



Centre de recherches routières
Votre partenaire pour des routes durables

Bulletin CRR

117

Agenda

En 2019, le siège CRR de Wavre fête ses 20 ans!

2

Formation hivernale 2019 *Routes durables*
Production, exécution et contrôle
Jeudi 24 janvier – jeudi 28 mars 2019

3

Salon des Mandataires
Jeudi 14 & vendredi 15 février 2019

6

Construction de la remorque de résistance au roulement améliorée

6

Nouvelles publications CRR

Exigences performantielles des matériaux de jointoiment pour revêtements modulaires – CR 45

Développement de la technique géoradar en auscultation de routes – CR 46

8

Beau succès pour le séminaire consacré aux revêtements en pierre naturelle

8

Présentation d'une fiche de chantier
«Fond de tranchée: contrôle et solutions préconisées»

9

Mise à jour du Vademecum du bruit routier urbain

13

Digital Construction Brussels 2018

14

Rapport final du projet SToLA sur les revêtements bitumineux minces réducteurs de bruit en environnement urbain

14

Une première Journée Découverte Entreprises au CRR couronnée de succès!

17

Le CRR teste un revêtement ultrasilencieux à Gand

18

 ABRNews

Workshop *Viabilité hivernale*

19

Bulletin CRR

117



www.linkedin.com/company/brrc



www.youtube.com/c/BrrcBe

Centre de recherches routières
Votre partenaire pour des routes durables

En 2019, le siège CRR de Wavre fête ses 20 ans!



Comme vous aviez déjà pu le lire dans les pages du Bulletin CRR 115 (pp. 10-12), le CRR est implanté à Wavre depuis maintenant vingt ans.

Afin de fêter comme il se doit cet anniversaire et de mettre en avant les nombreuses activités de ce siège, le CRR organisera le **vendredi 10 mai 2019** à partir de 15 h, un événement unique mêlant allocutions de circonstance, démonstrations pratiques et walking dinner convivial, auquel il aura le plaisir de convier ses partenaires! Notez d'ores et déjà cette date dans votre agenda!

Agenda

Venez voir notre stand!

Jeudi 24 janvier – **jeu**di 28 mars 2019

Formation hivernale CRR
Routes durables
Production, exécution et contrôle
Sterrebeek
www.brrc.be/wintercourse

Jeudi 7 février 2019

Journée de l'Espace Public
Bruxelles
www.openbareruimte.be/fr/home

Jeudi 14 février – **ven**dredi 15 février 2019

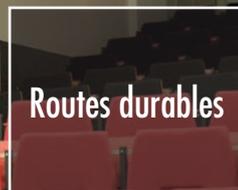
Salon des mandataires
Marche-en-Famenne
www.mandataires.be

Mardi 12 mars 2019

Congres & Forum Publieke Ruimte
Gand
www.congrespubliekeruimte.info/

6 octobre – 10 octobre 2019

XXVI^e Congrès mondial de la route
AIPCR
Abou Dhabi (Emirats Arabes Unis)
www.piarc.org



Formation hivernale CRR 2019 *Routes durables*

Production, exécution et contrôle

Jedi 24 janvier – jedi 28 mars

Les mois d'hiver sont déjà là, 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.

Fidèles à notre approche de cycle triennal, nous braquons chaque année les projecteurs sur une phase spécifique du cycle de vie de la route. L'année dernière, nous avons consacré une attention particulière à la conception et au choix des solutions et des matériaux à utiliser.

Cette année, nous nous concentrons sur l'exécution des chantiers routiers et les aspects pratiques qui les entourent, y compris le contrôle. L'année prochaine, nous nous intéresserons à l'entretien et aux réparations.

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 sera établi chaque année autour de l'un des trois piliers susmentionnés, de sorte qu'il existe en tant que tel et puisse être suivi indépendamment des éditions précédentes et à venir. En 2019, les cours concerneront donc principalement la production, l'exécution et les contrôles.

Les quatre grands domaines de travail du CRR seront abordés un par un. Nous commencerons par les aménagements et équipements routiers, la mobilité et la sécurité. Ensuite, le jour 2 sortira quelque peu de l'ordinaire. En effet, après quelques présentations sur les terrassements et (sous-)fondations, nous vous proposerons une après-midi d'étude relative au traitement des sols, en collaboration avec FEBELCEM et FEDIEX. Les routes en béton seront le sujet du jour 3 et nous conclurons avec le jour 4 consacré aux revêtements bitumineux.

Informations pratiques

Langues

Français et néerlandais, avec traduction simultanée.

Le syllabus sera disponible en français et en néerlandais. Chaque participant en recevra un exemplaire dans sa langue.

Participation aux frais

Membres CRR: 75 €/journée/participant.
Non-membres: 125 €/journée/participant.

Les prix s'entendent TVA comprise. Ils comprennent les pauses-café, le lunch et le syllabus.

Par membres CRR, il faut entendre les entrepreneurs ressortissants, toutes les administrations gestionnaires et les membres adhérents.



Aménagements et équipements routiers, mobilité et sécurité

24 janvier 2019

9.00	Accueil (avec café)
9.30	Introduction de la journée Wanda Debauche
9.45	Comment diriger en toute sécurité les usagers (actifs) le long de travaux routiers? An Volckaert
10.15	Exécution des infrastructures piétonnes et cyclistes: constats et recommandations pour une bonne accessibilité Olivier Van Damme
11.00	Pause-café
11.15	Une bonne pratique pour des marquages routiers aux performances optimales Luc Goubert
11.45	Questions/réponses
12.00	Démonstration d'appareils: SRT, PFT, Qd, RL Luc Goubert/Philippe Debroux
12.30	Lunch
13.15	Gestion des chantiers – Réduction des nuisances Hinko van Geelen
14.00	Dispositifs surélevés et coussins – Eléments de conception et d'exécution pour un aménagement durable Xavier Cocu
14.45	La route qui pardonne: mise en place des équipements routiers Kris Redant
15.30	Questions/réponses et clôture



Terrassements, (sous-)fondations et traitement des sols

19 février 2019

9.00	Accueil (avec café)
9.30	Introduction de la journée Yves Hanoteau
9.35	Terrassements: principes généraux et exécution, théorie/pratique Frank Theys
10.00	Contrôle après l'exécution Patrick Tonné
10.25	Dispositifs de drainage Colette Grégoire
10.45	Pause-café
11.05	Granulats recyclés et artificiels – Aspects d'exécution Audrey Van der Wielen
11.20	(Sous-)fondations – Retour d'expériences Benoît Janssens
11.45	(Sous-)fondations – Echange d'expériences Frank Theys
12.05	Questions/réponses
12.30	Lunch

SPECIAL

Traitement des sols et CCT

13.30	Etudes de formulation en laboratoire Colette Grégoire
13.50	Exécution et contrôles Frank Theys
14.35	Chaux – Retours pratiques et liens avec CCT Olivier Pilate (FEDIEX)
14.50	Ciment et liants hydrauliques routiers – Retours pratiques et liens avec CCT Luc Rens (FEBELCEM)
15.05	Retour d'expériences d'un entrepreneur Denis Beublet (Wanty)
15.25	Questions/réponses

FEDIEX & FEBELCEM vous offrent un moment de rencontre convivial à la fin de cette journée



Production, exécution et contrôle de routes en béton durables

14 mars 2019



Revêtements bitumineux: production, exécution et contrôle

28 mars 2019

9.00	Accueil (avec café)
9.30	Introduction de la journée Elia Boonen
9.40	Structure des routes en dalles de béton et en béton armé continu Sylvie Smets
10.20	Exécution d'une route en béton, du fond de coffre à la finition de surface Filip Covemaeker (TRBA SA)
11.00	Pause-café
11.20	Les joints dans une route en béton Luc Rens (FEBELCEM)
12.00	Les contrôles sur chantier Jurgen Houben
12.30	Lunch
13.30	Une bonne composition du béton: la base pour une bonne exécution Claude Ployaert (Inter-Beton)
14.15	Certification du béton routier Anne Beeldens (AB Roads)
14.45	Points d'attention pour les applications particulières des revêtements en béton: pistes cyclables, voies de bus, voies de bus et de tram, ronds-points, revêtements esthétiques et revêtements extérieurs industriels Elia Boonen
15.15	Questions/réponses et clôture

9.00	Accueil (avec café)
9.30	Introduction de la journée Ann Vanelstraete
9.40	Principes de base de la production d'enrobés Eric Van den Kerkhof
10.30	Exécution: travaux préparatoires – Couche de collage Alexandra Destrée
11.15	Pause-café
11.40	Fraisage: types et fraisage 3D John Vastmans (TopOff)
12.25	Lunch
13.30	Epanchage et compactage des revêtements bitumineux Bart Beaumesnil
14.20	Contrôle du mélange bitumineux après l'exécution Ben Duerinckx
14.45	Production et mise en œuvre d'applications particulières – Partie 1: asphalte coulé Lieve Glorie
15.10	Production et mise en œuvre d'applications particulières – Partie 2: enrobé coloré Alexandra Destrée
15.40	Questions/réponses et clôture

Inscriptions

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

Lieu

Auditorium du CRR, Fokkersdreef 21, 1933 Sterrebeek.

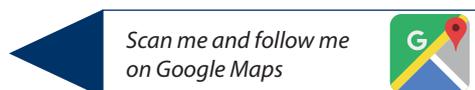
Itinéraire: www.crr.be/fr/accessibilite

Parking possible sur le terrain dans l'enceinte du CRR.



