvent compliquer, voire empêcher, les mesures de couleur sur chantier (exemples: présence de salissures diverses, gommes de pneus, sections mises en œuvre manuellement, changement de couleur de l'enrobé², etc.).



Figure 2.4 – Illustration de certains facteurs liés à l'exécution même qui peuvent compliquer voire empêcher les mesures de couleur sur chantier



Figure 2.5 – Illustration de certains facteurs liés aux usagers qui peuvent compliquer voire empêcher les mesures de couleur sur chantier

² Certains liants synthétiques pigmentables sont sensibles au rayonnement solaire (UV). Cette photosensibilité peut avoir dans certains cas un impact significatif sur la couleur finale de l'enrobé formulé.

Par conséquent, l'application de cette méthode MF 99 doit se faire le plus rapidement possible après la mise en œuvre d'un chantier d'enrobé coloré. Il faut cependant bien garder à l'esprit que l'enrobé doit avoir suffisamment refroidi³ (figure 2.6) pour réaliser les mesures de couleur avec le spectrophotomètre. Idéalement, la température de l'enrobé à mesurer doit se trouver dans la gamme de température d'utilisation du spectrophotomètre qui est préconisée par le fournisseur.



Figure 2.6 – Illustration du changement de teinte de l'enrobé durant son refroidissement (à gauche: 50 °C et à droite: 35 °C)

Le délai idéal pour réaliser ces mesures se situe entre un et trois jours maximum après la pose de l'enrobé coloré. Celui-ci est fonction bien entendu des conditions climatiques car pour réaliser adéquatement les mesures de couleur, il est essentiel que le revêtement soit:

- à une température adaptée au spectrophotomètre;
- sec et propre.

Si le revêtement est humide:

- les mesures de couleur sont biaisées puisque que le revêtement ne présente pas la même couleur qu'un revêtement sec (figure 2.7);
- l'humidité en surface du revêtement peut à terme endommager la cellule de mesure du spectrophotomètre.

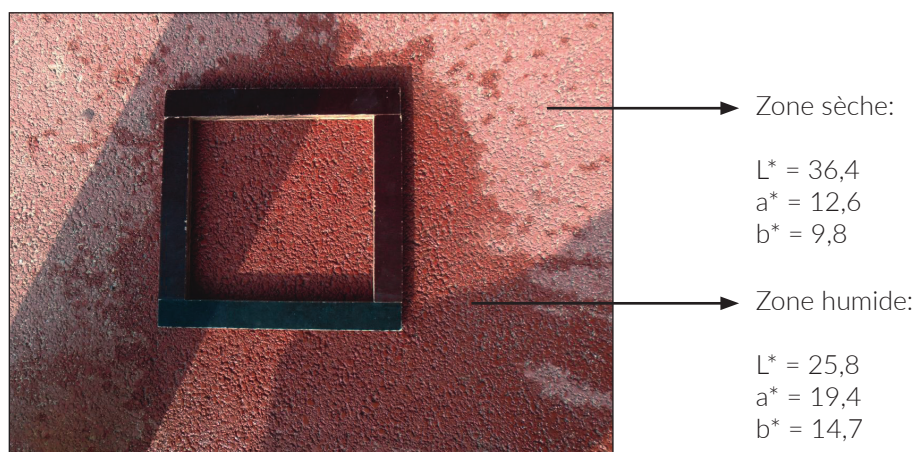


Figure 2.7 – Illustration de l'influence de l'état du revêtement (sec/humide) sur la perception et les mesures de la couleur

³ Certains pigments tels que l'oxyde de fer jaune présentent un changement de couleur réversible aux températures élevées. Il est donc recommandé de n'évaluer le résultat final d'un enrobé coloré qu'après refroidissement complet du revêtement à température ambiante (p. ex. le jour suivant la pose) (Piérard et al., 2013).

La présence de salissures diverses (sable, feuilles, boue, gommes de pneus etc.) sur le revêtement peut également modifier la couleur initiale de l'enrobé coloré (figures 1.1b, 2.4, 2.5):

- Si le revêtement est légèrement sale, un nettoyage de la zone carrée de mesure (délimitée par le cadre, figure 2.2) à la brosse dure est suffisant la plupart du temps pour récupérer la couleur initiale de l'enrobé coloré. Si la saleté ne peut pas être enlevée ou insuffisamment enlevée, la zone ne peut pas être considérée comme une zone mesurable.
- Dans le cas de saletés plus importantes, il faut préférentiellement procéder à un nettoyage humide⁴. La surface nettoyée doit impérativement être sèche avant de réaliser la mesure de couleur.

L'inspection visuelle réalisée par l'opérateur est décrite au § 2.4.1. Elle fait partie intégrante des méthodes de mesure (§§ 2.5 et 2.6). Elle a pour objectifs principaux de collecter efficacement les informations sur l'état des revêtements des chantiers d'enrobés colorés pour:

- évaluer si le revêtement est sec ou humide;
- identifier les éventuels points singuliers (p.ex. trapillons, avaloirs, grilles, etc.);
- répertorier les sections présentant des hétérogénéités et/ou des salissures ;
- identifier les zones mesurables avec le spectrophotomètre (§ 2.4.2);
- etc.

