Belgian Road Research Centre
Together for sustainable roads

FEBELCEM
Partner van infobeton.be

Développements internationaux dans le secteur des chaussées en béton

Rapport de la "13th International Conference on Concrete Pavements", Minneapolis, Août 2024

Espaces urbains et infrastructures routières en béton - Gembloux

Audrey Van der Wielen (Centre de Recherches Routières)

28 novembre 2024

13TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON CONCRETE PAVEMENTS

August 25-29, 2024 | Minneapolis, Minnesota, USA

"Innovative Paths Toward Lower Carbon in Concrete Pavements"

10 Themes, 80 technical paper presentations, 16 podium sessions + 10 practical workshops

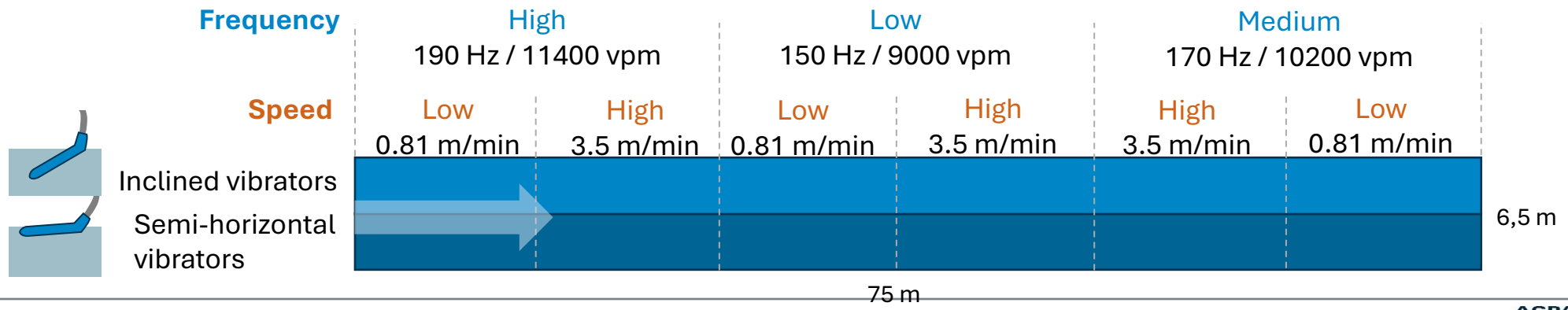
- **Lower Carbon**
- **Testing & Instrumentation**
- **Design**
- **Performance modeling**
- **Surface characteristics**
- **Sustainability & climate change**
- Construction
- Recycled Materials
- Materials
- Durability

10 practical workshops by Sponsors (*no paper*)

- Rapid Strength Concrete for Highways and Airport Pavements (CTS)
- **Advancements in Optimized Concrete Pavement Design (OptiPave – FORTA)**
- Sustainability and Performance can Coexist: *Low Embodied Carbon Concrete Pavements Leading the Way* (FHWA)
- ***Impact of NRRA on Advancing Concrete Pavement Technology*** (NRRA)
- Roller-Compacted Concrete Pavements (RCC Pavement Council)
- Airport Pavement – ACPTP (Airport Concrete Pavement Technology) Research Program
- Fiber-Reinforced Concrete Materials for Pavements (FRCA)
- Concrete Pavement Preservation – Sustainable Solutions for Tomorrow, Today (IGGA – ACPA)
- **Pavement Foundations: Review of Foundation Requirements and Measurements** (FHWA – CP Tech Center)
- Mine and Ready-Mix Plant Tour (NSSGA)