Contact

02 766 03 55
training@brrc.be



Venez nous rendre visite au Salon des Mandataires!



Cette année encore, le CRR sera présent lors de cet événement incontournable en Wallonie! Le Salon des Mandataires

est en effet le lieu de rencontre par excellence des pouvoirs publics, qui ont, rappelons-le, la charge de 90 % de notre réseau routier!

Le Salon se tiendra au Wex de Marchen-Famenne les 14 et 15 février 2019.

Pour plus d'informations, n'hésitez pas à consulter le site web de l'événement.

www.mandataires.be

Construction de la remorque de résistance au roulement améliorée

Le secteur du transport est responsable d'environ 25 % de toutes les émissions de gaz à effet de serre [1], dont une grande partie est causée par le transport routier. Parvenir à une infrastructure routière durable et respectueuse de l'environnement est donc plus que jamais à l'ordre du jour. C'est en particulier la phase d'exploitation pendant la durée de vie du revêtement qui contribue largement à l'empreinte écologique de la route.

RRR1 et RRR2

La résistance au roulement est une propriété importante reconnue mondialement pour les pneus. Cependant, quand on parle de résistance au roulement, force est de constater que les revêtements jouent aussi un rôle important et qu'il convient donc de leur accorder l'attention qu'ils méritent. C'est ce qu'une étude, qui a démarré dans les années 1980, et toujours en cours, a démontré. La résistance au roulement concerne l'interaction entre les pneus et le revêtement. Le CRR peut se targuer d'une expertise exceptionnelle en la matière.

Depuis les années 1980 déjà, le CRR dispose de la première remorque de résistance au roulement (RRR1, figure 1), développée par un chercheur du CRR Guy Descornet. Cette RRR1, basée sur la méthode de l'angle, a été améliorée au fil des ans et validée. En collaboration avec la KUL et dans le cadre de plusieurs thèses [2 et 3], un nouveau prototype a été développé basé sur la méthode des forces: RRR2 (figure 2).

Projet MIRIAM

Le projet MIRIAM [4], acronyme de *Models for rolling resistance in Road Infrastructure Asset Management Systems*, a été lancé en 2010 avec une douzaine de partenaires d'Europe et des Etats-Unis,

dont le CRR. Son but principal est de rassembler et de proposer des informations utiles pour la réalisation d'une infrastructure routière durable et respectueuse de l'environnement. Des points d'attention importants dans ce cadre sont d'atteindre des émissions de CO₂ plus basses et une efficacité énergétique plus élevée en appliquant des revêtements dont la résistance au roulement est plus faible. Lorsque la résistance au roulement est plus faible, la consommation d'énergie diminue. Une première phase du projet, 2010-2011, s'est principalement intéressée à l'étude des méthodes de mesures de résistance au roulement. La deuxième phase, 2012-2015, s'est davantage concentrée sur le développement et l'implémentation de modèles CO₂. La troisième phase, qui a démarré en 2016 et est toujours en cours, vise à poursuivre le développement de l'outil stratégique. L'objectif est de pouvoir implémenter directement les résultats dans les systèmes de gestion routière. Le projet est coordonné par le DRD (*Danish Road Directorate*). Le CRR a participé avec la RRR1 et a coordonné et analysé les mesures comparatives [5] sur la piste d'essai de l'IFSTTAR à Nantes (Institut Français des Sciences et Technologies des Transports, de l'Aménagement et des Réseaux) (figure 1).

Projet ROSANNE

De 2013 à 2016, le CRR a participé activement au projet de recherche européen ROSANNE [6] (en entier: *Rolling resistance, Skid resistance, ANd Noise Emission measurement standards for road surfaces*). Cette recherche prénormative, sous la direction de l'institut autrichien AIT (*Austrian Institute of Technology*), a été réalisée dans le cadre du septième programme cadre de recherche et de développement technologique (PC7). Elle visait le développement et l'harmonisa-

tion de méthodes de mesure pour la rugosité, l'émission de bruit et la résistance au roulement des revêtements, ainsi que la préparation à la normalisation. Un projet de norme sur la résistance au roulement a notamment été écrit et validé sur base de mesures comparatives. Le CRR a participé avec ses deux types d'appareil (RRR1 et RRR2) à ces mesures à Nantes (figure 2).

Ces activités dans le cadre de MIRIAM et ROSANNE ont abouti à un projet de norme [7] dans lequel sont spécifiées des méthodes pour mesurer la résistance au roulement dans des conditions réalistes et sur des revêtements réels, telles que la remorque de résistance au roulement (RRR).

GPP

Le CRR dirige le groupe de travail *Green Public Procurement* (GPP) qui réunit les principaux acteurs du secteur routier (autorités adjudicatrices, entrepreneurs) et des experts en durabilité et qui a pour but d'accompagner et d'encourager l'adjudication durable pour tous les matériaux de revêtement en construction routière. On travaille à la sélection d'indicateurs écologiques (entre autres les émissions de CO₂), sociaux et financiers adéquats. La résistance au roulement aussi est un indicateur potentiel pour les émissions de CO₂ et la RRR peut donc apporter une contribution importante pour le GPP en Belgique.

RRR3

En raison des nouvelles exigences du projet de norme ROSANNE, de la nécessité de maintenir et de mettre à profit l'expertise unique dans le domaine de la résistance au roulement pour pouvoir continuer à faire de la recherche et répondre à des demandes de mesures sur



Figure 1 – (à gauche): RRR1 sur une piste d'essai à Nantes pendant des mesures MIRIAM (sans capot antivent) – (à droite): RRR1 pendant une mesure sur revêtements minces à Wilrijk (projet SToLA)



Figure 2 – RRR2 sur une piste d'essai à Nantes pendant des mesures ROSANNE

Bibliographie

- [1] **European Environment Agency (2018).** *Greenhouse gas emissions from transport : indicator assessment.* Disponible en ligne <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/transport-emissions-of-greenhouse-gases/transport-emissions-of-greenhouse-gases-11>, dernière consultation le 29/11/2018.
- [2] **Gielen, T.; Royackers, M. (2014-2015).** *Analyse en ontwerp van een aanhangwagen voor rolweerstandsmetingen.* Thèse présentée pour l'obtention du grade de Master of Science in de Ingenieurswetenschappen:Werktuigkunde KULeuven, promoteur prof. dr ir F. Al-Bender, accompagnateur CRR dr ir J. Maeck.
- [3] **Prinseel, A.; Willemse, M. (2016-2017).** *Experimentele analyse, verbetering en validatie van een aanhangwagen voor het meten van rolweerstand.* Thèse présentée pour l'obtention du grade de Master of Science in de Ingenieurswetenschappen:Werktuigkunde KULeuven, promoteur prof. dr ir F. Al-Bender, accompagnateur CRR dr ir J. Maeck.
- [4] **Maeck, J. (2016).** *Workshop MIRIAM au CRR à Sterrebeek Rolling Resistance in Road Infrastructure Asset Management.* Repéré à http://www.brcc.be/fr/article/f110_11, dernière consultation le 21/11/2018.
- [5] **Bergiers A. (2012).** *Le CRR coordonne l'essai comparatif international de l'appareillage de mesure de la résistance au roulement.* In : Bulletin CRR, (2012)90, pp. 8-11.
- [6] **Maeck, J. (2016).** *ROSANNE : mesure de résistance au roulement à Nantes.* Repéré à http://www.brcc.be/fr/article/f241_08, dernière consultation le 25/11/2018.
- [7] **Bergiers, A.; Ejsmont, J.; Maeck, J.; Zöller, M. (2016).** *Draft standard for a trailer-based rolling resistance measurement method including robust calibration procedures.* Collaborative Project FP7-SST-2013-RTD-1, Seventh Framework Programme, Theme SST.2013.5-3: Innovative, cost-effective construction and maintenance for safer, greener and climate resilient roads. ROSANNE, WP3, Deliverable D3.5, disponible en ligne <http://www.rosanne-project.eu/documents?id=7299>, dernière consultation le 25/11/2018.

route, le besoin d'une RRR solide, compatible avec les nouvelles exigences, se fait sentir. Il s'agit entre autres de pneus de plus grande taille, de pneus de référence, de sollicitations supérieures sur la roue et d'un usage pratique amélioré au niveau par exemple du changement des roues et de l'accessibilité des capteurs sous le capot antivent.

Sur base des expériences acquises avec la RRR1 et la RRR2, la construction d'une remorque de résistance au roulement améliorée est prévue: la RRR3. Comme la RRR1, celle-ci sera basée sur la méthode de l'angle, étant donné que grâce à l'expérience acquise depuis les années 1980, c'est la méthode la plus validée.

La conception, la construction et l'homologation de la RRR3 sont prévues pour fin 2019. Dans cette optique, une collaboration avec un bureau d'ingénieurs spécialisé en mécanique et en électromécanique est en place. La phase de conception est en cours. La construction de la RRR3 démarrera début 2019. Les premières mesures de validation réalisées par le CRR sont attendues quant à elles fin 2019.