D'un point de vue pratique, c'est l'inspection visuelle (§ 2.4.1) et le type de chantier (§§ 2.5 et 2.6) qui conditionnent:

- La répartition des zones carrées de mesure de la couleur (délimitées par le cadre).
- Le nombre total des zones carrées de mesure de la couleur.
- La réalisation des mesures de couleur (avec le spectrophotomètre) dans les zones où elles peuvent être effectuées de manière judicieuse (zones «mesurables», § 2.4.2).

2.3 Procédure générale

La procédure générale qui est appliquée sur un chantier d'enrobé coloré est composée de cinq étapes principales. Les quatre premières étapes se reposent sur l'inspection visuelle (globale et détaillée, § 2.1.4) réalisée par l'opérateur. La cinquième et dernière étape nécessite l'utilisation du spectrophotomètre.

1. Déterminer la géométrie et l'étendue du chantier.
2. Représenter l'homogénéité visuelle de la couleur du chantier.
3. Cartographier les éventuelles sections présentant des hétérogénéités (et/ou des salissures) qui ont un impact sur la couleur.
4. Identifier les zones où des mesures de couleur peuvent être effectuées de manière judicieuse avec le spectrophotomètre (zones «mesurables»).
5. Réaliser les mesures de couleur avec le spectrophotomètre dans les zones identifiées comme mesurables.

D'un point de vue pratique:

- L'opérateur équipé d'un odomètre (figure 2.1) parcourt à pied le chantier pour:
 - identifier la géométrie (routes, pistes cyclables, trottoirs, places, etc.) et l'étendue (longueur, surface) du revêtement coloré;
 - évaluer l'état des lieux général du chantier (inspection visuelle globale).

⁴ Ce type de nettoyage peut avoir un impact sur la couleur finale de l'enrobé coloré.

Il encode ses observations dans un formulaire standard (§ 2.1.4 et annexe 1).

- Sur base de cette inspection visuelle globale, l'opérateur détermine la méthode de mesure à appliquer (§§ 2.5 et 2.6) et la répartition des zones où des mesures de couleur peuvent être effectuées avec le spectrophotomètre (figure 2.2b). Pour rappel, ces zones sont délimitées par un cadre de mesure d'une surface intérieure de 20 cm sur 20 cm (figure 2.2a).
- L'opérateur inspecte visuellement (§ 2.4.1) les différentes zones carrées (délimitées par le cadre) et identifie si les mesures de couleur peuvent être exécutées de manière judicieuse avec le spectrophotomètre (zones «mesurables», § 2.4.2).
- Si le cadre de mesure se trouve dans une zone «non mesurable» (par exemple dans les joints, les zones posées manuellement, les zones contaminées, au droit de points singuliers, etc.), l'opérateur peut déplacer le cadre de mesure (dans la mesure du possible) dans le sens de la longueur et à même largeur au maximum de la distance indiquée au § 2.4.2. Si le déplacement du cadre de mesure n'est pas possible (par exemple, si ce déplacement se situe à nouveau dans une des zones précitées), l'opérateur passe à la zone de mesure suivante. L'opérateur consigne ses observations dans le formulaire standard (§ 2.1.4 et annexe 1). Il y indique pourquoi la mesure est déplacée ou n'est pas exécutée (§ 2.4.1).
- Toutes les informations consignées dans le formulaire standard sont utilisées pour établir un rapport d'essai complet qui combine:
 - le résumé de l'inspection visuelle (globale et détaillée, § 2.4.1);
 - les résultats des mesures de couleur (exprimées en coordonnées colorimétriques L^* , a^* et b^* selon le § 2.7) réalisées dans les «zones mesurables» (§ 2.4.2) avec le spectrophotomètre.

2.4 Inspection visuelle et détection des zones mesurables sur chantiers

2.4.1 Inspection visuelle du chantier

L'inspection visuelle (globale et détaillée) du chantier réalisée par l'opérateur fait partie intégrante des méthodes de mesure (§§ 2.5 et 2.6) pour:

- déterminer la géométrie et l'étendue du chantier;
- représenter l'homogénéité visuelle de la couleur du chantier;
- cartographier les éventuelles sections présentant des hétérogénéités (et/ou des salissures) qui ont un impact sur la couleur;
- identifier les zones où des mesures de couleur peuvent être effectuées de manière judicieuse avec le spectrophotomètre (zones «mesurables»).

Les deux premières étapes se reposent sur l'inspection visuelle «globale» et les deux suivantes sur l'inspection visuelle «détaillée».

L'inspection visuelle se concentre principalement sur les « dégradations » qui altèrent visuellement la couleur initiale du revêtement. Ces « dégradations » sont par exemple des contaminations par de la boue, des poussières, de la gomme de pneumatiques, des traces de couche de collage, etc. (figures 2.4 et 2.5).

