



Centre de recherches routières
Votre partenaire pour des routes durables

Bulletin CRR

120

AGENDA

Demi-journée d'étude CRR

Fraisage 3D

Vendredi 25 octobre 2019 - CRR, Sterrebeek

Empruntez l'autoroute du numérique et visitez *Digital Construction Brussels 2019!*

Mercredi 23 et jeudi 24 octobre 2019 –

Tour & Taxis, Bruxelles

Nous serons de la partie!

Demi-journée d'étude CRR

Revêtements en dalles, dalles de grand format et en dalles préfabriquées en béton

Jeudi 7 novembre 2019 –

CRR, Sterrebeek

Demi-journée d'étude CRR

Le noir n'est pas une fatalité!

Tout ce que vous avez toujours voulu savoir sur les enrobés colorés ...

Mardi 3 décembre 2019 - CRR, Sterrebeek

Formation hivernale CRR Routes durables

Entretien et réparations

Jeudi 23 janvier – mardi 24 mars 2020 –

CRR, Sterrebeek

BRAc News

2

La nouvelle version de l'EN 12767 modifie les mentions sur les équipements de sécurité passive

7

Des matériaux de qualité pour les revêtements routiers en pierre naturelle: résultats du projet de recherche PREMANAT

10

ABR News

16

In memoriam

16



Bulletin CRR

120



www.linkedin.com/company/brrc



www.youtube.com/c/BrrcBe



BRAC News

La Belgian Road Academy est là pour vous!

La *Belgian Road Academy* (BRAC) est là pour vous, vos collègues ou vos collaborateurs afin de vous offrir des formations qui répondent le mieux à vos besoins et à vos attentes.

Dans le présent Bulletin CRR, vous en apprendrez plus sur notre formation hivernale (p. 4) ainsi que sur les demi-journées d'étude consacrée au fraisage 3D (p. 4), aux dalles de grand format et aux dalles de béton préfabriquées (p. 5) et aux enrobés colorés (p. 6). Nous avons précédemment annoncé nos formations concernant l'inspection visuelle (voir l'agenda sur cette page).

Après les éditions flamandes de nos workshops pour les collaborateurs des services techniques des communes, provinces et intercommunales, nous en organisons cet automne en Wallonie:

Centre de recherches routières

Votre partenaire pour des routes durables

- le mardi 8 octobre 2019 à Jambes pour la province de Namur;
- le jeudi 14 novembre 2019 à Mons pour la province du Hainaut;
- le jeudi 28 novembre 2019 à Liège pour la province de Liège;
- le jeudi 12 décembre 2019 à Wavre pour la province du Brabant wallon.

Les workshops sont donnés en français.
Toutes les communes sont invitées.

Participation aux frais: 125,00 € / participant.

Nos conseillers répondront à vos questions, et les questions et réponses des chefs de chantier d'autres villes, communes et provinces peuvent également vous fournir des renseignements intéressants et utiles.

Vous travaillez pour une commune ou une province et souhaitez recevoir une invitation personnelle? Vous êtes chef de chantier pour une administration routière, un bureau d'études ou un entrepreneur et vous êtes également intéressé? Faites-le nous savoir et envoyez-nous un e-mail à training@brrc.be!

Agenda

Venez voir notre stand!

17 octobre 2019

Concrete Day
Bruxelles
www.gbb-bbg.be/concrete-day-2019

23-24 octobre 2019

Digital Construction Brussels
Bruxelles
<http://digitalconstructionbrussels.be>

18, 19, 20 et 22 novembre 2019

Formation CRR Inspection visuelle des réseaux de voiries
Wavre
www.brrc.be/fr/brac

5, 6 et 12 novembre 2019

Formation CRR Inspection visuelle des égouts
Sterrebeek
www.brrc.be/fr/brac

Découvrez notre offre de formations dans le catalogue en ligne www.brrc.be/fr/brac ou envoyez votre demande de formation spécifique à training@brrc.be

Empruntez l'autoroute du numérique et visitez *Digital Construction Brussels 2019!* Mercredi 23 et jeudi 24 octobre 2019 – Tour & Taxis, Bruxelles Nous serons de la partie!

Avec et pour les professionnels de la route, le CRR s'engage depuis plus de soixante-cinq ans pour l'innovation et le progrès technologique dans ce secteur. Notre position privilégiée dans le secteur nous permet de faciliter les contacts et le partage des connaissances entre professionnels. C'est pourquoi nous participons en tant que partenaire de cet événement.

Votre entreprise de construction routière emprunte-t-elle déjà l'autoroute du numérique? Vous avez participé au Digi-Barometer? Vous n'en avez pas encore eu l'occasion ou le message vous a échappé?

Venez dans tous les cas à **notre atelier interactif Meet and greet digital road constructors** (en français dans la salle 5A, en néerlandais dans la salle 5B, de 10 h à 12 h)! Vous en apprendrez plus sur les résultats du Digi-Barometer, les outils pour la numérisation de la construction routière, leur application optimale et comment en tirer la meilleure partie comme atout dans un marché en constante évolution et hautement concurrentiel. Ecoutez, pensez, débattiez avec nous!

Programme du workshop CRR (sous réserve de modifications)

Modérateur: *Xavier Cocu* - Coordinateur Innovation CRR

Présentation des résultats du Digi-Barometer

Quel est le degré de numérisation de la construction routière? Les nouvelles applications – de l'ERP à l'enregistrement des prestations sur chantier en passant par le BIM – sont-elles intégrées? Les possibilités d'une gestion efficace des processus et des coûts sont-elles utilisées de manière optimale? Afin de mesurer et de stimuler la numérisation dans le secteur, le CRR, les fédérations sectorielles et des partenaires faisant autorité dans le secteur ICT ont lancé le Digi-Barometer, un outil gratuit en ligne.

Toutes les entreprises de construction routière ont été invitées à y participer. Elles pouvaient ainsi mesurer leur degré de numérisation et vérifier leur niveau de performance au sein du secteur.

Xavier Cocu présentera les résultats de ce benchmark et en tirera des leçons.

Trois études de cas

Le Digi-Barometer a également comme objectif de partager les connaissances et le savoir-faire numérique développés.

Par le biais de trois études de cas, l'application réussie et les possibilités de technologies et développements récents seront présentés, pour ensuite faire l'objet d'un débat et d'un échange d'idées entre les participants:

- ERP – La numérisation du flux de travail;
- Track & Trace – Mesurer, c'est savoir;
- BIM – La modélisation numérique pour et par les entreprises de construction routière.

Le CRR, votre partenaire en construction routière numérique & BIM for Roads

Le Digi-Barometer reste en ligne et un rapport d'analyse sectoriel sera produit tous les deux ans. Ainsi, nous pourrions suivre l'évolution de près. Mais ce n'est pas tout: les chercheurs du CRR réfléchissent et anticipent aussi avec vous!