Sites web des différents projets

www.rosanne-project.eu
www.miriam-co2.net



Anneleen Bergiers
 02 766 03 17
a.bergiers@brcc.be

Nouvelles publications CRR

Exigences performantielles des matériaux de jointoiment pour revêtements modulaires CR 45

Le CRR a mené pendant deux ans, avec le soutien du SPF Economie et du Bureau de Normalisation (NBN) et en collaboration avec l'Université Gent (Vakgroep Plantaardige Productie), une étude ayant pour but principal d'établir des méthodes d'essai et des exigences performantielles pour les matériaux de jointoiment innovants, liés ou non, destinés aux revêtements modulaires (béton, terre cuite et pierre naturelle).

Ce compte rendu de recherche dresse un inventaire actualisé des essais possibles pour la caractérisation des matériaux de jointoiment. Il présente les résultats et conclusions principaux de l'étude pour les matériaux disponibles sur le marché belge et tente de donner une première amorce d'exigences performantielles pour les matériaux de jointoiment dans les normes européennes et/ou les cahiers des charges types belges.

Développement de la technique géoradar en auscultation de routes CR 46

Ce compte rendu de recherche reprend les résultats pratiques obtenus dans ce domaine spécifique en indiquant les méthodes utilisées pour y parvenir, ainsi que les études d'information effectuées.

Il décrit les résultats de quatre années de recherche (du 1^{er} novembre 2013 au 31 octobre 2017), ainsi que les cas pratiques considérés qui ont permis la rédaction des méthodologies et la mise en pratique de celles-ci sur un chantier de recyclage.



Toutes les publications peuvent être téléchargées gratuitement après enregistrement sur notre site web (www.crr.be).

Les membres ressortissants et les membres adhérents reçoivent gratuitement les nouvelles publications CRR.

Les non-membres peuvent les commander au CRR contre paiement:

Mme Dominique Devijver
02 766 03 26 (le matin);
publication@brrc.be

Beau succès pour le séminaire consacré aux revêtements en pierre naturelle



PIERRES & MARBRES WALLONIE



Le 17 septembre a eu lieu aux Moulins de Beez à Namur le séminaire «Les pierres naturelles embellissent la rue et nos espaces publics – lorsqu'elles respectent les bonnes pratiques!». Organisé par le CRR et Pierres & Marbres de Wallonie, ce séminaire s'adressait à tous les acteurs de l'aménagement de l'espace public. C'était aussi l'occasion de relever l'éclat du lancement de la nouvelle publication du CRR sur les pavages en pierre naturelle.

Une centaine de personnes ont été accueillies par Annick De Swaef, directrice générale du CRR, et ont pu écouter différents intervenants.

Kim Eric Mörig, de DLA Piper, a entamé le programme de l'après-midi avec un exposé sur la **légalisation relative aux marchés publics**. Celle-ci met de plus en plus souvent l'accent sur l'intégration de critères d'ordre éthique, social et environnemental lors de l'attribution de marchés publics.

Francis Tourneur de Pierres & Marbres de Wallonie s'est ensuite penché sur la **richesse géologique de la Wallonie** et sur la grande variété de roches disponibles. Sa présentation a aussi abordé l'importance économique et l'histoire du secteur des pierres naturelles.

Notre collègue Sylvie Smets a par la suite présenté le **nouveau code de bonne pratique CRR relatif aux pavages en pierre naturelle**. Cette publication a pour vocation de servir de document de base pour tous ceux qui sont impliqués dans un projet d'aménagement en pierre naturelle et est le fruit d'une collaboration démarrée il y a dix ans, notamment suite aux différentes demandes d'assistance technique en la matière. Elle a donné un bref aperçu des thèmes abordés dans les différents chapitres du code. L'assemblée a naturellement aussi reçu un exemplaire papier de cette publication.

Après avoir brièvement présenté le Bureau d'études Greisch, Anne Gavray a passé en revue quelques **exemples concrets de projets réalisés et futurs** dans le cadre desquels on a opté pour des **pavages en pierre naturelle lors du réaménagement d'espaces publics**. Elle s'est également attardée sur quelques aspects qu'il importe de prendre en compte lors des phases de conception et d'exécution de pavages en pierre naturelle.

Enfin, Dominique Nicaise du CSTC est montée à la tribune pour présenter le **projet PREMANAT**. Ce projet de recherche prénormative est réalisé en collaboration avec le CRR et avec le soutien du SPF Economie et du NBN. Il a pour principal objectif d'établir des méthodes d'essai et des exigences performantielles pour les matériaux qui sont appliqués dans les pavages en pierre naturelle soumis au trafic, sur différents plans considérés comme une priorité par le secteur (résistance à la glissance ou rugosité, polissage et/ou vieillissement

sous les charges du trafic, résistance au délitement ou à la désintégration, résistance au gel-dégel en présence de sels de déverglaçage et réemploi des pavés en pierre naturelle dans des pavages) et d'ainsi compléter les différents documents normatifs. Elle a ensuite abordé les objectifs spécifiques du projet PREMANAT.

Au terme des présentations, l'assemblée a eu la possibilité de poser des **questions aux orateurs**. Lors de ces échanges, modérés par Franco Costantini, président de Pierres & Marbres Wallonie, il est apparu que l'évolution de la législation sur les marchés publics était un sujet fortement au centre des préoccupations.

Franco Costantini a ensuite cédé la parole à Valérie De Bue, Ministre wallonne des Pouvoirs Locaux, du Logement et des Infrastructures Sportives, pour l'**allocution de clôture**. Elle a notamment abordé le besoin, lors du réaménagement des espaces publics, de ne plus mettre nécessairement l'accent sur la

voiture mais d'accorder de l'attention à l'ensemble des usagers, qu'ils soient piétons, cyclistes ou utilisateurs des transports en commun. Elle a aussi souligné le rôle que pouvaient jouer les pavages en pierre naturelle en la matière, ainsi que la transformation des espaces publics en lieux de rencontre et de vivre-ensemble. La ministre a aussi traité du climat d'investissement que le gouvernement wallon tente de créer et est convaincue que celui-ci bénéficiera au secteur des pierres naturelles. Elle a clôturé son allocution en souhaitant bonne chance à l'ensemble des acteurs du secteur.

Un cocktail dînatoire a ensuite donné aux participants la possibilité d'échanger et de réseauter dans une ambiance conviviale et décontractée.

Le 4 avril 2019, un séminaire sur ce thème aura aussi lieu en néerlandais à la *Huis van de Bouw*, à Zwijnaarde. Informations et inscription sur notre site web: www.brrc.be/nl/natuursteenverhardingen

Présentation d'une fiche de chantier «Fond de tranchée: contrôle et solutions préconisées»

Contexte

Lors des travaux de pose de conduites en tranchée, il arrive fréquemment que le sol-support soit de faible portance et/ou que des venues d'eau relativement importantes soient observées.

Face à de telles situations, tant l'entrepreneur que le maître d'œuvre sont souvent démunis en ce qui concerne l'adoption d'une solution qui empêche des tassements différentiels trop importants de la conduite par la suite.

Cependant, il n'existe à ce jour aucune prescription sur le sujet dans les différents cahiers des charges. Cette absence se traduit donc souvent par de houleuses discussions sur chantier entre les diverses parties concernées à propos des responsabilités, des actions et des méthodes à adopter pour remédier à ce problème.

Comme solution, le CRR propose une fiche d'évaluation de la qualité du sol sous le fond d'une tranchée ainsi qu'une méthodologie à suivre pour arriver à choisir la solution la plus adéquate. Cette

fiche est basée sur l'expérience du CRR et sur ce qui se fait sur un grand nombre de chantiers. Elle pourrait être améliorée en fonction des retours d'expériences des chantiers.

Les différentes solutions proposées se basent principalement sur les résultats d'essais à la sonde de battage légère type CRR réalisés jusqu'à 2 m de profondeur à partir du fond de coffre et sur la présence ou non de venues d'eau. Cet essai est relativement aisé à mettre en œuvre au fond d'une tranchée.

La fiche proprement dite

La présente fiche concerne des tranchées de largeur inférieure à 1,5 m, soit des tranchées d'accès impossible pour les engins classiques de compactage. Rappelons également à cet égard qu'un lit de pose doit toujours être présent.

Etapes

Plusieurs étapes sont nécessaires au choix de la solution la plus adéquate en fonction des précédents paramètres (enfouissement, venues d'eau).

La fiche également jointe en annexe et/ou téléchargeable sur le site du CRR, nécessite la réalisation des étapes suivantes:

- **l'étape 0** concerne la campagne préalable de reconnaissance des sols qui est (*ou doit être*) réalisée lors de l'étude de projet ou avant le début des travaux. Cette campagne comporte des essais à la sonde de battage légère type CRR dont la profondeur doit dépasser de 2 m le fond théorique de la tranchée. En réalité, cette étape n'est pas toujours réalisée et est souvent une des sources de discussions («*mieux vaut prévenir que guérir*»);

- **l'étape 1** concerne la préparation du fond de la tranchée, une fois les travaux de terrassement réalisés. Une opération de compactage est obligatoire (*sauf en présence d'un support rocheux*) afin de pouvoir réduire la déconsolidation des terrains liés aux travaux de déblai.