Les dégradations qui n'ont pas d'impact sur la couleur telles que les fissurations, les déformations de la surface (p.ex. ornière, affaissement, bourrelet, etc.), les défauts de l'enrobé et la perte du revêtement (désenrobage, plumage, ressuage, etc.) ne sont pas pris en compte lors de l'inspection visuelle.

Chaque section «dégradée» observée fait l'objet d'une photo (la plus représentative possible) et d'une description comprenant les trois éléments suivants.

1. Une **description**: la dégradation dans la section est décrite de manière succincte et illustrée à l'aide d'une photo.
2. Le **niveau de sévérité**: la dégradation de la couleur du revêtement est caractérisée via trois niveaux de sévérité: faible, moyen, majeur.
3. L'**étendue**: la surface de la dégradation de la couleur du revêtement est estimée en m². Elle permet d'évaluer si les contaminations sont localisées ou généralisées.

L'opérateur encode ses observations visuelles dans la troisième partie du formulaire standard prévue à cet effet (§ 2.1.4 et annexe 1). Un résumé de cette inspection visuelle et les photos associées sont intégrés dans le rapport d'essai (§ 2.8).

L'exemple de la figure 2.8 illustre la démarche à suivre pour réaliser de manière adéquate l'inspection visuelle d'un revêtement coloré qui fait l'objet des mesures de couleur.



Figure 2.8 – Illustration de deux sections «dégradées» et contaminées par de la terre avec un niveau de sévérité faible (a) et majeur (b)

L'opérateur prend une photo représentative de la section dégradée (figure 2.8). Ensuite, il décrit la situation selon les trois éléments précités et il intègre ceux-ci dans la troisième partie du formulaire standard:

- **Description**: la surface du revêtement coloré est recouverte de terre.
- **Niveau de sévérité**: l'accumulation de terre en surface du revêtement est considérée comme «faible» dans le cas de la figure 2.8a et «sévère» pour le cas illustré à la figure 2.8b.
- **Etendue**: la surface du revêtement contaminée représente une superficie approximative de 6 m² pour les deux cas de figure illustrés à la figure 2.8.

2.4.2 Détection des zones mesurables sur chantiers

Comme explicité au § 2, l'exécution du revêtement bitumineux coloré (figure 2.4), le comportement des usagers (figure 2.5) ou la présence de points singuliers peuvent compliquer, voire empêcher, les mesures de couleur avec le spectrophotomètre sur chantier.

L'inspection visuelle réalisée par l'opérateur (§ 2.4.1) a pour objectif principal d'identifier des zones «mesurables», c'est-à-dire les zones où les mesures de couleur réalisées avec le spectrophotomètre peuvent être effectuées de manière judicieuse.

D'un point de vue pratique, ces mesures de couleur ne sont pas exécutables dans les zones suivantes:

- les joints;
- les zones posées manuellement⁵;
- les zones contaminées (salissures diverses, gomme de pneumatiques, etc.);
- au droit des points singuliers⁶ (trapillons, avaloirs, grilles, poteaux, etc.).

En appliquant les méthodes de mesure décrites aux §§ 2.5 et 2.6, si l'opérateur constate lors de son inspection visuelle que le cadre de mesure se trouve dans une des zones précitées, et qu'il n'est par conséquent pas représentatif, il le déplace (dans la mesure du possible) dans le sens de la longueur (L) et à même largeur, au maximum:

- pour les routes, pistes cyclables et trottoirs⁷ de:
 - petite taille: de L/10 m;
 - grande taille: de 5 m;
 - très grande taille: de 10 m;
- pour les places de:
 - petite taille: de L/10 m;
 - grande taille⁸: de L/10 m.

Si le déplacement du cadre de mesure n'est pas possible (par exemple, si ce déplacement se situe à nouveau dans une zone «contaminée»), on passe à la mesure suivante. L'opérateur consigne dans la troisième partie du formulaire standard (§ 2.1.4) pourquoi la mesure est déplacée ou n'est pas réalisée.

Dans le cas de sections très «dégradées», il est possible qu'une surface assez grande ne puisse être mesurée. Dans ce cas, cela doit également être clairement indiqué dans le formulaire standard.

2.5 Méthodes pour les routes, les pistes cyclables et les trottoirs⁷

La méthode:

- comprend une inspection visuelle (§ 2.4.1) et la détection des zones «mesurables» (§ 2.4.2);
- est fonction de l'étendue des routes, des pistes cyclables et des trottoirs qui font l'objet d'une mesure de couleur. Une distinction est faite entre les chantiers de:
 - petite taille : longueur < 50 m (§ 2.5.1) ;
 - grande taille : 50 m ≤ longueur < 500 m (§ 2.5.2);
 - très grande taille : longueur ≥ 500 mètres (§ 2.5.3).

⁵ Les zones mises en œuvre manuellement peuvent présenter une texture de surface différente par rapport aux zones compactées par le finisseur et un compacteur. Elles présentent généralement une texture superficielle plus ouverte qui peut avoir un impact sur la couleur finale de l'enrobé coloré (figure 2.4).