Xavier Cocu présentera des actions en matière de BIM en construction routière.

Réception

Vous avez encore des questions ou des idées que vous souhaitez partager?

Venez à la réception que nous organisons à partir de 12h00 sur le **stand commun CRR-CSTC-CC**.

Avançons ensemble sur l'autoroute du numérique!

Participation et inscription

L'entrée du salon est gratuite, mais nécessite une inscription en ligne préalable.

Vous pouvez aussi directement vous inscrire aux séances d'information gratuites (workshops).

Informations

<https://www.digitalconstructionbrussels.be>

Xavier Cocu
 010 23 65 26
 x.cocu@brrc.be





Formation hivernale *CRR Routes durables – Entretien et réparations* Jeudi 23 janvier – mardi 24 mars 2020 – Sterrebeek

Les mois d'hiver sont à nos portes, et vous savez que vous pouvez compter sur le CRR pour une nouvelle édition de sa Formation hivernale. Depuis 2004, nous vous présentons entre janvier et mars un cours de base de quatre ou cinq jours pour rafraîchir vos connaissances en construction routière et faire du réseautage avec les professionnels de notre secteur.

Fidèle à notre approche de cycle triennal, nous braquons chaque année les projecteurs sur une phase spécifique du cycle de vie de la route. En 2020, nous nous intéressons à l'entretien et aux réparations et aux aspects pratiques y afférents, y compris le contrôle.

Il est évident que cette approche ne ferme pas la porte à la programmation de

sujets spécifiques ou dictés par l'actualité. En outre, le programme est établi chaque année de sorte qu'il existe en tant que tel et puisse être suivi indépendamment des éditions précédentes et à venir.

Vous retrouverez le programme complet et toutes les informations pratiques en temps opportun dans une invitation officielle et dans le numéro de décembre du Bulletin CRR. Vous pourrez vous inscrire en ligne via notre site web.

Notez d'ores et déjà ces dates dans votre agenda!

Jour 1 – Jeudi 23 janvier 2020

Diagnostic, auscultation et gestion des chantiers

Jour 2 – Mardi 18 février 2020

Entretien et réparation durable des routes en béton

Jour 3 – Jeudi 5 mars 2020

Entretien et réparation durable des revêtements routiers en matériaux bitumineux

Jour 4 – Mardi 24 mars 2020

Conception, exécution et entretien des revêtements en éléments de petite taille et/ou préfabriqués



Demi-journée d'étude CRR – *Fraisage 3D* – Vendredi 25 octobre 2019 – Sterrebeek

Le CRR, l'AWV, Topcon, Top-Off et Colas souhaitent partager avec vous leurs connaissances et leurs expériences du projet de démonstration sur le fraisage 3D. C'est pourquoi ils organisent le 25 octobre 2019 une matinée d'étude (étude de cas) au siège du CRR à Sterrebeek.

Groupe-cible

Cette demi-journée d'étude s'adresse aux entrepreneurs, aux gestionnaires routiers et aux bureaux d'études.

Programme (sous réserve de modifications)

- 9.00** Accueil (avec café)
- 9.30** Mot de bienvenue et présentation de la journée - A. Vanelstraete, CRR
- 9.40** Le fraisage et les paramètres importants pour la qualité - J. Vastmans, Topoff
- 10.10** La technologie du fraisage 3D - P. Grevendonck, Topcon
- 10.30** Le cas: contexte, objectif et attentes - J. Van Gestel, AWV
- 10.40** Pause
- 11.05** L'exécution - B. Duerinckx, CRR

- 11.20** L'analyse par le topographe - K. Hermans, Colas
- 11.40** La technologie appliquée - P. Grevendonck, Topcon
- 12.00** Les résultats des mesures de planéité - T. Massart, CRR
- 12.15** Le résumé des leçons de cette étude - B. Duerinckx, CRR
- 12.25** Questions & réponses
- 12.45** Clôture et lunch

Informations pratiques

Lieu

Auditorium CRR
Fokkersdreef 21
1933 Sterrebeek

Parking possible à l'intérieur de l'enceinte du CRR.

Langues

Néerlandais, avec traduction simultanée.

Le syllabus sera disponible dans les deux langues, de sorte que chaque participant puisse recevoir un exemplaire dans sa langue.

Participation aux frais

Membres CRR: 80,00 €/participant.
Non-membres: 130,00 €/participant.

Ces prix comprennent la TVA, la pause-café, le lunch et le syllabus.

Les membres CRR sont les entrepreneurs ressortissants, tous les gestionnaires routiers et les membres adhérents.

Inscription

Au plus tard une semaine avant le jour concerné, au moyen du formulaire électronique sur notre site web: www.brrc.be/fr/brac.



Demi-journée d'étude CRR

Revêtements en dalles, dalles de grand format et en dalles préfabriquées en béton

Jeudi 7 novembre 2019 – Sterrebeek



Ces dernières années, l'utilisation des dalles de grand format et dalles préfabriquées en béton dans l'espace public en Belgique a explosé, même dans des zones soumises au trafic automobile. Ces applications exigent toutefois des méthodes de conception et d'exécution spéciales et adaptées, qui diffèrent fortement des méthodes utilisées pour les revêtements «traditionnels» en pavés de béton. Dans ce contexte, le Centre de recherches routières a décidé de mettre sur pied un groupe de travail dont l'objectif était de rédiger une série de recommandations pour ces applications.

Ces efforts se concrétisent dans un nouveau code de bonne pratique CRR, qui sera présenté lors d'un après-midi d'étude le 7 novembre 2019 dès 14h00 dans l'auditorium du CRR à Sterrebeek.

Groupe-cible

Cette demi-journée d'étude s'adresse aux entrepreneurs, aux gestionnaires routiers et aux bureaux d'études.

Programme (sous réserve de modifications)

- 13.30** Accueil (avec café)
 - 14.00** Mot de bienvenue -
Annick De Swaef, directrice-générale du CRR
 - 14.10** Introduction et champ d'application -
Elia Boonen, CRR
 - 14.20** Conception et dimensionnement -
Luc Rens, Febelcem
 - 14.40** Gamme de produits: formats, types, finitions & tendances -
Frank Gendera, Ebema NV
 - 15.00** Contrôle de qualité et certification des produits -
Paul Bauweraerts, Probeton
 - 15.20** Pause-café
 - 15.40** Points d'attention pour l'exécution -
Sylvie Smets, CRR
 - 16.00** Applications particulières (revêtements drainants, constructions sur toiture, formes spéciales, etc.) -
Anne Beeldens, AB-Roads
 - 16.20** Exemples pratiques et dégradations -
Elia Boonen, CRR
 - 16.40** Questions & réponses
 - 16.50** Conclusions -
Stef Maas, Directeur FEBE
- Fin prévue vers 17h00 avec un moment de réseautage: cocktail avec buffet-apéritif

Informations pratiques

Lieu

Auditorium CRR
Fokkersdreef 21
1933 Sterrebeek

Parking possible à l'intérieur de l'enceinte du CRR.