Au terme de cette étape, la qualité du sol-support est estimée. Soit la portance du sol est jugée suffisante, les travaux de pose de la conduite peuvent

alors démarrer. Soit le sol est jugé mauvais, non portant ou présentant un risque de dégradation de la conduite, il faut alors passer à l'étape 2;

- l'**étape 2** consiste à réaliser une campagne complémentaire de reconnaissance à l'aide d'essais à la sonde de battage légère type CRR sur 2 m de profondeur à partir du fond de la tranchée. La fréquence des essais dépend principalement des conditions rencontrées du sol et du chantier;

- l'**étape 3** est l'interprétation des résultats à l'aide de la fiche technique. Cela nécessite la réalisation des sous-étapes suivantes:

- l'**étape 3.1: examen de la qualité de la couche de surface** (*couche située en surface du fond de fouille*). Sur base des valeurs d'enfoncement (X) obtenues avec la sonde de battage légère type CRR et exprimées en mm/coup, trois types de qualité de sols peuvent être distingués:

- un sol de qualité suffisante (*vis-à-vis des tassements potentiels*) se caractérise par des valeurs X inférieures à 40 mm/coup;

- un sol de mauvaise qualité a des valeurs d'enfoncement comprises entre 40 et 60 mm/coup;

- un sol de très mauvaise qualité est un sol dont les valeurs X sont supérieures à 60 mm/coup.

La couche de surface se caractérise par la présence majoritaire sur toute son épaisseur d'une des trois qualités décrites ci-dessus;

- l'**étape 3.2: détermination de l'épaisseur de la couche de surface**: trois cas de figure existent:

- une faible épaisseur correspond à une valeur inférieure à 40 cm;

- une épaisseur moyenne est comprise entre 40 et 100 ou 150 cm selon la qualité de la couche de surface;

- une importante épaisseur dépasse 100 à 150 cm selon les cas;

- l'**étape 3.3: détermination de la qualité de la couche sous-jacente** (*couche située directement sous la couche de surface*);

- **étape 3.4: observation des venues d'eau dans la tranchée**: deux situations peuvent être présentes (*voir face B de la fiche*):

- absence ou faibles venues d'eau: un drainage n'est pas nécessaire. Un empierrement pour sous-fondation de type 2 (par exemple, 0/40 ou 0/63) ou équivalent peut être utilisé;

- fortes venues d'eau: un drainage est nécessaire en cours de chantier. Pour ce faire, un empierrement ouvert de type 4 (par exemple, 20/90 ou 20/120) pour sous-fondation ou équivalent est recommandé.

Solutions

Au terme de ces étapes, une solution représentée par une (*ou deux*) lettre(s) est préconisée:

- la **solution OK** signifie que le sol-support est suffisamment portant. Les travaux de pose de la conduite peuvent démarrer sans adaptation préalable du fond de la tranchée;

- la **solution A** consiste à remplacer l'entièreté de la couche de surface (d'épaisseur inférieure à 40 cm) par un empierrement adapté (voir étape 3.4) et entouré d'un géotextile anticontaminant;

- la **solution B** consiste à remplacer une épaisseur de 40 cm de la couche de surface par un empierrement adapté (voir étape 3.4) et entouré d'un géotextile anticontaminant. Une géogrille de renforcement est également posée à la base de l'empierrement directement sur le géotextile. Un certain recouvrement latéral de cette géogrille est nécessaire sur les bords;

- la **solution C** consiste à remplacer une épaisseur de 40 cm de la couche de surface par un empierrement adapté (voir étape 3.4) et entouré d'un géotextile anticontaminant et d'une géogrille de renforcement. Cependant, le recouvrement total de l'empierrement par la géogrille n'est pas toujours évident à réaliser sur site. C'est pourquoi une solution de substi-

tution est également proposée dans la fiche. Elle consiste à appliquer la solution B sur une épaisseur de 60 cm (et non de 40 cm);

- la **solution D** est appliquée pour une épaisseur importante de mauvais terrains. Elle consiste à poser la conduite sur une structure adaptée comme notamment des pieux (en bois) raccordés entre eux par des hourdis en béton maigre, etc. Ces structures doivent faire l'objet d'une étude spécifique par un organisme compétent.

Les caractéristiques du géotextile anti-contaminant et de la géogrille de renforcement doivent être conformes au cahier des charges en vigueur sur chantier ou à défaut au cahier des charges type.

En cas de problème d'interprétation de la fiche, nos conseillers technologiques Benoît Janssens et Frank Theys restent à votre disposition. Ils sont également prêts à recevoir tout commentaire de votre part afin de faire évoluer cette fiche, si cela s'avère nécessaire.



Benoît Janssens
(pour toutes vos questions et suggestions en français)
02 766 03 91
b.janssens@brrc.be



Frank Theys
(pour toutes vos questions et suggestions en néerlandais)
02 766 03 20
fr.theys@brrc.be

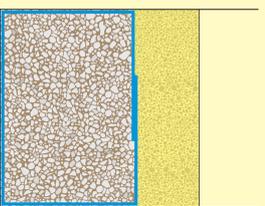
Choix du matériau d'empierrement vis-à-vis des venues d'eau

Variante A

Absence d'eau ou faible venue d'eau

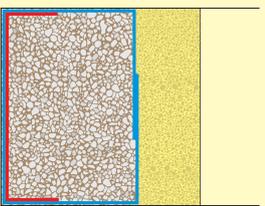
→ Empierrement sous-fondation type 2 ou équivalent

A



Epaisseur de la mauvaise couche

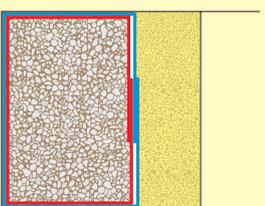
B



40 cm

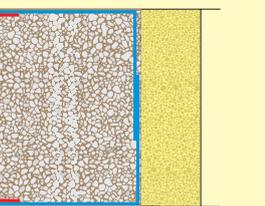
C

Cas idéal



40 cm

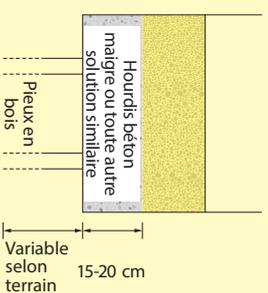
Cas à réaliser si cas idéal non possible



60 cm

D

Exemple:
variante pieux



Une étude spécifique adaptée au cas particulier et faite par un organisme compétent est à réaliser éventuellement

Variante B

Forte venue d'eau

(remplissage rapide du fond de fouille)

→ Empierrement 2/40 ou sous-fondation type 4 (CCT Qualiroutes) ou équivalent +

Mise en place d'un puisard durant la réalisation des travaux ou rabattement de la nappe par procédés adaptés. Faire remonter la nappe le plus vite possible en fin des travaux.

Légende

— Géotextile anticontaminant

— Géogrille souple

— Lit de pose du tuyau

— Empierrement sous-fondation type 2 ou équivalent

— Empierrement 2/40 ou sous-fondation type 4 (CCT Qualiroutes) ou équivalent

— Hourdis béton maigre ou toute autre solution similaire

Remarque

Caractéristiques de la géogrille souple: la géogrille doit avoir les caractéristiques mécaniques reprises au § C.27.3.2 du CCT Qualiroutes ou § C.12.2.2 du CCT 2015 mais doit être souple, contrairement aux prescriptions. Caractéristiques du géotextile anticontaminant: le géotextile doit être conforme aux prescriptions du § C.25.2.1 du CCT Qualiroutes (cas d'un sol ayant $M1 < 11$ MPa) ou § C.12.2.1, tableau a, type 5 du CCT 2015.

Mise à jour du Vademecum du bruit routier urbain

Le bruit est la principale source des nuisances liées à l'environnement à Bruxelles. Environ 30 % des ménages bruxellois sont exposés au trafic routier, premier motif de nuisance acoustique. Le bruit routier a un effet néfaste sur la santé et le bien-être: il cause entre autres des maladies cardiovasculaires, des troubles de l'apprentissage et du sommeil.

Pour lutter contre cette nuisance, Bruxelles Environnement a publié par le passé le Vademecum du bruit routier urbain [1]. Il s'agit d'un guide de bonnes pratiques qui intègre les enjeux acoustiques à la gestion des voiries et du trafic routier. Le vademecum est destiné aux décideurs, aux acteurs et opérateurs de terrain, mais également au grand public.

Fin 2014, Bruxelles Environnement a lancé l'appel d'offres «Mise à jour du Vademecum du bruit routier urbain

(2014B0658)». La mission consistait à actualiser une partie du vademecum, notamment la partie vulgarisée et la partie technique des fiches 7 «Les revêtements routiers» et 11 «Les écrans antibruit et les revêtements de parois acoustiquement absorbants». Le CRR a mis sur pied un consortium avec A-tech Acoustic Technologies et s'est vu attribuer le marché, qui a été réalisé en 2015-2016. Le CRR a coordonné le projet et a principalement développé la fiche 7, alors qu'A-tech s'est chargé de la fiche 11.

Bruxelles Environnement s'est occupé de la mise en pages des nouveaux documents et a annoncé le 6 novembre 2018, lors d'une journée d'information *Quiet. Transports 2018* relative au bruit des transports à Bruxelles, que les fiches 7 [2-3] et 11[4-5] (partie vulgarisée et technique) étaient publiées et disponibles sur son site.



La fiche 7 décrit les types de revêtements les plus utilisés en milieu urbain, ainsi que les revêtements réducteurs de bruit. Elle aborde aussi les phénomènes physiques lors de l'apparition du bruit de roulement et les propriétés du revêtement pertinentes pour la production de bruit. Les points d'attention pour les différents revêtements sont également récapitulés. De plus, l'influence des conditions météorologiques, des irrégularités, de l'usure et des réparations sur le bruit produit est abordée. Enfin, quelques aspects financiers relatifs à l'application de revêtements silencieux sont traités.