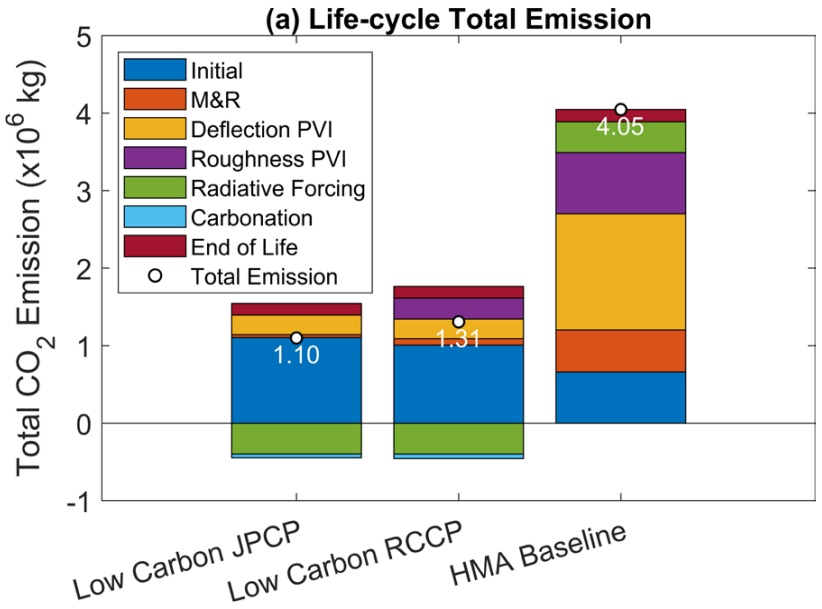
Quatre contributions belges

- New Belgian Guidelines for Pattern Imprinted Concrete Pavements (*L. Rens*)
- Pervious (Lean) Concrete for Sustainable Road Pavements: Results of the Belgian Be-Drain Project (A. Van der Wielen)
- Evaluation of the Suitability for Use of Ternary Cements with Carbonate Fillers Or Calcined Clays: Concrete Compositions Subjected to De-Icing Salts (*E. Boonen*)
- Optimizing Vibration Parameters of Thick Single-Layer Concrete Pavements: Results of the Belgian Monocrete Project (*poster – A. Van der Wielen*)



1) Lower carbon (*Contributions limitées!?*)

- CO_2-reduction – alternative binders – new cements – recycling…



Li et al., LCA-analyse (US)

Lopez et al., ***Barriers Limiting Innovation in Concrete Carbon Reduction*** (US)

The "Green Premium"
Risk Aversion
Materials Production
Cement and Concrete
Codes and Specifications

King et al., LCA-analyse voor concrete overlays (US)

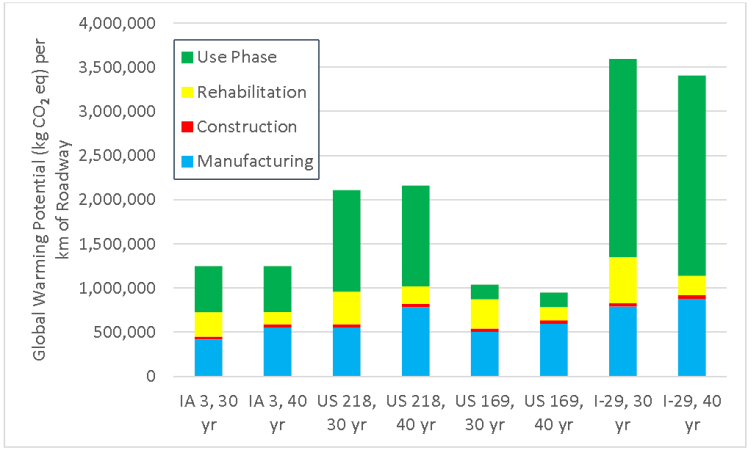


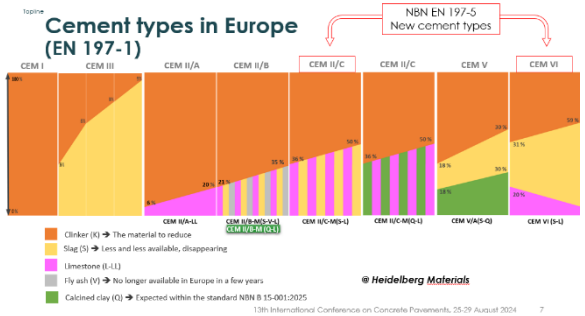
Figure 2: LCA Results for All Case Studies