Langues

Néerlandais et français, avec traduction simultanée.

Participation aux frais

Gratuit, grâce au soutien de FEBE/FEBESTRAL, Febelcem, Ebema, Stradus et Eurodal.

Inscription

Au plus tard une semaine avant le jour concerné, au moyen du formulaire électronique sur notre site web: www.brcc.be/fr/brac



Demi-journée d'étude CRR – *Le noir n'est pas une fatalité!* *Tout ce que vous avez toujours voulu savoir sur les enrobés colorés ...* Mardi 3 décembre 2019 – Sterrebeek

Le CRR a acquis une grande expertise technique et pratique dans le domaine des enrobés colorés, entre autres, au travers d'un projet de recherche subsidié par le Bureau belge de normalisation (NBN) et d'un groupe de travail CRR BAC-6 dénommé «Enrobés colorés». Ces recherches prénormatives ont donné lieu à la rédaction de trois publications CRR et à la création de deux applications qui peuvent se révéler très utiles pour les représentants du secteur des enrobés colorés (administrations, entrepreneurs routiers, bureaux d'études, etc.).

En lien avec le groupe de travail CRR BAC-6, le CRR organise le 3 décembre 2019 dans l'auditorium de Sterrebeek, une demi-journée d'étude sur la thématique des enrobés colorés afin de proposer un état des lieux de ses connaissances techniques et pratiques acquises au cours des dix dernières années.

Les thèmes abordés seront les suivants:

- composition et formulation;
- production;
- mise en œuvre;

méthodes de mesure de la couleur en laboratoire et in situ.

Groupe-cible

Cette demi-journée d'étude s'adresse à tous les acteurs du secteur routier. Entrepreneurs, gestionnaires routiers et bureaux-conseils peuvent en effet trouver un intérêt à la thématique des enrobés colorés lors de l'étude préliminaire d'un projet de travaux routiers ou lors de la fabrication et de l'exécution de ce type de revêtements.

Programme (sous réserve de modifications)

- 9.00** Accueil (avec café)
- 9.30** Mot de bienvenue et introduction
A. Vanelstraete



9.35 – 10.30

- Composition et constituants des enrobés colorés

A. Destrée

- La formulation des enrobés colorés

J. De Visscher

10.30 Questions & réponses

10.35 Pause-café

10.55 – 12.25

- La fabrication en centrale et la mise en œuvre sur chantier des enrobés colorés

B. Beaumesnil

- Détermination de la couleur des enrobés colorés

A. Destrée

- Méthodes de mesure de la couleur dans les différentes phases de l'application des enrobés

A. Destrée

12.25 Questions & réponses

12.30 Lunch et réseautage

14.00 Clôture

Informations pratiques

Lieu

Auditorium CRR
Fokkersdreef 21
1933 Sterrebeek

Parking possible à l'intérieur de l'enceinte du CRR.

Langues

Français et néerlandais, avec traduction simultanée.

Le syllabus sera disponible dans les deux langues, de sorte que chaque participant puisse recevoir un exemplaire dans sa langue.

Participation aux frais

Membres CRR: 80,00 €/participant.

Non-membres: 130,00 €/participant.

Les prix comprennent la TVA, la pause-café, le lunch et le syllabus.

Les membres CRR sont les entrepreneurs ressortissants, tous les gestionnaires routiers et les membres adhérents.

Inscription

Au plus tard une semaine avant le jour concerné, au moyen du formulaire électronique sur notre site web: www.brcc.be/fr/brac.

La nouvelle version de l'EN 12767 modifie les mentions sur les équipements de sécurité passive

Introduction

La première version de la norme EN 12767 date de mars 2000. En 2008, celle-ci a été remplacée par une deuxième version [1], qui est restée en vigueur pendant onze ans. En avril 2019, la version 3 de la norme a été approuvée [2].

La norme EN 12767 a été développée par le groupe de travail 10 du CEN/TC226 en réponse à la demande de la Commission européenne de permettre une évaluation, pour plusieurs types d'équipements routiers, du **comportement en cas de collision** et de la contribution à la sécurité de la route le long de laquelle ces équipements sont installés. Dans plusieurs pays, la norme fait désormais partie intégrante des recommandations visant à garantir que les routes sont conçues de manière à «pardonner».

Ainsi, les poteaux d'éclairage de sécurité passive sont le choix standard pour les routes régionales flamandes. Tant dans le SB 250 que dans le CCT Qualiroutes, les exigences relatives à la signalisation routière ont été complétées par des exigences visant à garantir que les structures porteuses puissent absorber les chocs autant que possible.

De nouveaux développements chez les fabricants de ces produits, l'expérience acquise dans l'application de la norme et les exigences des autorités routières scandinaves, entre autres, ont été les principales raisons de la révision de la norme. Il existe de nombreuses différences importantes par rapport à la version 2008 [1]. Les fabricants d'équipements routiers de sécurité passive devront adapter la manière dont ils indiquent les performances de leurs produits selon la nouvelle version. Pour les administrations routières, la publication de la norme peut signifier que les recommandations et règlements existants doivent être mis à jour.

La méthode d'essai consiste en un essai de choc au cours duquel une voiture de 900 kg heurte l'objet à tester à une vitesse donnée. En mesurant les accélérations au centre de gravité du véhicule, il est possible de se prononcer sur les conséquences d'une collision pour les occupants du véhicule.

Nouvelle version

L'objectif principal des modifications apportées à la nouvelle version est d'extraire de l'essai davantage d'informations qui peuvent être utiles pour les dispositifs réels. A cette fin, des indicateurs ont été ajoutés concernant, entre autres, les caractéristiques du support dans lequel l'objet d'essai est placé, le mécanisme de défaillance du produit testé et l'enfoncement du toit du véhicule d'essai. La classification complète selon la norme NBN EN 12767:2019 [2] comprend donc un maximum de sept indicateurs. En outre, un certain nombre d'observations sont faites pendant l'essai (y compris l'emplacement et le poids des débris, les mesures de l'indentation du toit), qui doivent être notées dans le rapport d'essai.

Classe de vitesse

Deux essais sont effectués de manière standard: l'un à 35 km/h et l'autre à 50, 70 ou 100 km/h.

Dans le cas d'une installation en bordure de route, la classe de vitesse doit, dans la mesure du possible, être proche de la vitesse autorisée sur cette route.