La fiche 11 traite de facteurs déterminants pour l'efficacité d'un écran antibruit. Les caractéristiques et les performances intrinsèques des dispositifs sont prises en compte. Les avantages et inconvénients des matériaux et systèmes utilisés sont aussi énumérés. Enfin, l'installation et le prix de revient d'un écran antibruit sont brièvement abordés.

Les fiches vulgarisées et techniques 7 et 11 peuvent être téléchargées sur le site web de Bruxelles Environnement [2-5].

Bibliographie

- [1] **Bruxelles Environnement (2002).** *Vademecum du bruit routier urbain.* Disponible en ligne <https://environnement.brussels/thematiques/bruit/gestion-durable/vademecum-du-bruit-routier-urbain>, dernière consultation le 19/11/2018.
- [2] **Centre de recherches routières (2018).** *Vademecum du bruit routier urbain. Partie 7, les revêtements routiers.* Bruxelles Mobilité ; Bruxelles Environnement, 2018. Disponible en ligne https://environnement.brussels/sites/default/files/user_files/vademecum_f7_fr_0.pdf, dernière consultation le 28/11/2018.
- [3] **Centre de recherches routières (2018).** *Vademecum du bruit routier urbain. Partie 7, les revêtements routiers : fiche technique.* Bruxelles Mobilité ; Bruxelles Environnement, 2018. Disponible en ligne https://environnement.brussels/sites/default/files/user_files/vademecum_f7_tech_fr.pdf, dernière consultation le 28/11/2018.
- [4] **Centre de recherches routières (2018).** *Vademecum du bruit routier urbain. Partie 11, les écrans antibruit et les revêtements de parois acoustiquement absorbants.* Bruxelles Mobilité ; Bruxelles Environnement, 2018. Disponible en ligne https://environnement.brussels/sites/default/files/user_files/vademecum_f11_fr_0.pdf, dernière consultation le 28/11/2018.
- [5] **Centre de recherches routières (2018).** *Vademecum du bruit routier urbain. Partie 11, les écrans antibruit et les revêtements de parois acoustiquement absorbants : fiche technique. Réduire le bruit routier pendant sa propagation.* Bruxelles Mobilité ; Bruxelles Environnement, 2018. Disponible en ligne https://environnement.brussels/sites/default/files/user_files/vademecum_f11_tech_fr.pdf, dernière consultation le 28/11/2018.



Anneleen Bergiers
02 766 03 17
a.bergiers@brcc.be

Digital Construction Brussels 2018



Comme annoncé dans le précédent numéro (Bulletin CRR 116, p. 3), le salon Digital Construction Brussels 2018 s'est tenu les 24 et 25 octobre à Tour & Taxis à Bruxelles.

Lors de la deuxième édition de ce salon, déjà incontournable pour tous ceux qui s'intéressent à la numérisation du secteur de la construction au sens large, le CRR a eu le plaisir d'organiser deux séances parallèles de 2 h (l'une en français, l'autre en néerlandais) et d'y aborder la question du parcours numérique de quelques entrepreneurs routiers.

Parcours numérique?

Au cours de ces workshops dynamiques et interactifs, Xavier Cocu a amené, par le biais de quelques questions, deux entrepreneurs à raconter leur parcours de numérisation, et ainsi partager leurs expériences, leurs soucis et leurs attentes avec les collègues et autres acteurs présents dans la salle.

Tout au long de ce fil rouge, quatre technologies récentes ont brièvement été présentées, pour ensuite faire l'objet

d'un débat et d'un échange d'idées entre les participants:

- Track & Trace;
- Drones & UAVs;
- BIM for Roads;
- Embedded Sensors & IoT.

Où en est la numérisation dans votre entreprise? We need you!

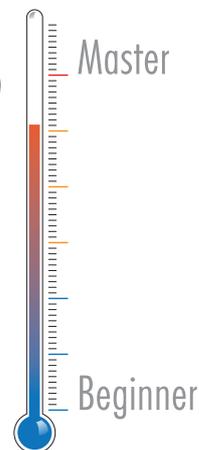
Au terme de ces séances, un appel a été lancé aux entrepreneurs routiers pour participer à une initiative visant le développement d'un outil permettant de mesurer le degré de numérisation d'une entreprise, le *Digi-Barometer*.

Certaines personnes présentes ont déjà fait part de leur volonté de participer, mais ce n'est qu'un début et nous avons besoin de votre aide également! Vous êtes partant ou vous souhaitez plus d'informations? Envoyez un e-mail à innovation@brrc.be

Nous remercions encore les entrepreneurs routiers Aurélien Nonet (Groupe Jean NONET sa) et Laurent Reynders (Socogetra – Groupe Besix), ainsi que les différents orateurs: Fabrice Lebrun (Ficos), Pierre Desmets (Drone TechniXX), Benoît Lebrun (Arcadis), Xavier Lallemand (Aptus) et Yassine Makhoukh (Suivo).

Nous vous donnons d'ores et déjà rendez-vous les **23 et 24 octobre 2019** pour la troisième édition de cet événement, qui sera pour nous l'occasion de présenter les résultats du *Digi-Barometer*.

How digital are you?



Rapport final du projet SToLA sur les revêtements bitumineux minces réducteurs de bruit en environnement urbain

Introduction

La ville d'Anvers a mis sur pied le projet pilote SToLA sur les revêtements minces réducteurs de bruit (RMRB) en environnement urbain. Ce projet avait pour but de vérifier si les revêtements bitumineux minces pouvaient être appliqués avec succès en environnement urbain pour réduire les nuisances sonores dues au trafic.

Il s'inscrit dans le cadre d'un plan d'action sur le bruit urbain mis sur pied suite à la Directive européenne 2002/49/CE et pour lequel la qualité acoustique et la durabilité mécanique des RMRB devaient être étudiées et observées dans le temps.

Le projet a été attribué à un consortium constitué par l'*Universiteit Antwerpen* (UA) et le Centre de recherches routières

(CRR). La cellule Caractéristiques de surface – Marquages – Bruit (SMN) de la division Environnement – Routes en Béton – Géotechnique – Caractéristiques de surface (CEG) a pris en charge la direction du projet au sein du CRR. Dans le Bulletin CRR 107, un article paraissait déjà dès les premiers pas du projet [1].

Mise en œuvre des sections expérimentales et méthodologie

En octobre 2015, cinq types différents de revêtements minces ont été mis en œuvre dans la *Zandvlietse Dorpstraat* à Zandvliet (figures 1 et 3) et dans la *Kleine Doornstraat* à Wilrijk (figure 4). Au total, huit sections et un revêtement de référence SMA-C2 ont été mis en œuvre. A Wilrijk, on trouvait déjà un revêtement de référence existant BB-4C. En juin 2016, un revêtement de référence SMA-D supplémentaire a été mis en œuvre à Zandvliet.

La mise en œuvre a été documentée jusque dans les moindres détails par la division Chaussées asphaltiques, applications bitumineuses et chimie (BAC) du CRR, au moyen d'observations, de prélèvements d'échantillons, de thermographie IR et de mesures de température (figure 1). Des échantillons en vrac ont été utilisés pour des contrôles de la granularité, de la teneur en liant, et l'exécution d'essais de plumage. Deux fois par an, des inspections visuelles ont eu lieu (figure 2). Les dégradations éventuelles ont été reliées à des événements survenus pendant la mise en œuvre et à l'évolution des résultats de ces mesures effectuées deux fois par an.

Les mesures *Close proximity* (CPX) de bruit, de texture et de résistance au roulement ont aussi été réalisées deux fois par an par la cellule SMN du CRR. Les résultats de ces mesures ont été reliés aux inspections visuelles:

- les mesures CPX de bruit (figure 3) ont été réalisées pour déterminer la qualité acoustique des sections expérimentales. Ces mesures CPX ont permis de constater la réduction du bruit obtenue avec le nouveau RMRB mis en œuvre par rapport aux revêtements de référence existant et nouveau. Quant à l'homogénéité de la qualité acoustique sur la longueur d'un revêtement routier, elle a également pu être évaluée de cette manière. Enfin, l'influence du revêtement sur le bruit en présence de différentes catégories de véhicules a été évaluée;
- la texture du revêtement a été mesurée dans plusieurs buts:
 - déterminer la profondeur moyenne de texture d'une section de route, ci-après désignée par l'abréviation anglaise MPD (*Mean Profile Depth*). La

MPD est importante pour la résistance au roulement (consommation d'énergie et émission de CO₂) et l'adhérence dans des conditions humides (pluie) à des vitesses supérieures;

- déterminer le spectre de texture. Cela a permis de continuer à interpréter les mesures de bruit CPX. La macrotexture est un avantage en matière de production de bruit étant donné qu'elle permet d'éviter le phénomène de pompage de l'air. La mégatexture constitue par contre un inconvénient en raison des vibrations des pneus engendrées, qui entraînent du bruit;
- les mesures de résistance au roulement ont été effectuées pour avoir une idée de l'impact des revêtements routiers sur la consommation d'énergie et sur les émissions de CO₂ par l'usager de la route. Le type de revêtement et sa surface influencent en effet la résistance au roulement. Une résistance au roulement faible est d'actualité, tant du point de vue de la réduction de la consommation d'énergie que du point de vue de l'écologie (enjeux climatiques).