Athena Pavement LCA

Free online tool for pavement LCA analysis
https://pavementlca.com/

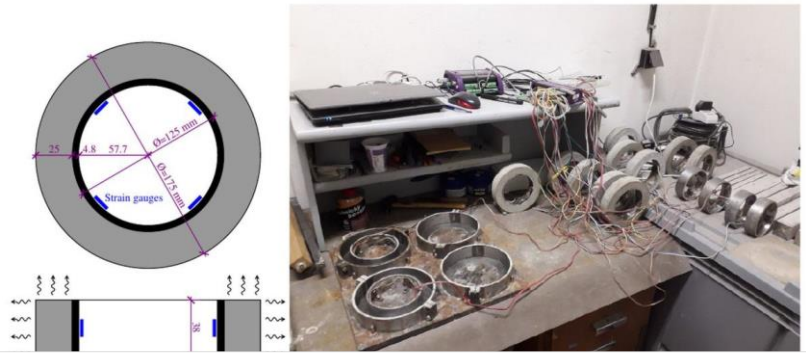
Decarbonization (2)

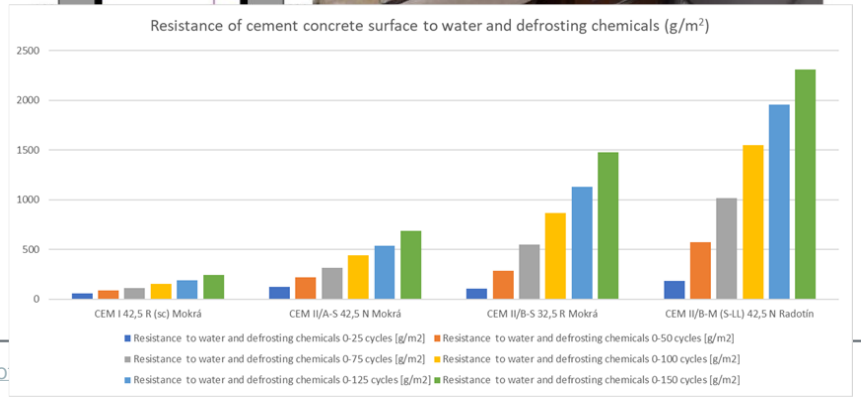
- CO_2-reduction – alternative binders – new cements – recycling…



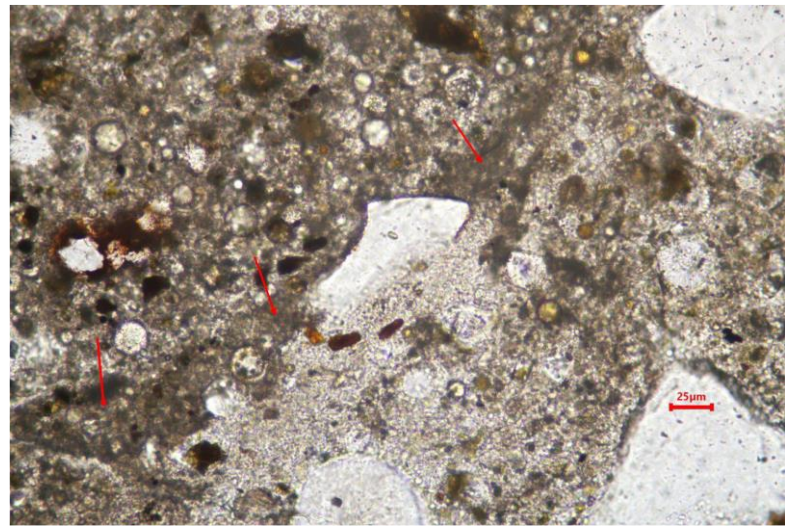
Smets et al., Neocem (Belgium)

Slansky et al. (CZ), "Performance-based testing of new cements for concrete pavements" (**poster**)





Izevbekhai & Aili, "Evaluation of the Beneficial Use of **Recycled Concrete Aggregates** in the MnROAD Test Cells" (US)



Belgian Road Research Centre
Together for sustainable roads

Evaluation of the suitability for use of ternary cements with carbonate fillers or calcined clays: concrete compositions subjected to de-icing salts

Elia Boonen
Sylvie Smets*
Belgian Road Research Centre (BRRC)