Catégorie d'absorption d'énergie

Suite à la collision et selon le comportement de la structure heurtée, le véhicule sera ou non ralenti. Avec certains produits, le poteau heurté se plie en quelque sorte autour du véhicule, qui est fortement ralenti (absorption d'énergie élevée). Dans d'autres cas, le poteau se casse et le véhicule passe presque sans ralentissement, après quoi il s'im-

mobilise sur la berme (pas d'absorption d'énergie).

L'absorption d'énergie (HE, NE ou LE) est déterminée par la différence de vitesse du véhicule juste avant la collision et 12 m après la collision.

Sécurité des occupants

La sécurité des occupants est évaluée à l'aide des grandeurs ASI¹ et THIV².

Dans la version précédente de la norme [1], les valeurs limites pour ces grandeurs dépendaient de la catégorie d'absorption d'énergie. Les produits ayant la même indication de niveau de sécurité mais un niveau d'absorption d'énergie différent avaient dans la version précédente des valeurs limites différentes pour les grandeurs calculées à partir des accélérations pendant l'essai de choc. Autrement dit, la sécurité des occupants n'était pas comparable malgré la même indication.

La nouvelle version de la méthode d'essai [2] a donc choisi d'adapter l'indication du niveau de sécurité et de la rendre indépendante du niveau d'absorption d'énergie. Un tableau des similitudes entre l'ancienne et la nouvelle version figure à l'annexe L de la norme.

Exemple: les valeurs limites pour ASI et THIV pour HE-2 et NE-2 (selon l'EN 12767:2008 [1]) sont différentes pour l'essai à vitesse élevée. Les conséquences pour les occupants d'un véhicule en collision, malgré la même indication de niveau de sécurité, sont potentiellement différentes. Selon la nouvelle norme [2], les mêmes valeurs limites pour ASI et THIV s'appliquent à HE-D et NE-D.

Fondation

Pour l'essai de choc, l'objet à tester doit être installé conformément aux instructions du fabricant. Le laboratoire d'essai est tenu de vérifier le respect de ces ins-

1 ASI: *Acceleration Severity Index*: grandeur non dimensionnelle calculée à partir des accélérations mesurées lors de la collision au centre de gravité de la voiture (selon les axes X, Y et Z). Indication des accélérations subies par les occupants lors d'une collision.
2 THIV: *Theoretical Head Impact Velocity*: vitesse à laquelle un objet se déplaçant librement dans le véhicule percute les parois intérieures d'un volume imaginaire. Indication de la vitesse à laquelle le conducteur percute les parois intérieures du véhicule lors de la collision.

Catégorie d'absorption d'énergie	Niveau de sécurité		Faible vitesse (35 km/h)		Vitesse élevée (50, 70 ou 100 km/h)	
	EN 12767:2019	EN 12767:2008	ASI	THIV	ASI	THIV
HE/LE	C	3	1	27	1	27
	D	2	1	27	1,2	33
	E	1	1	27	1,4	44
NE	A	4	-	-	-	-
	B	3	0,6	11	0,6	11
	C	2	1	27	1	27
	D	1	1	27	1,2	33
	E	-	1	27	1,4	44

Tableau 1 – Correspondance des niveaux de sécurité selon la NBN EN 12767:2008[1] et la NBN EN 12767:2019 [2]

tructions d'installation et de les annexer au rapport d'essai. Afin d'avoir plus de certitude quant au bon fonctionnement du système en cas de collision lors de son installation réelle, il est de la plus haute importance que ces instructions d'installation soient respectées.

La nouvelle norme prévoit trois différents types de fondations:

- fondation dans un mélange standard (classe S);
- fondation dans un mélange défini par le fabricant (classe X);
- montage dans un support rigide (béton, enrobé, etc.) (classe R).

Pour le montage dans une fondation (classe S et X), la norme décrit une méthode de remplissage et de compactage. Les détails doivent être inclus dans le rapport d'essai. Il est recommandé de décrire les caractéristiques mécaniques du support à l'aide d'un test *push-pull* (EN 12767:2019, Annexe C [2]).

Mecanisme de rupture

Selon la façon dont le poteau s'affaisse pendant l'essai à grande vitesse, on parle de classe SE (*separation mode*, le poteau se détache) ou NS (*no separation, collapse mode*, le poteau reste attaché au support).

L'indicateur d'absorption d'énergie indique comment le véhicule qui entre en collision est ralenti. L'indicateur du mécanisme de rupture, quant à lui, fournit des informations sur le comportement de l'installation testée à la suite de la collision. A certains endroits, des structures supports détachées peuvent représenter un danger pour les autres usagers de la route. Dans de tels cas, les produits avec mécanisme de rupture SE peuvent être moins souhaitables.

Importance de l'angle d'impact

Dans la première version de la norme, l'essai était effectué à un angle de 20° et



Figure 1 – Poteau de sécurité passive percuté (source: Safety-Product)

ne s'intéressait pas au comportement du poteau s'il était percuté à un angle différent (SD, *Single Directional*). La nouvelle version permet, en fonction d'un essai de choc supplémentaire ou de symétries dans la section transversale du système, de désigner les systèmes comme BD (*Bi-Directional*) ou MD (*Multi-Directional*). Ceci peut être utile pour les installations qui sont placées sur une berme centrale et peuvent également être heurtées sous d'autres angles.

Risque de déformation du toit

Si le système percuté se rompt pendant l'essai et tombe ensuite sur le toit du véhicule, cela peut constituer un risque supplémentaire pour les occupants. Pour la norme, une déformation du toit pendant l'essai de choc n'est pas une raison pour accepter ou rejeter un résultat d'essai. Toutefois, toute déformation déterminée est incluse dans la classification du produit; une déformation jusqu'à 102 mm est désignée comme classe 0; à partir de 102 mm, il s'agit de la classe 1.

Autres sujets

La norme s'applique généralement aux poteaux d'éclairage et aux structures supports des panneaux de signalisation routière. Ces poteaux sont généralement conçus pour supporter différents équipements d'éclairage ou panneaux de signalisation (ou feux). Afin d'éviter qu'un fabricant doive effectuer un nouvel essai de choc pour chaque application possible, la norme contient un certain nombre de règles pour déterminer la configuration la plus défavorable. Les résultats d'un essai sur cette installation *worst-case* s'appliqueront alors à toutes les configurations pour lesquelles le produit a été conçu.

Dans certains cas, le résultat d'un essai de choc sur un produit spécifique peut servir à indiquer le comportement d'autres produits en cas de collision sans les tester. De cette façon, un fabricant peut légèrement réduire le nombre d'essais pour sa gamme de produits. Les résultats les moins favorables sont déterminants dans de tels cas. Un fabricant qui estime que certains produits de sa gamme sont encore plus performants devra toujours le démontrer sur la base d'un essai de choc réel.