L'UA a procédé à des mesures acoustiques *Statistical Pass-By* (SPB) et *Controlled Pass-By* (CPB) et l'*Agentschap Wegen en Verkeer* (AWV) s'est occupée des mesures de bruit ambiant et de rugosité. L'AWV a également suivi les sections expérimentales avec la méthode CPX et a comparé à chaque fois les résultats de mesure avec ceux du CRR. L'UA s'est chargée des questionnaires avant et après la mise en œuvre, qui ont permis de conclure que ces interventions aboutissent à une diminution notable des nuisances sonores ressenties (subjectives) et que les nuisances perçues ont un impact sur la qualité de vie en général [2].

Résultats du suivi

Mesures de bruit CPX

La méthode CPX a permis de mesurer des réductions initiales de bruit de 2,4 à 5,4 dB(A) par rapport au revêtement de référence SMA-C2 à 50 km/h (figure 5) et avec le pneu P1, représentatif des voitures particulières. La diminution apparente de réduction du bruit, visible pour tous les RMRB à la figure 5, vient du fait que le revêtement de référence est devenu après six mois environ 1 dB(A) plus silencieux. Cet effet est aussi visible en tant que diminution de la MPD lors des



Figure 1 – Suivi de la mise en œuvre dans la *Zandvlietse Dorpstraat* à Zandvliet



Figure 2 – Réalisation d'inspections visuelles sur les sections expérimentales par le CRR



Figure 3 – Remorque CPX du CRR dans la *Zandvlietse Dorpstraat* à Zandvliet



Figure 4 – Remorque de mesure de la résistance au roulement (RRR1) du CRR dans la *Kleine Doornstraat* à Wilrijk

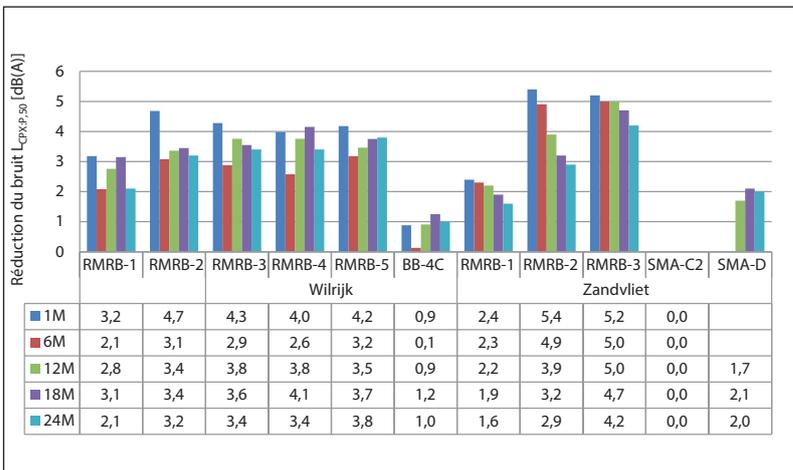


Figure 5 – Aperçu de la réduction du bruit sur base des mesures CPX avec un pneu P1 à 50 km/h, mesures réalisées 1, 6, 12, 18 et 24 mois après la pose et comparées avec le SMA-C2 de référence avec le même intervalle de temps (avec correction de température et de dureté). Pour les mesures SMA-D, réalisées 4, 10 et 16 mois après la pose

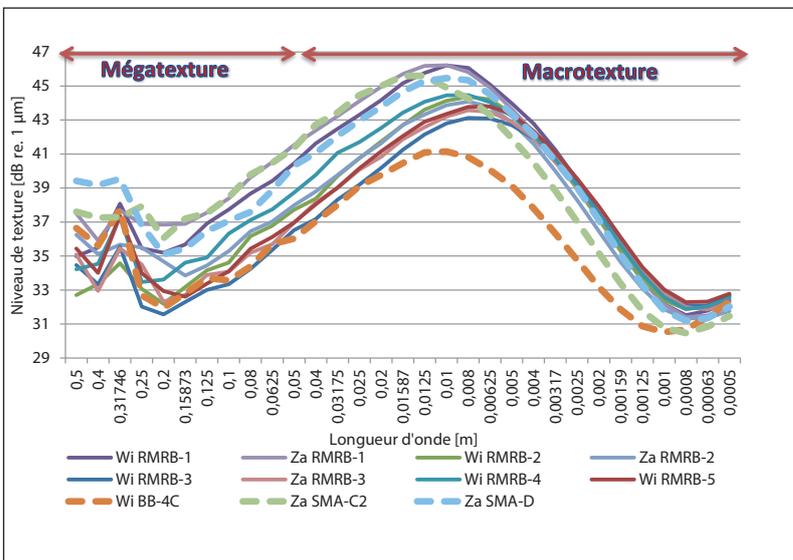


Figure 6 – Spectres de texture 24 mois après la pose. Pour le SMA-D, 16 mois après la pose. Les revêtements minces sont illustrés avec une ligne continue. Les références sont illustrées avec une ligne pointillée. Wi = Wilrijk. Za = Zandvliet

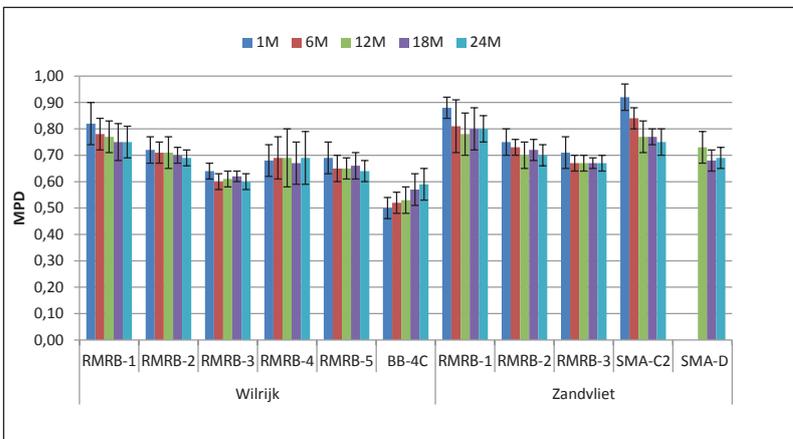


Figure 7 – Evolution de la MPD pour toutes les sections expérimentales 1, 6, 12, 18 et 24 mois après la pose. Pour le SMA-D 4, 10 et 16 mois après la mise en oeuvre. Les indicateurs d'erreur donnent les déviations types sur 20 m de segments routiers

mesures de texture (figure 7). Il est probablement question de postcompactage, bien que cela n'ait pas été constaté lors des inspections visuelles. Après la stabilisation du revêtement de référence, six mois après la pose, la réduction du bruit est encore de 2,1 à 4,2 dB(A). Les mesures avec le pneu H1, représentatif du trafic lourd, présentent environ 1 dB(A) moins de réduction sonore initiale. Globalement, la qualité acoustique reste stable sur la période de deux ans. Pour six des huit RMRB mis en œuvre, il a été facile d'atteindre la réduction sonore de 3 dB(A) souhaitée initialement. Le RMRB-1 est le moins performant en matière de réduction du bruit. Il convient de souligner que l'on peut en attendre une durée de vie mécanique et/ou acoustique supérieure à celle des autres RMRB, mais pour pouvoir confirmer ou infirmer cette hypothèse, il faudrait continuer le suivi.

Des mesures CPX réalisées pendant deux ans montrent une absence d'homogénéité croissante pour le RMRB-1 et le RMRB-4 à Wilrijk. Cette absence d'homogénéité est due à un début de plumage. On remarque déjà une augmentation significative du bruit uniquement pour la section expérimentale RMRB-2 à Zandvliet. Des sections expérimentales avec les mêmes mélanges sont plus silencieuses à Zandvliet qu'à Wilrijk, ce qui dans certains cas est lié à la granularité des mélanges appliqués qui diffère légèrement entre Zandvliet et Wilrijk. Après une augmentation limitée du bruit à Zandvliet la première année, les différences au niveau des réductions sonores entre Zandvliet et Wilrijk ont disparu.

Mesures de texture

Tous les RMRB ont des spectres de texture similaires, à l'exception du RMRB-1, qui présente des niveaux de texture qui se rapprochent davantage du SMA-D de référence (figure 6). Tous les RMRB présentent des niveaux de mégatexture inférieurs au SMA-C2, ce qui est un avantage car il y a dès lors moins de vibrations des pneus qui engendrent du bruit. Les changements de texture dans le temps ont en général pu être reliés à des augmentations de niveaux sonores dans le temps.

La MPD reste stable sur la période de deux ans après la pose (figure 7). L'absence d'homogénéité de la texture et le plumage local observé lors des inspections visuelles ont souvent pu être reliés à des événements survenus pendant la mise en œuvre. La MPD est en bonne corrélation avec la résistance au roulement. La plupart des RMRB présentent une MPD inférieure au revêtement de référence, ce qui est une première indication qu'ils peuvent aussi satisfaire pour la résistance au roulement.

Mesures de résistance au roulement

Il convient de souligner que les mesures de résistance au roulement ne sont pas encore en phase d'étude. A 50 km/h, des réductions de la résistance au roulement de 3 à 8 % par rapport au BB-4C ont été mesurées. Le RMRB-1 a la résistance au roulement la plus élevée de tous les RMRB mesurés. Les résultats à Zandvliet sont moins fiables, à cause de la difficulté du site de mesure combinée à la sensibilité de la méthode de mesure de résistance au roulement. Le SMA-D y présente la plus grande réduction de résistance au roulement, qui y est de 4 % par rapport au SMA-C2 à 30 km/h.