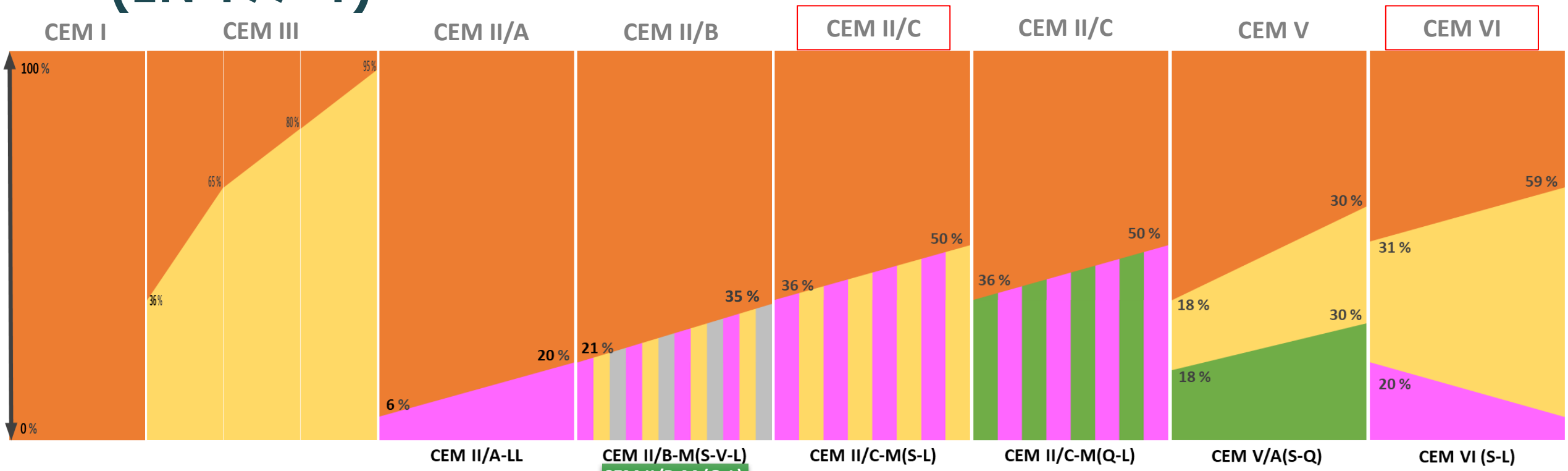
13th International Conference on Concrete Pavements

28/08/2024 (Session 15)

13th Thirteenth International Conference on Concrete Pavements
The Depot Minneapolis, Minnesota, USA
AUGUST 25-29 2024

Cement types in Europe (EN 197-1)

NBN EN 197-5
New cement types



Clinker (K) ➔ **Le composant à réduire**

Laitier de haut fourneau (S) ➔ **De moins en moins disponible**

Calcaire (L-LL)

Cendres volantes (V) ➔ **Ne sera plus disponible en Europe d'ici quelques années**

Argile calcinée (Q) ➔ Prévue dans la norme NBN B 15-001:2025

No.	cement “type”	Name	%CEM I 52.5	% Q1	% Q2	% Q3	% S	% L	% L"	% Ld	% LL	% Gypsum
1	CEM II/B-M (Q1-L)	C1(65)Q1(25)L(10)	65	25				10				(1)
2	CEM II/B-M (Q3-L)	C1(65)Q3(25)L(10)	65			25		10				(1)
3	CEM II/C-M (S-LL)	C1(50)S(30)LL(10)	50				30				20	(1)
4	CEM II/C-M (S-L)	C1(50)S(30)L(20)	50				30	20				(1)
5	CEM II/C-M (S-L")	C1(50)S(30)L"(20)	50				30		20			(1)
6	CEM II/C-M (S-Ld)	C1(50)S(30)Ld(20)	50				30			20		(1)
7	CEM V/A (S-Q1)	C1(45)Q1(25)S(30)	45	25			30					(1)
8	CEM V/A (S-Q2)	C1(45)Q2(25)S(30)	45		25		30					(1)
9	CEM II/C-M (Q1-L)	C1(50)Q1(40)L(10)	50	40				10				(1)
10	CEM II/C-M (Q3-L)	C1(50)Q3(40)L(10)	50			40		10				(1)
11	CEM VI (S-LL)	C1(35)S(45)LL(20)	35				45				20	(1)
12	CEM VI (S-L)	C1(35)S(45)L(20)	35				45	20				(1)
13	CEM VI (S-L")	C1(35)S(45)L"(20)	35				45		20			(1)
14	CEM VI (S-Ld)	C1(35)S(45)Ld(20)	35				45			20		(1)
15	CEM I 52.5 N	C1(100)	100									(1)
16	CEM III/A	C1(45)S(55)	45				55					(1)