L'ancienne annexe F (*Deemed to comply*) [1] permettait qu'un certain agence-

	EN 12767:2019	EN 12767:2008
Classe de vitesse	50, 70, 100	50, 70, 100
Absorption d'énergie	HE, LE, NE	HE, LE, NE
Sécurité des occupants	A, B, C, D, E	1, 2, 3, 4
Fondation	S, X, R	---
Mécanisme de rupture	SE, NS	---
Importance de l'angle d'impact	SD, BD, MD	---
Risque de déformation du toit	0, 1	---
	100-HE-C-X-NS-MD-1	100-HE-3

Tableau 2 – Classification complète du comportement en cas de collision selon la NBN EN 12767:2019 [2] et la NBN EN 12767:2008 [1]

ment de panneaux de signalisation soit considéré de manière standard comme étant de sécurité passive (100-NE-2) sans qu'une entreprise d'installation ait à le démontrer sur la base d'un rapport d'essai de choc ou de certificats spéciaux. Dans la nouvelle version (annexe K) [2], la classification a été adaptée (100-NE-C-S/X/R/R-SE-MD) et il est précisé que ce tableau ne s'applique pas aux structures en treillis.

NBN EN 12767:2019

Selon la nouvelle version, les fabricants d'équipements routiers de sécurité passive sont tenus d'indiquer le **comportement de leurs produits en cas de collision**. L'annexe L de la nouvelle norme [2] décrit comment les rapports d'essais de choc et les images vidéo existants peuvent être utilisés pour cette reclassification. D'autre part, la révision des règles d'installation et des textes de spécifications devra tenir compte de ces changements. Si un indicateur est moins important pour un contrat particulier, le

prescripteur peut choisir de ne pas lui imposer une exigence. Ceci est indiqué par les lettres NR (*No Requirement*).

En attendant, un tableau peut aider à comparer les produits et/ou les réglementations en fonction de l'ancienne et de la nouvelle norme [2].

La nouvelle version de la norme sera disponible au NBN dans le courant de l'automne.

Kris Redant
010 23 65 38
k.redant@brcc.be



Bibliographie

- [1] **Bureau de Normalisation (NBN) (2008)**
NBN EN 12767: Sécurité passive des structures supports d'équipements de la route : prescriptions, classification et méthodes d'essai. Bruxelles: NBN.
- [2] **European Committee for Standardization (2019)**
Passive safety of support structures for road equipment – Requirements and test methods. Brussel: CEN. prEN 12767.
- [3] **Androuin, I. Bonnin, J.-N.; Breau, H. (2016)**
Supports à sécurité passive – Sélection, mise en œuvre et maintenance. Bron (France) Centre d'Etudes et d'Expertise sur les Risques, l'Environnement, la Mobilité et l'Environnement (CEREMA)

Des matériaux de qualité pour les revêtements routiers en pierre naturelle: résultats du projet de recherche PREMANAT

Dans le Bulletin CRR 111 (pp. 13-17) [1], nous vous parlions déjà du nouveau projet de recherche prénormative PREMANAT (en entier "Prestatie-eisen voor Materialen in Natuursteenbestratingen"), qui a débuté le 1^{er} octobre 2016 en collaboration avec le CSTC et avec le soutien du SPF Economie et le NBN, et des planches d'essais en pavages de pierre naturelle qui ont été réalisées pour ce projet.

L'objectif principal de cette recherche était de développer des méthodes d'essai et des exigences performantielles pour les matériaux utilisés dans les pavages en pierre naturelle, et ce à différents niveaux considérés comme prioritaires par le secteur.



Figure 1 – Planches d'essai en pavages de pierre naturelle sur le terrain du CRR à Sterrebeek

A) Au niveau de la pierre naturelle même

- Résistance à la glissance des surfaces de pavages en pierre naturelle, en fonction de la charge du trafic, et durabilité de cette résistance dans le temps (polissage).
- Résistance à l'éclatement ou à la désintégration des éléments de pavage en pierre naturelle, en fonction de la nature et de la qualité des pierres utilisées et du type/de l'épaisseur des joints.
- Résistance au gel-dégel en présence de sels de déverglaçage de la pierre naturelle destinée aux pavages.
- Réutilisation de pavés en pierre naturelle, et plus spécifiquement les caractéristiques techniques qui doivent être exigées.

B) Au niveau des joints de dilatation dans les revêtements en pierre naturelle liés

- Exigences performantielles appliquées aux matériaux pour fourrures dans des joints de dilatation.

Nous donnons dans les lignes qui suivent un bref aperçu des résultats de la recherche.

Etude bibliographique et sélection des matériaux

La première phase du projet comprenait une vaste étude bibliographique et des normes afin de déterminer les méthodes d'essai existantes et les exigences connexes pour les matériaux de pavages en pierre naturelle pour les cinq aspects clés énumérés ci-dessus (voir l'exemple au tableau 1).

En ce qui concerne la sélection des types de pierres naturelles, des premiers essais ont été réalisés sur les pavés utilisés pour le planches d'essai du terrain CRR à Sterrebeek (figure 1):

- granit suédois, réutilisé;
- porphyre belge, réutilisé;
- pierre bleue belge;

- granit portugais;
- grès belge et indien.

D'autres types de pierres naturelles ont également été testés dans une phase ultérieure, en fonction de la propriété testée (résistance à la glissance, éclatement et/ou effet des sels de déverglaçage).

Essais sur pierre naturelle

Résistance à la glissance et sensibilité au polissage de la pierre naturelle

A l'heure actuelle, il existe encore beaucoup d'incertitudes quant à la résistance à la glissance ou à la rugosité des pavages en pierre naturelle et à leur évolution dans le temps. Jusqu'à présent, les pendules de frottement (SRT - voir tableau 1 et figure 2) étaient principalement utilisés pour la circulation routière. De plus, certains types de pierres naturelles présentent une plus grande sensibilité au polissage et/ou au vieillissement sous l'effet du trafic, ce qui en-

Valeur SRT minimale	PTV 819-1 + 819-2 [2] [3]	Road Note 27 BRRL [4]	UK Slip Resistance Group [5]	TL Pflaster-StB 06/15 [6]	CROW, 2010 [7]
Rugosité (véhicules)	-	≥ 45	-	≥ 55	-
Résistance à la glissance (piétons)	USRV ≥ 35	-	> 35		> 45 (neuf) > 40 (après polissage) > 35 (in situ, après utilisation)

Tableau 1 – Exigences de rugosité (skid resistance) et résistance à la glissance (slip resistance) mesurée à l'aide de l'appareil SRT (liste non exhaustive)



Figure 2 – Réalisation de mesures avec le pendule SRT sur les planches expérimentales de Sterrebeek

traîne une diminution de la résistance à la glissance ou de la rugosité du pavage avec le temps.