⁶ Les zones à ne pas revêtir (trapillons, avaloirs, etc.) doivent être masquées/protégées avec un support adapté. Dans certains cas, le support choisi peut contaminer la surface de l'enrobé coloré jouxtant ces «éléments localisés» et avoir un impact négatif sur sa couleur (figure 2.4).

⁷ La méthode est également applicable sur les rues cyclables et les suggestions de pistes cyclables.

⁸ Dans ce cas-ci, la longueur L correspond à la longueur des différentes parties de la place qui a été subdivisée.

2.5.1 Routes, pistes cyclables et trottoirs de petite taille (longueur < 50 m)

La figure 2.9 illustre la méthode appliquée pour les routes, pistes cyclables et trottoirs de petite taille:

- la longueur du tronçon (L) est déterminée à l'aide de l'odomètre (figure 2.1);
- à l'aide d'un cadre de mesure (figure 2.2a), cinq zones carrées sont déterminées et réparties sur toute la largeur à différents points dans le sens de la longueur;
- La première mesure a lieu à une distance de $L/5$ m du point de départ du chantier (0 m). Pour les mesures réalisées aux abords mêmes du revêtement (cadres n° 1 et n° 5 de la figure 2.9), les cadres sont positionnés à environ 15 cm du bord extérieur;
- dans chaque zone carrée délimitée par ce cadre, quatre mesures de couleur sont réalisées (une dans chaque coin).

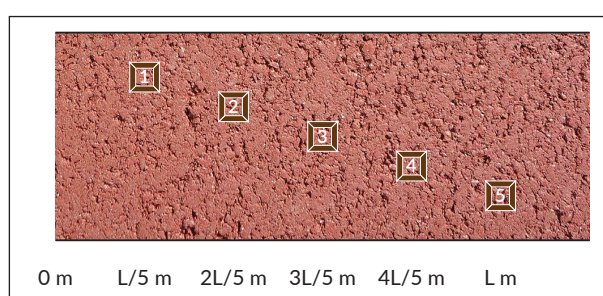


Figure 2.9 – Schéma pour les routes, pistes cyclables et trottoirs de petite taille (longueur < 50 m)

2.5.2 Routes, pistes cyclables et trottoirs de grande taille ($50 \text{ m} \leq \text{longueur} < 500 \text{ m}$)

La figure 2.10 illustre la méthode appliquée pour les routes, pistes cyclables et trottoirs de grande taille:

- la longueur du tronçon (L) est déterminée à l'aide de l'odomètre (figure 2.1);
- à l'aide d'un cadre de mesure (figure 2.2a), dix zones carrées sont déterminées et réparties sur toute la largeur à différents points dans le sens de la longueur;
- La première mesure a lieu à une distance de $(L/10)/2$ m du point de départ du chantier (0 m). Pour les mesures réalisées aux abords mêmes du revêtement (cadres n°1, n°5, n°6 et n°10 de la figure 2.10), les cadres susmentionnés sont positionnés à environ 15 cm du bord extérieur;
- dans chaque zone carrée délimitée par ce cadre, quatre mesures de couleur sont réalisées (une dans chaque coin).

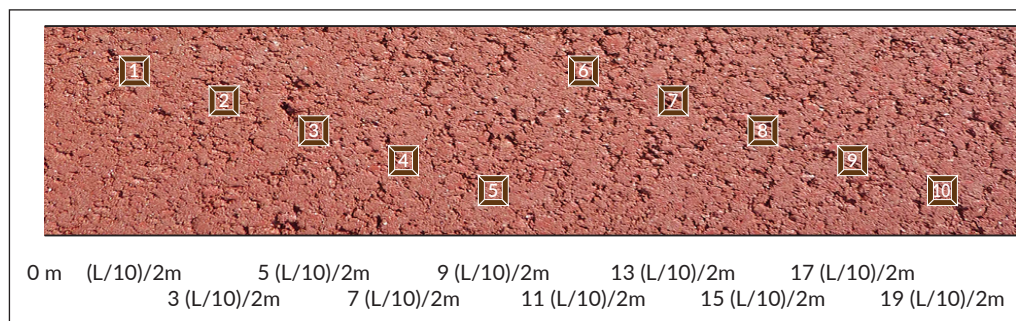


Figure 2.10 – Schéma pour les routes, pistes cyclables et trottoirs de grande taille ($50 \text{ m} \leq \text{longueur} < 500 \text{ m}$)

2.5.3 Routes, pistes cyclables et trottoirs de très grande taille (longueur ≥ 500 m)

La figure 2.11 illustre la méthode appliquée pour les routes, pistes cyclables et trottoirs de très grande taille:

- la longueur du tronçon (L) est déterminée à l'aide de l'odomètre (figure 2.1);
- tous les 50 m, à l'aide d'un cadre de mesure (figure 2.2a), des zones carrées sont déterminées et réparties sur toute la largeur. La première mesure a lieu à une distance de 50 m du point de départ du chantier (0 m). Pour les mesures réalisées aux abords mêmes du revêtement (cadres n° 1, n° 5, n° 6 et n° 10 de la figure 2.11), les cadres susmentionnés sont positionnés à environ 15 cm du bord extérieur;
- dans chaque zone carrée délimitée par ce cadre, quatre mesures de couleur sont réalisées (une dans chaque coin).