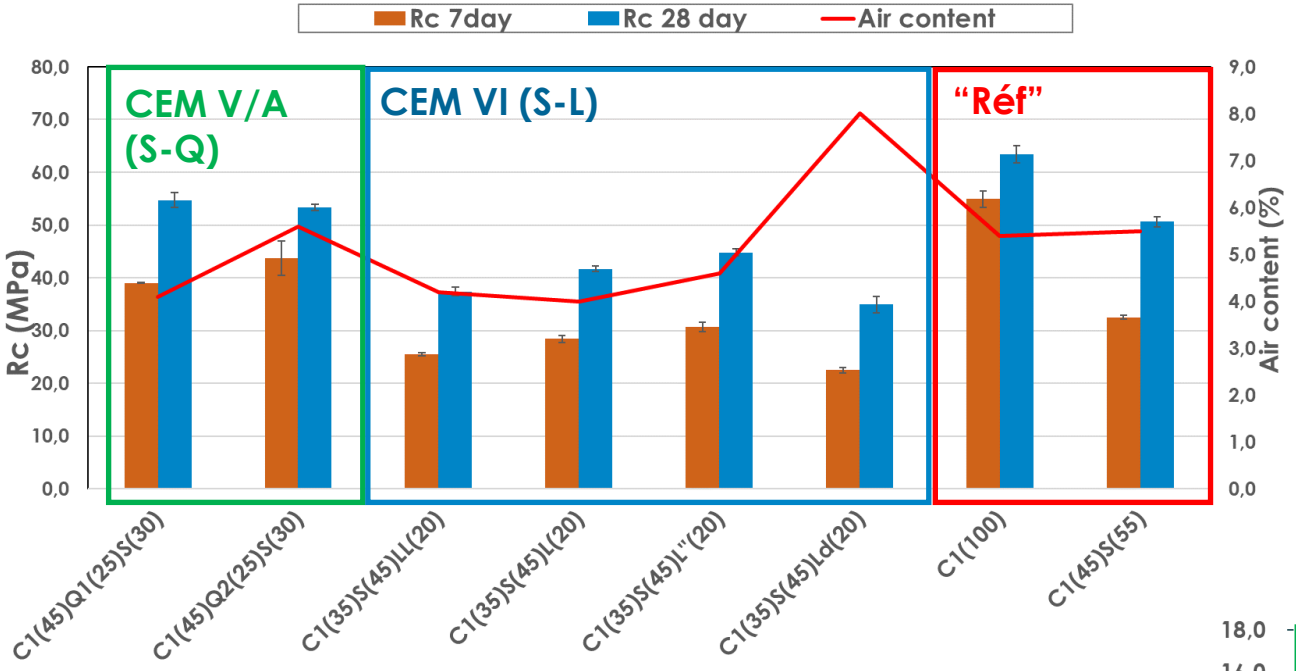
(1)Quantity necessary for the total sulphate content of the cement to be equal to 3.5%

Compositions de bétons pour un environnement EE4 (avec gel et sels de déverglaçage)

Composant	Sans AEA (kg/m³)	Avec AEA (kg/m³)
Ciment CEM III/A	340	340
Calcaire 4/6,3	169	159
Calcaire 6,3/14	416	391
Calcaire 14/20	446	419
Sable 0/2	195	184
Sable rond 0/4	654	617
Eau	153	153
Eau d'absorption	9	8
SP Sika Viscocrete (1020x of 1560 con 30)	2.0 à 4.0	1.6 à 3.0
AEA Sika LPSA-94	-	0.07 à 0.26

- Norme NBN B 15-001: E/C ≤ 0.45, avec ou sans AEA
- Slump: (150 ± 30) mm
- Teneur en air: (6 ± 2)%