Selon l'étude dans le cadre de MIRIAM [3], dont le CRR est partenaire, une réduction de la résistance au roulement d'1 % signifie environ 0,1 à 0,3 % de réduction de consommation d'énergie. Les réductions de résistance au roulement de 3 à 8 % mesurées pourraient donc être converties en 0,3 à 2,4 % de réduction de consommation d'énergie.

On peut dire que toutes les sections expérimentales ont une résistance au roulement assez faible, ce qui, pour des RMRB bien mis en œuvre, était conforme aux attentes. Plus la résistance au roulement est faible, plus la consommation d'énergie est faible, moins il y a d'émissions de CO₂ dues au trafic routier, et ce pendant toute la durée de vie de la route. La résistance au roulement initiale plus faible des RMRB donne une indication de leur utilité pour réduire l'empreinte CO₂ de la route dans la phase d'exploitation. Il faut approfondir la recherche pour voir si la résistance au roulement faible peut être maintenue dans le temps.

Remarques finales

La présentation finale pour la ville d'Anvers a eu lieu le 19 juin 2018 et le rapport final a été conjointement écrit par l'UA et le CRR. Cependant, les sections expérimentales sont assez jeunes et peuvent fournir des informations très intéressantes pendant le reste de leur durée de vie. Il est important de connaître la stabilité acoustique dans le temps et le moment auquel la qualité acoustique a diminué de manière telle que l'effet de réduction sonore a disparu. Le suivi des dégradations peut donner une vision utile concernant l'utilisation des RMRB en environnement urbain. Le

CRR va continuer à suivre ces sections expérimentales à l'avenir afin de pouvoir en tirer des conclusions plus solides concernant l'utilisation de RMRB en environnement urbain.

Il est nécessaire de faire un choix réfléchi tenant compte des circonstances spécifiques du site. L'utilisation de RMRB ne peut pas être tout simplement indiquée dans chaque rue. Les carrefours ou les endroits où le trafic marque de nombreux arrêts et démarrages, ou encore les endroits où il y a beaucoup de trafic tangentiel ne conviennent pas, par exemple. Il faut aussi accorder suffisamment d'attention à une bonne mise en œuvre, étant donné que dans le cas contraire, le risque de plumage ou de détachement du support est grand. La qualité et le suivi de la pose sont d'une importance cruciale.

Pour plus de résultats, des détails, conclusions et recommandations, consultez le rapport final complet [2].

Remerciements

Nous remercions les membres du consortium pour le projet SToLA: Cedric Vuye de l'*Universiteit Antwerpen*; Rebecca Beeckman, Els Van Duyse, Kristel Heyman, Iris Gommers et Anne Van Dessel de la ville d'Anvers; Johan Maeck, Luc Goubert, Ben Duerinckx, Philippe Debroux et les collègues de la division Chaussées asphalti-

Bibliographie

- [1] **Maeck, J.; Bergiers, A.; Duerinckx, B. (2016).** *Couches bitumineuses minces et silencieuses en milieu urbain : projet pilote à Anvers.* In : Bulletin CRR (2016)107, pp.4-6.
- [2] **Vuye, C.; Bergiers, A.; Duerinckx, B. (2018).** *SToLA (Stille TOPlagen voor Antwerpen) : eindrapport.* Anvers ; Bruxelles : Université d'Anvers ; Centre de recherches routières, 2018. Disponible en ligne https://assets.antwerpen.be/srv/assets/api/download/44b827df-d33a-4975-99e0-257e48078ffe/Eindrapport_STOLA_project_geanonimiseerd.pdf, dernière consultation le 29/11/2018.
- [3] **Maeck, J. (2016).** *Workshop MIRIAM au CRR à Sterrebeek Rolling Resistance in Road Infrastructure Asset Management.* Repéré à http://www.brrc.be/fr/article/f110_11, dernière consultation le 21/11/2018.

ques, applications bitumineuses et chimie (BAC) du CRR; Barbara Vanhooreweder et Ann Buytaert de l'*Agentschap Wegen en Verkeer*.

Le consortium remercie la ville d'Anvers pour le financement de ce projet, ainsi que les trois entrepreneurs qui étaient prêts à mettre en œuvre les RMRB pour leur contribution.



Anneleen Bergiers
02 766 03 17
a.bergiers@brrc.be



Ben Duerinckx
02 766 03 75
b.duerinckx@brrc.be



Une première Journée Découverte Entreprises au CRR couronnée de succès!

Le dimanche 7 octobre dernier, nous avons ouvert nos portes pour la Journée Découverte Entreprises. Cet événement constituait une occasion unique d'attirer l'attention du grand public sur nos activités, mais aussi et surtout sur les efforts des acteurs du secteur pour stimuler l'innovation en vue de routes et d'une mobilité durables et sûres, et d'intéresser les jeunes aux métiers de la construction routière ou de la recherche.

C'est avec beaucoup de plaisir que nous avons pu, tout au long de la journée, accueillir pas loin de cinq cents visiteurs qui ont fait part d'un intérêt marqué pour nos activités, mais aussi pour le secteur en général.

Merci encore à eux!

Le CRR teste un revêtement ultrasilencieux à Gand

Le 8 octobre 2018, la directrice générale Annick De Swaef et le chercheur senior Luc Goubert du CRR, accompagnés des échevins Tine Heyse (Environnement et Climat) et Filip Watteuw (Mobilité et Travaux publics) de la ville de Gand, ont présenté à la presse un revêtement en matériau poroélastique. Des mesures doivent maintenant démontrer la capacité de ce matériau à réduire le bruit.

Pourquoi?

En milieu urbain, les voitures, bus et autres camions provoquent souvent des nuisances sonores. Ce bruit est principalement causé par le contact entre les pneus et le revêtement. A partir de 30 à 40 km/h, le bruit de roulement devient prédominant par rapport au bruit du moteur, du moins pour les voitures particulières.

Les nuisances sonores ont un impact négatif sur la santé (troubles du sommeil, problèmes cardiaques, etc.) et sur le bien-être. C'est pourquoi la Directive européenne Bruit de 2002 impose aux agglomérations de plus de 100 000 habitants d'établir, sur base de cartes de bruit, un plan d'action pour traiter les «points noirs».

Il existe déjà plusieurs mesures pour lutter contre le bruit du trafic, comme les écrans antibruit et les revêtements peu bruyants. Les écrans ne peuvent néanmoins pas être placés partout, et sont surtout exclus en milieu urbain, en raison d'un manque de place. Ils bloquent également la vision et sont une proie facile pour les graffitis. Les revêtements peu bruyants offrent une réduction acoustique assez limitée, et qui tend à diminuer avec le temps. L'enrobé antibruit est plus difficile à protéger du gel en hiver.

Il est donc nécessaire de rechercher d'autres solutions durables et pratiques. C'est selon cet angle que le CRR y contribue, pour et avec les entrepreneurs et les gestionnaires routiers.

Comment?

Les routes avec une couche de roulement «élastique» provoquent moins de nuisances sonores. L'application d'un matériau poroélastique à base de granulats de caoutchouc (provenant du recyclage de pneus), de gravillons et d'une résine synthétique élastique en guise de liant pourrait constituer une solution. Il ne contient pas de bitume et n'est donc

pas un enrobé. Des essais en Suède, en Norvège, aux Pays-Bas, au Danemark, en Slovaquie, au Japon et en Belgique ont déjà démontré que ce type de revêtement pouvait réduire le bruit routier de 7 à 12 dB. En guise de comparaison: un écran antibruit de 4 m de haut permet d'obtenir une réduction acoustique qui est généralement de l'ordre de 8 dB.

Dans le cadre du projet européen LIFE NEREIDE, le CRR souhaite tester dans la pratique des dalles préfabriquées en PERS (*PoroElastic Road Surface*).

En collaboration avec la ville de Gand et l'entrepreneur nv Stadsbader, une section pilote de 44 m de long sur 4 m de large a été réalisée sur la *Noorderlaan* à Gand. Elle est constituée de PERS, sous la forme de dalles préfabriquées de 1 m x 0,5 m, telles qu'elles ont été développées dans le cadre du projet PERSUADE (voir le Bulletin CRR 104). Ces dalles sont collées sur un support rigide spécial à l'aide d'une résine synthétique, qui à son tour repose sur des couches bitumineuses «classiques».

La ville de Gand est l'une des trois agglomérations flamandes qui doit satisfaire à la Directive Bruit. Pour ce faire, un plan d'action Bruit a été établi, avec quarante mesures concrètes pour «prévenir, combattre et compenser» les nuisances sonores selon une stratégie claire. La collaboration à cette recherche se positionne dans ce plan d'action.

Lors d'essais en Suède, le PERS a présenté des résultats satisfaisants dans des conditions météorologiques extrêmes et sous des contraintes très élevées (poids lourds, déneigeuses, etc.). Etant donné qu'il est constitué pour 30 % d'air, il présente une meilleure isolation thermique. Le givre peut se former un peu plus rapidement, mais en cas de pluie verglaçante, il est moins glissant qu'un enrobé classique.

La section expérimentale fera l'objet d'un suivi intensif, aussi bien au niveau de la réduction acoustique qu'au niveau



Des mesures effectuées sur la section expérimentale poroélastique ont démontré une réduction acoustique de 7 à 9 dB



de la durabilité (principalement la sensibilité au plumage et les défauts d'adhérence de la couche de PERS), ainsi que la rugosité.