Un grand nombre de mesures à échelle de laboratoire ont été effectuées selon l'essai de polissage accéléré décrit dans la norme CEN/TS 12633:2014[8], afin de vérifier la durabilité de l'adhérence et de simuler l'usure des pierres en conditions de circulation (figure 3). La résistance à la glissance avant et après polissage a été déterminée avec le pendule SRT. De plus, ces mesures en laboratoire ont également été corrélées avec des mesures sur des routes réelles revêtues de pierre naturelle après un certain nombre d'années (une à dix) de circulation, et avec des mesures répétées sur les sujets d'essai du CRR (voir ci-après).

D'une manière générale, cela montre que, compte tenu de la variation inhérente aux mesures SRT in situ, il existe une très bonne correspondance entre la rugosité et la résistance à la glissance obtenues après le polissage artificiel en laboratoire et celles établies sur les chantiers et sur les planches expérimentales. **L'essai de polissage accéléré selon la CEN/TS 12633 semble donc être une bonne mesure pour déterminer la sensibilité au polissage de la pierre naturelle des pavages et pour évaluer la durabilité de la résistance à la glissance.**

Résistance au gel-dégel en présence de sels de déverglaçage de la pierre

naturelle destinée aux pavages

Pour les éléments de pavage en pierre naturelle, il n'existe pas encore de méthode d'essai européenne pour déterminer la résistance au gel-dégel en présence de sels de déverglaçage. A cette fin, on a étudié dans ce projet toute une série de méthodes d'essai, basées sur l'application d'une solution saline sur la surface d'une part et d'autre part sur l'immersion complète des éprouvettes dans une solution de NaCl.

Les résultats ont montré que la **procédure d'essai allemande selon les instructions de la TL Pflaster-StB 06/15 [6] était la plus prometteuse** pour détecter la sensibilité au gel et aux sels de déverglaçage de certains types de pierres naturelles, lorsque la perte moyennée à la compression est supérieure à 20 % (figure 4, p. 12).

Cependant, il faut garder à l'esprit qu'il s'agit d'un scénario *worst case*, avec immersion totale des cubes en pierre naturelle, qui peut, par exemple, reproduire partiellement l'effet d'infiltration le long des joints fissurés éventuels.

Matériaux pour joints de dilatation

Les techniques de pose ont considérablement évolué ces dernières années. Les revêtements en pierre naturelle sont de plus en plus souvent posés selon un concept rigide et délimité, dans lequel les joints de dilatation sont cruciaux pour la durabilité de la chaussée. Cependant, il n'existe pas de méthodes d'essai européennes et d'exigences performantielles correspondantes pour les matériaux, en particulier pour les **fourrures** utilisées pour les joints de dilatation dans le pavage en pierre naturelle (figure 5).



Figure 3 – Réalisation des essais de polissage selon la CEN/TS 12633:2014

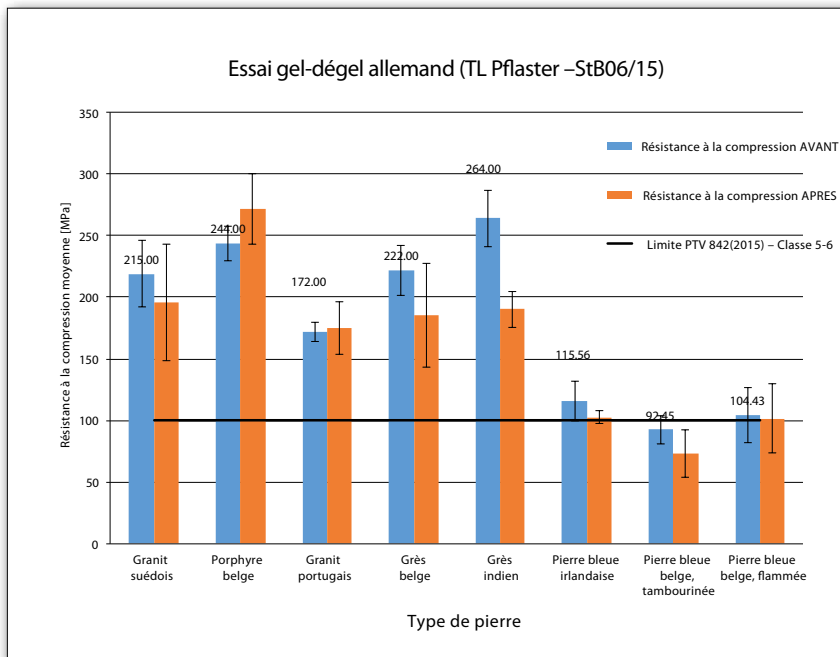


Figure 4 – Résultats des essais gel-dégel en présence de sels de déverglaçage selon la méthode allemande: résistance à la compression avec et sans cycles gel-dégel en présence de sels de déverglaçage

Pour cette raison, divers essais ont été effectués conformément aux directives des normes américaines pour les routes en béton, concernant notamment la compressibilité, la récupération de forme après levée de la compression, la déformation et l'absorption d'eau (figure 6). Cela a clairement démontré que les **méthodes d'essai selon l'ASTM D 545 [9] et les exigences associées selon l'ASTM D 1751 [10] et D 1752 [11] peuvent être appliquées telles quelles** pour déterminer les propriétés des fourrures des joints de dilatation dans les revêtements en pierre naturelle.

Les matériaux les plus performants à ce jour qui répondent à toutes les exigences de la norme ASTM D 1752 - en termes de compressibilité (en MPa), de récupération de forme (%) et de déformation (mm) - sont:

- mousse polyéthylène de haute densité (> 90 kg/m³);
- grains de liège liés à la résine et compressés en plaque;
- mousse EVA (éthylène-acétate de vinyle).