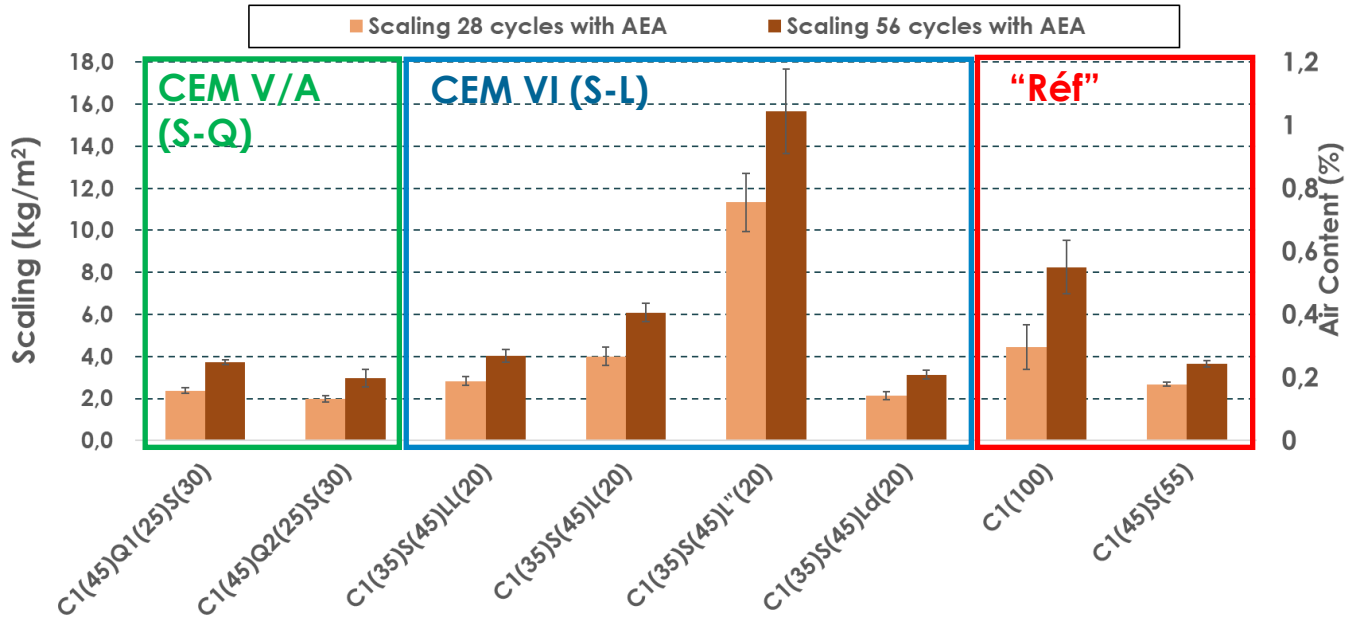
Résultats pour CEM V et CEM VI (avec AEA)



- CEM V/A = 45% K
- CEM VI = 35% K

- Rc-28j > 40 MPa (Réseau I)
  30 MPa (Réseaux II et III)

(selon Qualiroutes, sur couche supérieure de revêtements bi-couches)