Et le prix?

A l'heure actuelle, un revêtement en PERS coûte environ cinq fois plus qu'un revêtement bitumineux classique. Le polyuréthane est un liant plus onéreux que le bitume, et doit en outre être appliqué dans de plus grandes quantités. De plus, un support particulièrement rigide est nécessaire pour y coller, avec une résine époxy également plus onéreuse, les dalles de PERS.

L'effet de réduction acoustique du PERS est comparable à celui des écrans antibruit. Il est donc plus juste de comparer le prix du PERS au prix de cette mesure.

L'application de PERS sur l'ensemble du réseau routier n'est ni faisable ni souhaitée, mais pourra probablement constituer à l'avenir une alternative efficace et durable aux endroits (p. ex. en milieu urbain) où il est impossible de placer des écrans antibruit.

Et ensuite?

Via le Bulletin CRR, notre site web ou encore des exposés, nous vous tiendrons informés des résultats de ce projet, qui constitue un parfait exemple de collabo-

ration entre le CRR, un gestionnaire routier et un entrepreneur afin de développer ou d'améliorer des solutions innovantes, de les tester et de les appliquer sur le terrain.



Luc Goubert
02 766 03 51
l.goubert@brrc.be



Ben Duerinckx
02 766 03 75
b.duerinckx@brrc.be

Workshop Viabilité hivernale

Le 14 novembre 2018 s'est tenu, dans l'auditorium du CRR à Sterrebeek, le workshop *Viabilité hivernale* de l'Association belge de la route (ABR). Alors que les conditions météorologiques deviennent de plus en plus extrêmes et difficiles à prévoir, il est plus que jamais nécessaire de bien se préparer à l'hiver. Cette demi-journée a offert aux acteurs impliqués dans la viabilité hivernale l'opportunité de se rencontrer et d'échanger à propos de leurs expériences et bonnes pratiques au niveau belge, tout comme cela se fait au niveau international au sein de l'AIPCR.

Les quelque cinquante participants ont pu écouter différents orateurs lors de ce workshop. Sarah Vanschoenbeek de Bruxelles Mobilité, Bruno Heirbrant de l'*Agentschap Wegen en Verkeer* (AWV) et Frédéric Razée du Service Public de Wallonie (SPW) ont été les premiers à prendre la parole. Ils ont abordé les **choix que doivent faire les autorités régionales pour organiser la lutte contre la glissance** et les difficultés auxquelles elles sont confrontées. Une différence marquante avec Bruxelles et la Flandre est qu'en Wallonie, les entrepreneurs doivent également fournir le matériel, qui doit être contrôlé par un organisme externe.

La quatrième présentation a été donnée par Ken Vansumere, qui a traité de la **lutte contre la glissance sur les pistes cyclables séparées en Région de Bruxelles-Capitale**. Il a donné un aperçu de l'évolution de cette forme spécifique de lutte contre la glissance, dont l'importance ne cesse de croître à mesure que le nombre de cyclistes et de pistes cyclables de ce type augmentent dans

la Région. Bruxelles Mobilité a lancé un appel d'offres et a attribué en 2017 un marché pour quinze épanduses pour pistes cyclables, qui ont maintenant été livrées. Ces appareils seront utilisés sur quatorze parcours.

Lors du **débat** mené par Xavier Cocu du CRR après ces présentations, certains points traités par les orateurs ont été discutés plus en détail.

Trouver du personnel et des entrepreneurs s'est avéré être la principale difficulté pour les autorités régionales. Les éventuelles causes avancées étaient le travail de nuit inévitable, la disponibilité nécessaire lors de la période des fêtes, l'informatisation de la procédure d'inscription et la complexité du cahier des charges. Il a également été dit que, contrairement à ce que l'on pouvait attendre, il était plus simple de convaincre les «petits» entrepreneurs indépendants que les grandes entreprises. Un entrepreneur indépendant va en effet plus vite conduire lui-même un camion ou un tracteur, sans devoir faire appel à du personnel supplémentaire, et peut donc rentabiliser ses investissements avec plus de souplesse.

On a également plaidé en faveur de plus de souplesse et de rapidité lors des attributions, afin de pouvoir, lors de conditions météorologiques exceptionnelles, quand les autoroutes sont fermées aux poids lourds, déployer les camions destinés à l'approvisionnement en sel des lieux de stockage des Régions.

Il est ressorti que les résidus de sel sur la route n'étaient mesurés que localement (pour voir quand il faut procéder à un

ABRNews



épandage complémentaire). En Flandre, des capteurs ont pour ce faire été placés dans le revêtement des chaussées en quarante-neuf sites.

Les participants ont également posé des questions sur les épanduses pour pistes cyclables de Bruxelles Mobilité, notamment sur leur capacité (330 kg de sel sec, 170 l de saumure) et leur poids (épanduse + sel = 980 kg) et souhaitent savoir si des tests avaient été effectués. Etant donné que les machines venaient d'être livrées début novembre 2018, des données ne seront disponibles qu'au terme de l'hiver. Le guidage GPS de ces machines et la *thermal mapping* des pistes cyclables ne sont pas encore à l'ordre du jour en région bruxelloise.

Après une courte pause-café, la capitaine Anne-Lise D'Hoop et l'adjutant Kris Ghijssels du *Military Meteorological Centre* (Meteo Wing) ont donné une présentation sur **l'impact de la météo sur les revêtements**. Ils ont tout d'abord présenté le Meteo Wing, ils ont expliqué comment les températures des revêtements pouvaient être prévues et par quels canaux ces informations étaient rendues publiques.

Le sel est naturellement un élément essentiel dans la lutte contre la glissance. Chris Boeykens et Bernard Demasy d'Esco Salt Benelux se sont attardés dans leur présentation sur l'**origine** et l'**exploitation du sel** ainsi que sur **son utilisation en tant que fondant routier**. Ils se sont plus spécifiquement penchés sur l'hygroscopicité (responsable du mottage dans la couche supérieure des stocks stratégiques) et sur les processus exothermiques (CaCl_2) et endothermiques (NaCl) du sel, ainsi que sur les fondants alternatifs. Il est important de savoir que la fonte de la glace et/ou de la neige est un processus endothermique et que l'épandage de sel peut de cette manière mener à une diminution de la température du revêtement.

La dernière présentation concernait les **transports publics en hiver**. Etant donné que les transports en commun sont souvent choisis comme mode de transport alternatif en hiver, il est important de pouvoir garantir le service dans la mesure du possible lorsque les conditions météorologiques sont difficiles. Luc Daniëls de *De Lijn* a présenté la manière dont la société flamande des transports en commun essaye d'établir des accords avec les coordinateurs hiver des communes et de l'AWV, par exemple pour ce qui concerne l'épandage sur les voies de bus. Il a également donné un aperçu des différentes mesures prises en interne par *De Lijn*, comme les parcours alternatifs ou le chargement de nuit des bus.

Ces présentations ont ensuite fait place à des **questions** et un **débat de clôture**.

Certaines questions portaient sur l'impact du changement climatique, ainsi que celui du vent sur la température du revêtement. Anne-Lise D'Hoop et Kris Ghijselincx ont confirmé que le changement climatique rendait les prévisions plus difficiles et que le vent pouvait faire monter ou baisser la température du revêtement, selon certains facteurs.

Les participants ont demandé à Chris Boeykens et Bernard Demasy de plus amples explications sur l'utilisation de la saumure. Les réactions exothermiques et endothermiques ont aussi fait l'objet de questions, notamment sur la manière dont elles peuvent être utilisées pour amorcer la fonte. L'utilisation de différentes granulométries ou de saumures spécifiques avec un mélange de NaCl et de CaCl_2 (à des températures situées sous -6°C) peut notamment y contribuer.

30 % de saumure et 70 % de sel, mélangés sur le disque d'épandage, sont la norme en Europe. En Allemagne, on utilise également du MgCl_2 , et en Autriche surtout du sel fin. En Suisse, c'est le CaCl_2 qui est couramment utilisé dans les côtes et le NaCl sur les routes ordinaires. Aux Pays-Bas et en France, la préférence va au NaCl. Les limitations budgétaires dans le choix du type de sel sont souvent diamétralement opposées aux attentes élevées des usagers et des médias. La Belgique n'a toutefois pas à rougir au niveau de la lutte contre la glissance: les pratiques belges sont en phase avec les pratiques européennes.

Le projet pilote néerlandais avec des pistes cyclables en «enrobé anti-gel», dans lesquelles on a intégré des sels qui fondent lentement lorsque les températures descendent jusque -5°C afin de préserver de la neige et de la glace n'a pas eu de retombées en Belgique. Cette idée avait aussi été avancée en France il y a plusieurs années, mais rien de concret n'est encore apparu sur le marché.

La manière dont *De Lijn* s'accorde avec les gestionnaires routiers, notamment pour l'épandage au niveau des arrêts de bus, a aussi suscité de l'intérêt. La conclusion du débat sur les transports publics et sur le service hivernal est qu'il est crucial que les sociétés de transports en commun et les gestionnaires se mettent bien d'accord.

Enfin, les participants ont encore eu la possibilité de se rencontrer et d'échanger des idées lors d'un lunch offert par l'ABR.



X. Cocu
010 23 65 56
x.cocu@brrc.be



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