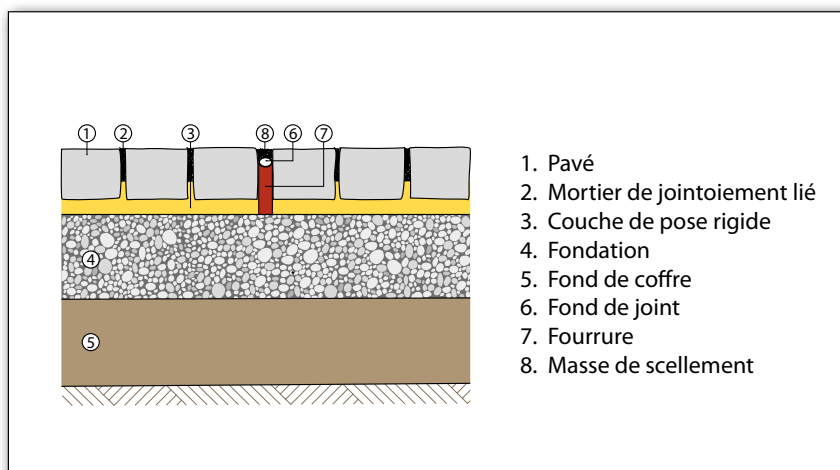


Figure 5 – Exemple de structure d'un joint de dilatation dans un pavage en pierre naturelle lié

Essais sur pavages (pierre naturelle + joint)

Outre les essais sur les éléments de pavage en pierre naturelle eux-mêmes (voir ci-dessus), des essais ont également été réalisés sur un jeu de pavés en pierre naturelle avec joints liés afin d'étudier, d'une part, *l'influence des joints* sur la résistance à la glissance des pavages en pierre naturelle et, d'autre part, de déterminer l'effet du joint/joint de dilatation sur la résistance à l'éclatement/effrittement et le comportement sous la charge du trafic.

Résistance à la glissance des pavages en pierre naturelle (pavé + joint)

Pour ce faire, des mesures ont été effectuées avec le *Portable Friction Tester* (PFT) du CRR [12] afin de déterminer la rugosité/la résistance à la glissance sur, d'une part, les planches expérimentales en pierre naturelle de Sterrebeek (figure 7) et, d'autre part, sur plusieurs chantiers où la méthode SRT a également été appliquée.

En effet, les mesures effectuées pour l'étude montrent que les joints peuvent jouer un rôle dans la détermination de la rugosité et de la résistance à la glissance des pavages en pierre naturelle, **le nombre de joints par m², la largeur des joints et la profondeur du joint par rapport à la surface de la pierre pouvant avoir une influence.**

D'autres recherches et des données de mesure supplémentaires avec l'appareil PFT sont certainement nécessaires pour confirmer ces tendances et, par exemple, peut-être aussi pour établir des valeurs limites pour la résistance à la glissance dans les zones piétonnes [13].

Effet de la charge du trafic sur les pavages en pierre naturelle avec joints de dilatation

Afin de simuler l'effet de la charge du trafic, l'essai d'orniérage du CRR conforme à la norme NBN EN 12697-22 [14] a été effectué sur des «mini-pavages» constitués de deux ou trois rangées de pavés (figure 8). Cet essai simule l'orniérage des chaussées bitumineuses sous l'effet du trafic, où une roue de référence avec une force de compression verticale de 5 kN se déplace cycliquement d'avant en arrière sur la surface à tester à une fré-



Figure 6 – Exemple d'essais de détermination de la compressibilité et de la déformation des fourrures

quence de 1 Hz et à une température de 50 °C.

En outre, un joint de dilatation (composé d'une fourrure, d'un fond de joint et d'un mastic élastique) a été appliqué au milieu de la plaque et deux variantes ont été testées - avec ou sans application d'une couche adhésive entre le lit de pose et les pavés (deux plaques) - afin d'évaluer l'influence de la charge du trafic sur celle-ci.

Les mesures du mouvement au niveau du joint de dilatation et lors du démontage des plaques ont montré que les **plaques d'essai de pavage en pierre naturelle avec application d'une couche adhésive entre le lit de pose et les pavés restaient plus stables sous l'effet du trafic.**

L'essai d'orniérage peut donc fournir un aperçu potentiel de la stabilité du revêtement en pierre naturelle dans les conditions de circulation et plus particulièrement pour le joint de dilatation, mais des recherches supplémentaires sont nécessaires pour le confirmer; cependant, l'utilité d'appliquer une couche adhésive - en particulier avec des pierres sciées - a pu être démontrée.

Validation in situ

Enfin, on a aussi tenté de suivre dans le temps les caractéristiques performantielles susmentionnées, tant via le suivi et l'inspection de chantiers récents et anciens (p. ex. résistance à la

glissance, joints de dilatation) que via la construction des planches expérimentales en pierre naturelle sur le site CRR de Sterrebeek, tout ceci en vue de **valider** les résultats obtenus en laboratoire (figure 9).

Trois ans après la mise en œuvre, aucune détérioration de l'état des sujets n'a été observée, bien que les différents types de pierres naturelles présentent des comportements différents en termes de planéité et de confort.

Conclusions et recommandations

Sur base de l'ensemble des résultats décrits ci-avant, des **recommandations pour une normalisation complémentaire** concernant les matériaux de pavages en pierre naturelle peuvent déjà être formulées, au niveau de:

- la résistance à la glissance et sa durabilité dans le temps;
- la résistance aux cycles de gel-dégel en présence de sels de déverglaçage;



Figure 7 – Mesures à l'aide de l'appareil PFT du CRR sur les planches expérimentales en pavages de pierre naturelle à Sterrebeek, pour la détermination de la résistance à la glissance



Figure 8 – Réalisation de l'essai d'ornièrage sur de petites maquettes de pavages en pierre naturelle (pavé + mortier de jointoiment)

- les matériaux des fourrures des joints de dilatation.
- Pour les autres aspects (résistance à l'éclatement, pavés en pierre naturelle réutilisés), des recherches supplémentaires sont nécessaires, car il n'a pas encore été possible d'élaborer une méthode d'essai utilisable et représentative dans le projet actuel.

Quoi qu'il en soit, il est clair que des matériaux de haute qualité sont disponibles pour les chaussées en pierre naturelle:

Elia Boonen
02 766 03 41
e.boonen@brrc.be



Sylvie Smets
02 766 04 11
s.smets@brrc.be



- d'une part, selon les directives des documents techniques actuels (voir Bibliographie);
- d'autre part, pour donner à des mé-

thodes d'essai et d'exigences performantielles complémentaires, sur base des résultats de la recherche PREMA-NAT réalisée.