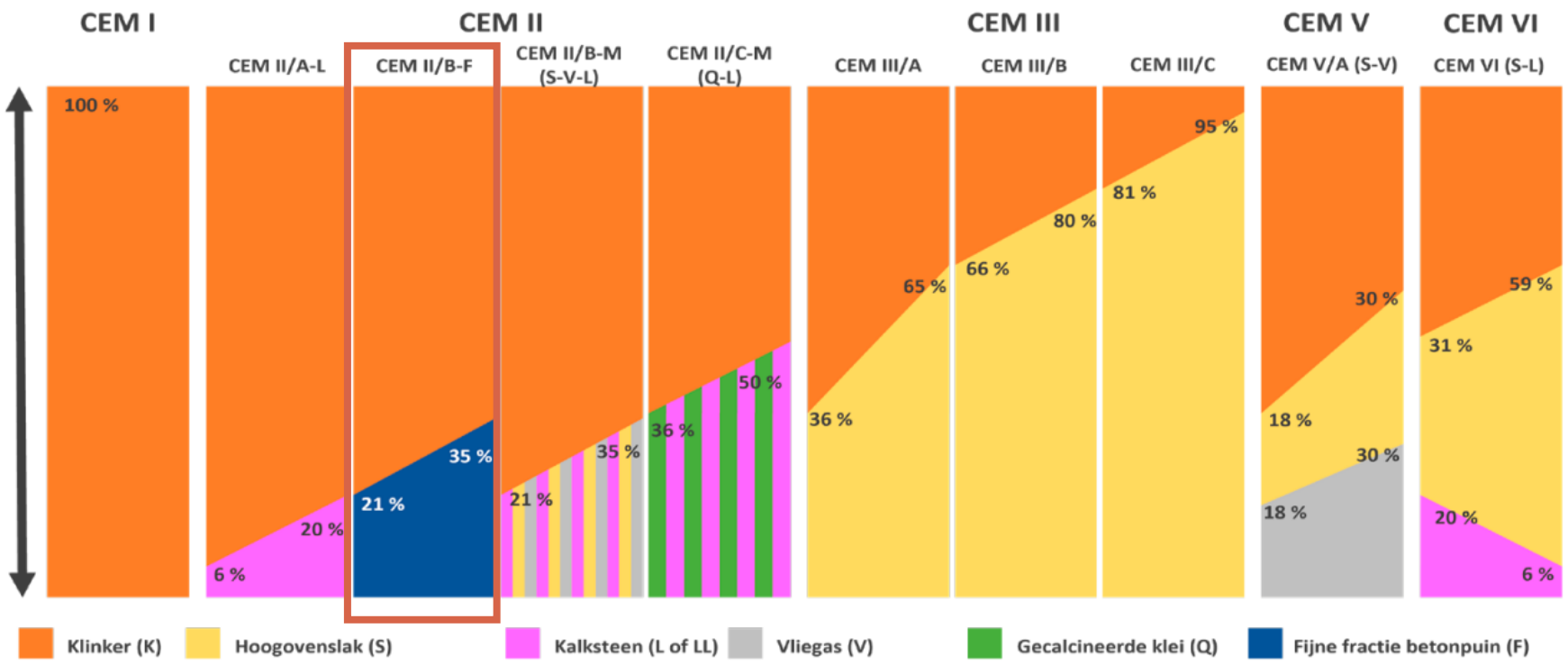


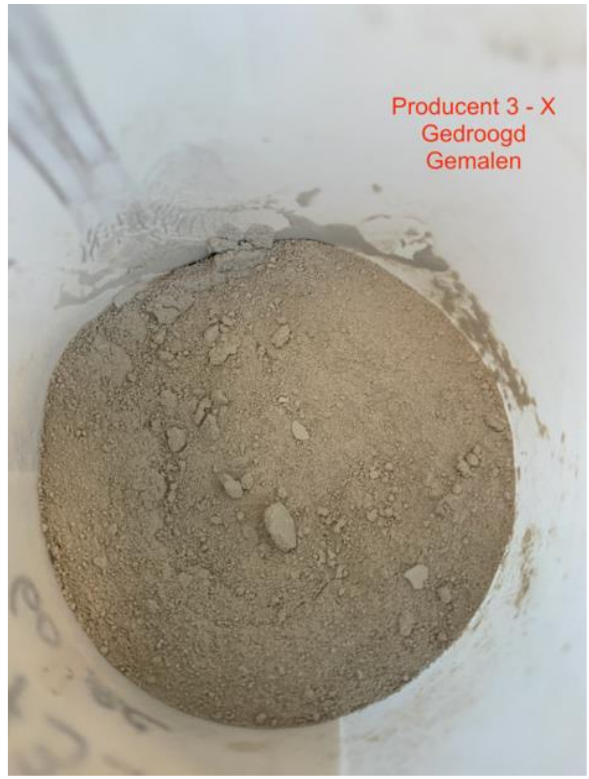
Conclusions Neocem (2020-2022)

- Les nouveaux ciments avec des ajouts cimentaires (SCM) semblent potentiellement utilisables dans le béton routier
- Le CEM V/A avec laitier et argile calcinée semble prometteur pour une utilisation dans le béton routier
- Les ciments avec fillers calcaires (CEM VI) devraient être testés avec différentes proportions de constituants
- Nécessité de réaliser des tests avec des compositions « réelles » de béton routier

Neocem II (2022-2024)

- "Aptitude à l'emploi des ciments à base de fines de béton recyclé" [EN 197-6]