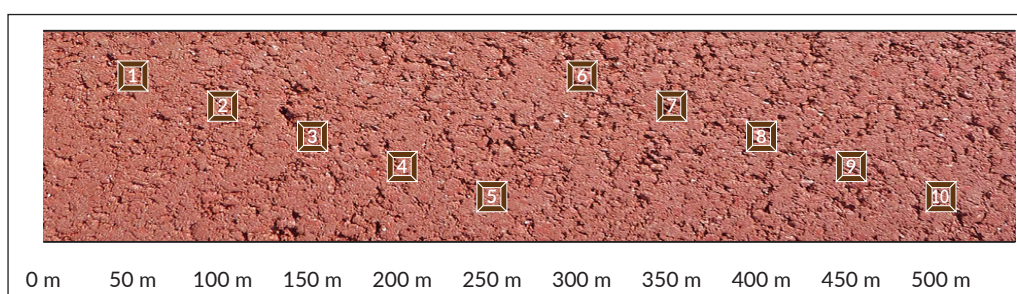


Figure 2.11 – Schéma pour les routes, pistes cyclables et trottoirs de très grande taille (longueur ≥ 500 m)

2.6 Méthodes pour les places

La méthode:

- comprend une inspection visuelle (§ 2.4.1) et la détection des zones «mesurables» (§ 2.4.2);
- est fonction de la superficie des places qui font l'objet d'une mesure de couleur.

Une distinction est faite entre les places de:

- petite taille: surface $< 2\,500$ m² (§ 2.6.1);
- grande taille: surface $\geq 2\,500$ m² (§ 2.6.2).

2.6.1 Places de petite taille (surface $< 2\,500$ m²)

La figure 2.12 illustre la méthode appliquée pour les places de petite taille:

- la surface de la section ($S = l \cdot L$; avec l = largeur et L = longueur) est déterminée à l'aide de l'odomètre (figure 2.1);
- à l'aide d'un cadre de mesure (figure 2.2a), cinq zones carrées de même dimension sont déterminées et réparties sur la place;
- dans chaque zone carrée délimitée par ce cadre, quatre mesures de couleur sont réalisées (une dans chaque coin).

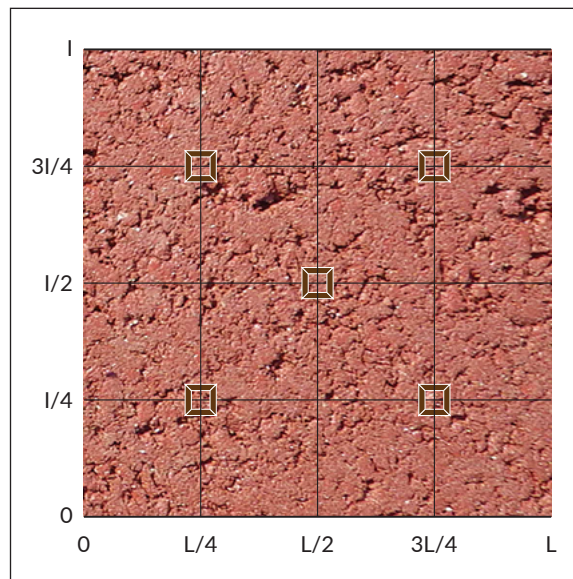


Figure 2.12 – Schéma pour les places de petites (surface < 2 500 m²) et grandes tailles (surface ≥ 2 500 m²) (l = largeur ; L = longueur)

2.6.2 Places de grande taille (surface ≥ 2 500 m²)

Pour les places de grande taille:

- à l'aide de l'odomètre (figure 2.1), on détermine la surface totale de la place, S, et on la divise par 2 500 m². La valeur obtenue, x, est ensuite arrondie jusqu'à un nombre naturel, n, qui indique en combien de parties la place doit être subdivisée. Ces parties ont toutes une superficie fortement similaire;
- sur chaque partie, à l'aide d'un cadre de mesure (figure 2.2a), cinq zones carrées de même dimension sont déterminées et réparties sur la place (figure 2.12);
- dans chaque zone carrée délimitée par ce cadre, quatre mesures de couleur sont réalisées (une dans chaque coin).

2.7 Traitement et expression des résultats des mesures de couleur réalisées dans les zones mesurables

L'exemple du tableau 2.2 illustre la démarche à suivre pour traiter et exprimer de manière adéquate les résultats des mesures de couleur réalisées avec le spectrophotomètre dans les zones «mesurables» d'un chantier d'enrobé coloré.

Il s'agit dans cet exemple d'une piste cyclable (destinée à être rouge, selon le demandeur de l'essai) de grande taille (longueur = 400 m).

Conformément à la méthode décrite au § 2.5.2 (pour les pistes cyclables de grande taille), dix zones carrées (délimitées par un cadre) sont définies et réparties sur toute la largeur et à différents points dans le sens de la longueur de la piste cyclable (figure 2.10).