Figure 9 – Validation des caractéristiques performantielles pour les pavages en pierre naturelle in situ

Bibliographie

- [1] **Boonen, E.; Smets, S. (2017)**
Nouvelle étude prénormative sur les exigences performantielles pour les matériaux destinés aux pavages en pierre naturelle (PREMANAT).
In : Bulletin CRR (2017)111, p. 13-17.
Bruxelles: Centre de recherches routières (CRR).
- [2] **Organisme Impartial de Contrôle de Produits pour la Construction (COPRO) (2019)**
PTV 819-1: prescriptions techniques pour dalles de pierre naturelle pour le pavage extérieur.
Bruxelles: COPRO.
Disponible en ligne <https://www.copro.eu/fr/node/37510>, dernière consultation 02/09/2019.
- [3] **Organisme Impartial de Contrôle de Produits pour la Construction (COPRO) (2019)**
PTV 819-2: Prescriptions techniques pour pavés de pierre naturelle pour le pavage extérieur.
Bruxelles : COPRO.
Disponible en ligne <https://www.copro.eu/fr/node/37511>, dernière consultation 02/09/2019.
- [4] **Transport and Road Research Laboratory (TRRL) (1969)**
Instructions for using the portable skid resistance tester.
Crowthorne (UK): TRRL. (Road Note, RN 27).
- [5] **Health and Safety Executive (2012)**
Assessing the slip resistance of flooring : a technical information sheet.
Disponible en ligne www.hse.gov.uk/pubns/geis2.pdf, dernière consultation 02/09/2019.
- [6] **Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV) (2015)**
TL Pflaster StB 06/15: Technische Lieferbedingungen für Bauprodukte zur Herstellung von Pflasterdecken, Plattenbelägen und Einfassungen.
Köln: FGSV.
- [7] **Kennisplatform CROW (2010)**
Stroefheid voor voetgangers.
Ede: CROW. (Infoblad CROW, 968).
- [8] **Comité Européen de Normalisation (CEN) (2014)**
CEN/TS 12633: Méthode de détermination de la valeur de résistance au dérapage/à la glissance d'unités de pavage polies ou non polies.
Bruxelles: CEN.
- [9] **American Society for Testing and Materials (ASTM) (2014)**
ASTM D 545-14: Standard test methods for preformed expansion joint fillers for concrete construction (nonextruding and resilient types).
West Conshohocken: ASTM.
- [10] **American Society for Testing and Materials (ASTM) (2004)**
ASTM D 1752-04a: Standard specification for preformed sponge rubber, cork and recycled PVC expansion joint fillers for concrete paving and structural construction.
West Conshohocken: ASTM.
- [11] **American Society for Testing and Materials (ASTM) (2004)**
ASTM D 1751-04: Standard specification for preformed expansion joint filler for concrete paving and structural construction (nonextruding and resilient bituminous types).
West Conshohocken: ASTM.
- [12] **Açikgöz, T.; Vervliet, J. (2016)**
Onderzoek naar methoden voor het meten van stroefheid.
Antwerpen: Universiteit Antwerpen (UA). Masterproef Universiteit Antwerpen.
- [13] **Van Damme, O. (2018)**
Un nouvel outil de mesure de la qualité d'usage des revêtements piétons en Région de Bruxelles-Capitale.
In: Moniteur de la mobilité et de la sécurité routière, (2018)50, p. 8-10
Bruxelles: Brulocalis.
- [14] **Bureau de Normalisation (NBN) (2007)**
NBN EN 12697-22 (2003+A1:2007): Mélanges bitumineux : méthodes d'essai pour mélange hydrocarboné à chaud. Partie 22, essai d'orniérage.
Bruxelles: NBN.

Autres normes – Directives techniques

Bureau de Normalisation (NBN) (2013)
NBN EN 1341: Dalles de pierre naturelle pour le pavage extérieur : exigences et méthodes d'essai.
Bruxelles: NBN.

Bureau de Normalisation (NBN) (2013)
NBN EN 1342: Pavés de pierre naturelle pour le pavage extérieur : exigences et méthodes d'essai.
Bruxelles: NBN.

Bureau de Normalisation (NBN) (2003)
NBN EN 14231: Méthodes d'essai pour les pierres naturelles : détermination de la résistance à la glissance au moyen du pendule de frottement.
Bruxelles: NBN.

Comité Européen de Normalisation (CEN) (2016)
CEN/TS 16165: Détermination de la résistance à la glissance des surfaces piétonnières : méthodes d'évaluation.
Bruxelles: CEN.

Save the date – Demi-journée d'étude sur les bandes réservées aux heures de pointe – 18 décembre 2019 – Sterrebeek

Mercredi 18 décembre 2019, l'Association Belge de la Route (ABR) organisera une demi-journée d'étude sur les bandes réservées aux heures de pointe dans l'auditorium du CRR à Sterrebeek, avec le soutien des administrations routières AWV, SPW et SPRB, ainsi que de RF Belgium.

La première bande réservée aux heures de pointe en Belgique a été mise en service en septembre 2011, sur la E313. Depuis cette date, plusieurs bandes réservées aux heures de pointe ont été mises en service. Au cours de cette demi-journée d'étude, les réalisations prévues seront discutées, et l'évaluation et les goulets d'étranglement des bandes réservées aux heures de pointe déjà réalisées seront expliqués.

Tout le monde est convaincu que les bandes réservées aux heures de pointe font partie de la solution de mobilité, d'autant plus qu'elles ont également un impact positif sur l'environnement, l'économie et la circulation évasive. Mais est-ce vraiment le cas? Au cours de cette

demi-journée d'étude, les expériences avec les bandes réservées aux heures de pointe en Belgique et à l'étranger seront évoquées. D'autres initiatives de résolution de problèmes de mobilité seront également discutées.

Le programme, les informations pratiques et la possibilité de s'inscrire suivront à l'automne.

Notez d'ores et déjà la date dans votre agenda!

Bénédicte Houtart
02 775 82 33
b.houtart@brrc.be
abr-bwv@brrc.be



In memoriam

C'est avec une profonde tristesse que nous avons appris le décès de deux anciens collègues.

Jean-Marie Desmet est décédé le 9 juin dernier. Il était entré au CRR en 1971 et avait pris sa retraite en 2005. Il travaillait en tant qu'électronicien dans la division CEG, où il effectuait des mesures de bruit, de texture et de rugosité sur des revêtements et des mesures de visibilité de jour et de nuit sur des marquages, en Belgique et à l'étranger. Il a également été pour un temps membre du conseil d'entreprise.



Paul Hubot nous a quittés le 16 juin dernier. Il était entré au CRR en 1972 et avait pris sa retraite en 2002. Il travaillait en qualité de bibliothécaire et de documentaliste dans la division INF. Entre 1985 et 1992, il a fait partie du Conseil d'administration de l'Association belge de documentation, qu'il a également présidée de 1988 à 1992.



Centre de recherches routières
Votre partenaire pour des routes durables

Etablissement reconnu par application de l'arrêté-loi du 30.01.1947

Ed. resp.: A. De Swaef, Boulevard de la Woluwe 42 – 1200 Bruxelles



www.linkedin.com/company/brrc



www.youtube.com/c/BrrcBe

Siège social

Boulevard de la Woluwe 42
1200 BRUXELLES
Tél.: 02 775 82 20

brrc@brrc.be

Laboratoires

Fokkersdreef 21
1933 STERREBEEK
Tél.: 02 766 03 00

Avenue A. Lavoisier 14
1300 WAVRE
Tél.: 010 23 65 00

Rédaction

D. Verfaillie
M. Van Bogaert
J. Cornil
J. Neven
J. Vandermeulen

ISSN: 0777-2572