La répartition des zones de mesure ayant été déterminée, l'opérateur:

- inspecte visuellement (§ 2.4.1) les dix zones carrées à mesurer (délimitées par un cadre);
- identifie si les mesures de couleur peuvent être effectuées de manière judicieuse avec le spectrophotomètre dans ces dix zones (§ 2.4.2).

Dans cet exemple, sur base de l'inspection visuelle «détaillée» réalisée par l'opérateur:

- Le cadre de mesure pour la zone N° 2 a été déplacé de 1 m car à la distance prévue dans la figure 2.10, le cadre de mesure tombait au droit d'un trapillon (*conformément au § 2.4.2, il s'agit d'un point singulier considéré comme une zone dans laquelle on ne peut pas réaliser de mesure*). Ce déplacement doit être intégré dans la case description du tableau 2.2.
- Les mesures de couleur dans les zones carrées N° 5 et N° 8 n'ont pas pu être exécutées car l'enrobé coloré était couvert de terre (il s'agit de deux zones considérées comme «non mesurables»). Une description succincte de la dégradation du revêtement, du niveau de sévérité et de l'étendue de la contamination sont intégrés dans le tableau 2.2 (conformément au § 2.4.1). Les figures 2.8a et 2.8b illustrent l'état contaminé du revêtement.

Sur les dix zones carrées (délimitées par un cadre) définies par la méthode décrite au § 2.5.2, seuls huit zones sont mesurables. La couleur de ces huit zones mesurables, exprimée à l'aide des trois coordonnées colorimétriques (L^* , a^* et b^*), est résumée dans le tableau 2.2. Ces coordonnées colorimétriques sont des grandeurs sans dimensions qui doivent être exprimées avec une décimale.

Pour chaque zone mesurable, il est possible de calculer une différence de couleur (à l'aide de la formule du ΔE_{CMC} (Denolf et al., 2015)) par rapport à un standard établi pour quatre classes de couleur (rouge, bordeaux/brun, beige et ocre), et de voir si cette différence de couleur correspond ou non aux différences de couleur maximales définies pour ces quatre classes de couleur ($\Delta E_{CMC, max}$, tableau 2.2).

S'il s'agit d'un chantier d'enrobé coloré destiné selon le demandeur d'essai à être:

- rouge ou bordeaux/brun: la différence de couleur (ΔE_{CMC} , (Denolf et al., 2015)) est calculée uniquement pour les classes des rouges et des bordeaux/bruns;
- beige ou ocre: la différence de couleur (ΔE_{CMC} , (Denolf et al., 2015)) est calculée uniquement pour les classes des beiges et des ocres.

Le CRR a développé une application dans laquelle les coordonnées colorimétriques (L^* , a^* et b^*) des différentes zones mesurables du revêtement coloré analysé peuvent être introduites ; et qui indique automatiquement à quelle classe de couleur elle correspond (Denolf et al., 2015). Cette application est disponible sur <http://colourasphalt.brc.be>.

En pratique, si la valeur numérique du ΔE_{CMC} de la zone mesurable sur le chantier est:

- inférieure ou égale à la valeur numérique du $\Delta E_{CMC, max}$: la zone mesurable correspond à la classe de couleur;
- supérieure à la valeur numérique du $\Delta E_{CMC, max}$: la zone mesurable ne correspond pas à la classe de couleur.

Les valeurs de ΔE_{CMC} sont calculées pour les huit zones mesurables et pour les deux classes de couleur (rouge, bordeaux/brun). Le nombre de zones mesurables qui entrent dans la définition des deux classes sont calculées et exprimées en pourcentage.

Zones de mesure ¹⁾	Localisation des zones de mesure		L*	a*	b*	ΔE_{CMC} Différence de couleur des zones de mesure par rapport au standard des deux classes de couleur		Inspection visuelle ³⁾		
	Longueur-L (m)	Largeur-l (m)				Rouge ($\Delta E_{CMC, \max} = 4,0$)	Bordeaux/brun ($\Delta E_{CMC, \max} = 4,0$)	Description	Niveau de sévérité	Etendue (m ²)
1	20	0,15	31,5	13,6	9,8	2,9	7,3			
2	61	1,30	29,2	13,8	8,5	2,9	6,0	Déplacement du cadre de mesure de 1 m car à 60 m il y a la présence d'un trapillon	---	---
3	100	2,45	30,2	12,9	11,8	4,1	7,7			
4	140	3,60	32,7	12,7	10,5	4,0	7,9			
5	180	4,75	31,8	12,7	8,9	3,5	6,7	La surface du revêtement coloré est recouverte de terre (figure 2.7a)	faible	6
6	220	0,15	29,8	15,8	8,9	2,1	7,8			
7	260	1,30	31,9	14,2	11,0	2,9	8,3			
8	300	2,45	29,4	15,0	10,6	1,7	7,6	La surface du revêtement coloré est recouverte de terre (figure 2.7b)	sévère	6
9	340	3,60	32,4	16,1	10,6	1,9	9,4			
10	380	4,75	32,5	14,0	11,0	3,2	8,5			
Pourcentage des zones mesurables qui correspondent aux deux classes de couleur ²⁾						88 %	0 %			

¹⁾ Nous nous référons au rapport d'essai (§ 2.8) pour une description et une illustration plus détaillée de l'inspection visuelle qui a été réalisée conjointement aux mesures de couleur exécutées sur le chantier d'enrobé coloré.

²⁾ Calculer le pourcentage des zones mesurables qui correspondent aux classes de couleur en prenant bien en compte le nombre total des zones qui ont été mesurables. Dans l'exemple du tableau 2.2, le nombre total de zones mesurables est égal à 8.

³⁾ Conformément au § 2.4.1 Inspection visuelle du chantier.

Tableau 2.2 – Illustration des résultats des mesures de couleur réalisées sur une piste cyclable (destinée à être rouge, selon le demandeur de l'essai) de grande taille (longueur = 400 m)

2.8 Rapport d'essai

Le rapport d'essai doit au moins contenir les informations suivantes:

- Toutes les informations consignées par l'opérateur dans le formulaire standard (§ 2.1.4 et annexe 1).
- Le résumé de l'inspection visuelle (globale et détaillée) et les photos prises pour l'illustrer (§§ 2.4.1 et 2.4.2).
- Un tableau reprenant (tableau 2.2):
 - La localisation des zones de mesures (longueur et largeur). Si les cadres de mesure ont été déplacés (§ 2.4.2), l'information doit également se retrouver dans la case description.
 - Les coordonnées colorimétriques L^* , a^* et b^* des différentes zones mesurables.
 - Les valeurs de ΔE_{CMC} ⁹ déterminées à l'aide de l'application CRR (<http://coloursphalt.brrc.be/>) pour les différentes zones mesurables.
 - Les pourcentages des zones mesurables qui correspondent aux deux classes de couleur pertinentes par rapport à la classe de couleur indiquée par le demandeur de l'essai⁹.
 - Une description succincte des zones non mesurables en y intégrant le niveau de sévérité et l'étendue de la dégradation (conformément aux §§ 2.4.1 et 2.4.2).
- Les photos des cadres qui sont positionnés sur le revêtement coloré (dans les zones mesurables) lors des mesures de couleur.

⁹ S'il s'agit d'un chantier d'enrobé coloré destiné selon le demandeur d'essai à être:

- rouge ou bordeaux/brun : la différence de couleur (ΔE_{CMC}) est calculée uniquement pour les classes des rouges et des bordeaux/bruns;
- beige ou ocre: la différence de couleur (ΔE_{CMC}) est calculée uniquement pour les classes des beiges et des ocres.



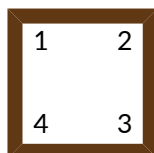
FORMULAIRE STANDARD: METHODE POUR REPRESENTER ET MESURER LA COULEUR DES CHANTIERS D'ENROBES COLORES (MF 99)

CHECKLIST

- | | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Veste de sécurité | <input type="checkbox"/> Odomètre et mètre à ruban |
| <input type="checkbox"/> Formulaire de mesure | <input type="checkbox"/> Appareil photo chargé et batterie de secours chargée |
| <input type="checkbox"/> Spectrophotomètre | <input type="checkbox"/> Thermomètre infrarouge |
| <input type="checkbox"/> Cadre de mesure (20*20 cm) | <input type="checkbox"/> Brosse dure |

RECOMMANDATIONS PRATIQUES

- ① Vérifier que le spectrophotomètre est bien chargé, étalonné (via le fournisseur), calibré (par l'opérateur) et que la mémoire n'est pas pleine
- ② Vérifier les caractéristiques du spectrophotomètre (illuminant: D65, angle de vue: 10°, espace colorimétrique: CIELab)
- ③ Pour mesurer la couleur du revêtement bitumineux, il est important que sa surface soit sèche et propre
- ④ Il convient de respecter la température d'utilisation du spectrophotomètre qui est préconisée par le fournisseur
- ⑤ Les mesures de couleur ne seront réalisées ni dans les joints, ni dans les zones posées manuellement, ni au droit des points singuliers (avaloirs, poteaux, grilles, chambres de visite, etc.)
- ⑥ Si aucune signalisation n'est prévue, les mesures de couleur seront réalisées dans le sens inverse de la circulation pour des chantiers de type route, piste cyclable, trottoir, suggestion de piste cyclable, etc.
- ⑦ Une mesure de couleur est définie comme la moyenne des quatre points de mesures réalisés dans chaque coin du cadre de mesure, comme illustré ci-dessous



- ⑧ Lors des mesures de couleur, assurez-vous que le spectrophotomètre soit bien stable sur le revêtement à mesurer



Méthode:
Localisation du chantier:
Type de chantier:
Nombre de mesures de couleur:
Classe de couleur selon le demandeur de l'essai:
Numéro de dossier:

Température revêtement: °C
Température ambiante: °C

Date de mesure:
Spectrophotomètre:
Organisme:

Schématisation du chantier (facultatif):

Largeur (l)



Longueur (L)

Description et état des lieux général du chantier (inspection visuelle «globale»)



Zones de mesure	Localisation des zones de mesure		Numéros données spectro-photomètre	Numéro photo cadre de mesure	Inspection visuelle «détaillée»			
	Longueur-L (m)	Largeur-l (m)			Description	Numéro photo	Niveau de sévérité	Etendue (m ²)
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								



Bibliographie

- Centre de recherches routières (CRR). (2018). *Code de bonne pratique pour la mise en œuvre des revêtements bitumineux* (Recommandations CRR No R 96). Bruxelles: Auteur.
- Denolf, K., Destrée, A. & Vanelstraete, A. (2015). *Méthode de mesure de la couleur des revêtements bitumineux colorés: Détermination sur des carottes bitumineuses* (Mode opératoire CRR No MF 90/15). Bruxelles: Centre de recherches routières (CRR).
- Destrée, A. (2018). Formulation et mise en œuvre des revêtements bitumineux colorés. *Revue générale des routes et de l'aménagement (RGRA)*, (958), 64-71.
- Piérard, N., Brichant, P.-P., Denolf, K., Destrée, A., De Visscher, J., Vanelstraete, A. & Vansteenkiste, S. (2013). *Les enrobés bitumineux colorés: Recommandations pratiques pour le choix des matériaux, la conception et la mise en œuvre: Détermination objective de leur couleur* (Dossier CRR No 17, annexe au Bulletin CRR 97). Bruxelles: Centre de recherches routières (CRR).

Les membres ressortissants et adhérents reçoivent gratuitement les publications CRR. Cette publication est disponible uniquement dans une version électronique.

Plus d'informations:

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

Pour commander cette publication:

publication@brrc.be – Tél.: +32 (0)2 766 03 26




Référence: MF 99 – Prix: 10,00 € (Hors TVA de 6 %)

Autres publications dans la série «Méthode de mesure»

Les méthodes de mesure sont élaborées en cours de recherche et sont basées sur les résultats d'essais en laboratoire et au travail. Ils constituent un instrument important pour le contrôle de la qualité dans la construction routière.

Référence	Titre	Prix
MF 94	Systèmes de gestion des réseaux routiers secondaires et locaux – La systématique du CRR	18,00 €
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 89/15	Inspection visuelle pour la gestion du réseau routier + Annexe (Description et encodage des dégradations)	20,00 €
MF 87/13	Mesure continue de l'ovalisation des canalisations thermoplastiques 5,00 €	
MF 86/13 rév.1	Contrôle continu des déformations de conduites thermoplastiques pour réseau d'égout au moyen du BRRC-Defco-Test	10,00 €
ME 85/13	Bitumen analysis by FTIR spectrometry: testing and analysis protocol (enkel in het Engels beschikbaar)	10,00 €

Autres séries CRR

-  Recommandations
-  Compte rendu 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.crr.be

La perception de la couleur est une interprétation subjective de certains stimuli et elle varie grandement d'une personne à l'autre. Cette perception dépend de différents facteurs tels que l'état du revêtement, les conditions atmosphériques et l'observateur et sa position.

Sur chantier, cette subjectivité de la couleur peut mener à de nombreuses discussions entre les différents intervenants impliqués dans l'exécution d'enrobés colorés. Le revêtement bitumineux coloré mis en œuvre peut sembler bordeaux/brun pour une personne et rouge pour une autre.

Afin de proposer une solution à ce problème, le CRR a mis au point une méthode d'essai plus objective pour cartographier la couleur «in situ» des enrobés bitumineux colorés directement sur le chantier et la mesurer lorsque cela est possible.

Cette méthode MF 99 comprend:

- une inspection visuelle de la chaussée en termes de couleur;
- l'utilisation d'un spectrophotomètre dans les zones mesurables;
- le traitement et l'expression des résultats des mesures de couleur dans les zones mesurables.

Cette méthode est destinée à représenter la couleur d'un chantier en enrobé coloré. Il est important de souligner qu'elle:

- ne conduit pas à un résultat univoque de la couleur de l'ensemble du chantier;
- n'indique pas si la couleur du chantier est conforme ou non.

La méthode est à considérer comme un outil permettant:

- de représenter l'homogénéité de la couleur du chantier;
- de cartographier les éventuelles sections présentant des hétérogénéités (et/ou des salissures) qui ont un impact sur la couleur;
- d'identifier les zones où des mesures de couleur peuvent être effectuées de manière judicieuse (on parle de zones «mesurables» dans cette méthode d'essai) avec le spectrophotomètre (type 45°/0°);
- de mesurer la couleur dans les zones identifiées comme mesurables.

Cette méthode n'aurait pas vu voir le jour sans la collaboration proactive des membres du groupe de travail CRR BAC 6 «Revêtements colorés» et des collaborateurs de la division Chaussées asphaltiques, autres applications bitumineuses et chimie du CRR. Nous les remercions chaleureusement!

Mots-clés ITRD

3628 – CHANTIER ; 3674 – EQUIPEMENT ; 3857 – CONDITION D'INSPECTION ; 4963 – BITUME ;
6136 – MESURE ; 6226 – IN SITU ; 6784 – COULEUR ; 9102 – METHODE.