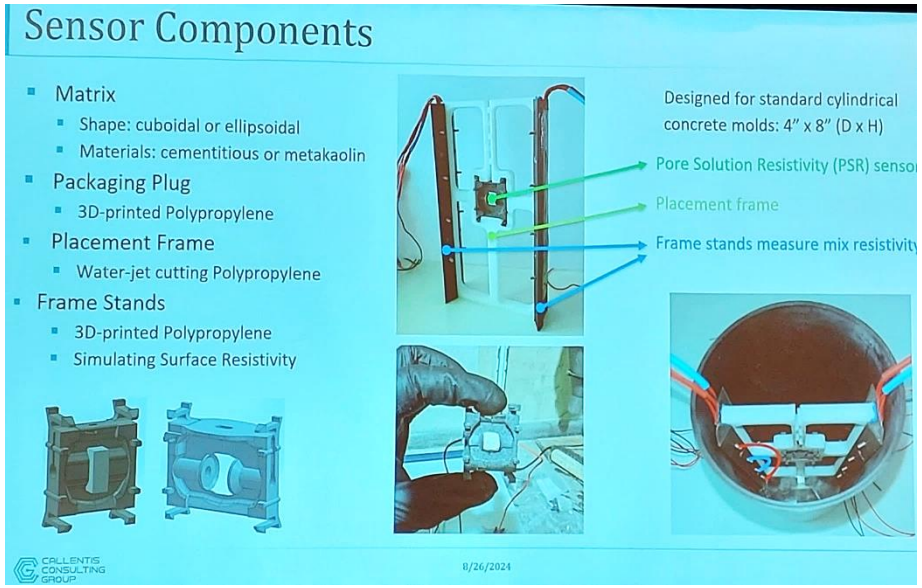


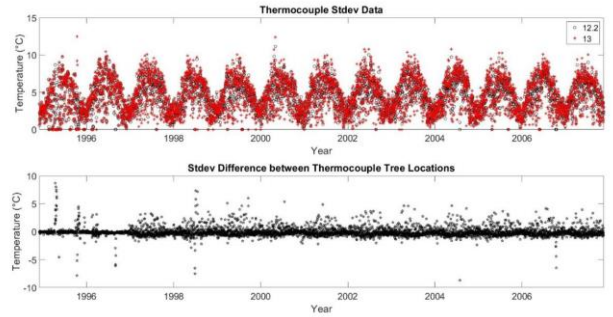
2) Testing & instrumentation

- Utilisation de différents capteurs pour les routes en béton :

Wallace & Burnham, "Quantifying Slab Movements in Concrete Pavements Through **Magnetic Induction Sensors**"(US)

Alarab et al., "**Embedded Resistivity Sensor** for Concrete Materials and Structures: Vision and Prototype" (US)

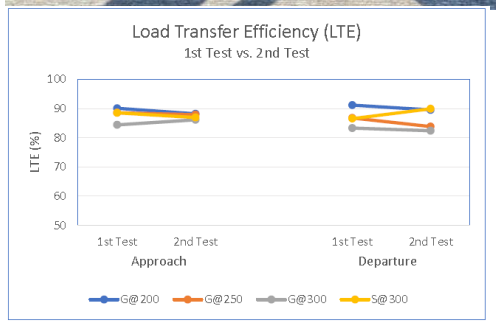




Podolsky et al., **Capteurs de températures** dans les sections d'essais de MnRoad : "signature response of pavement?" (US)

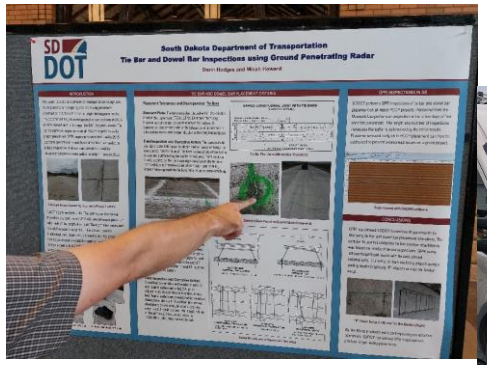
Testing & instrumentation (2)

- Contrôle non destructif des routes en béton :



Parvini M., "In-situ Performance Evaluation of Glass Fiber Reinforced Polymer (GFRP) Dowel Bars"(US)

"South Dakota DOT's use of **Ground Penetrating Radar** for Tie and Dowel bar inspection." Darin Hodges and Micah Howard (**poster**)



"Examples of Road Doctor survey van (RDSV) Efforts" E. Zegeye and T. Calhoon (**poster**)

Site visit MnRoad test facility, with demo of **MIT-scan**

Testing & instrumentation (3)

- Essais de laboratoire

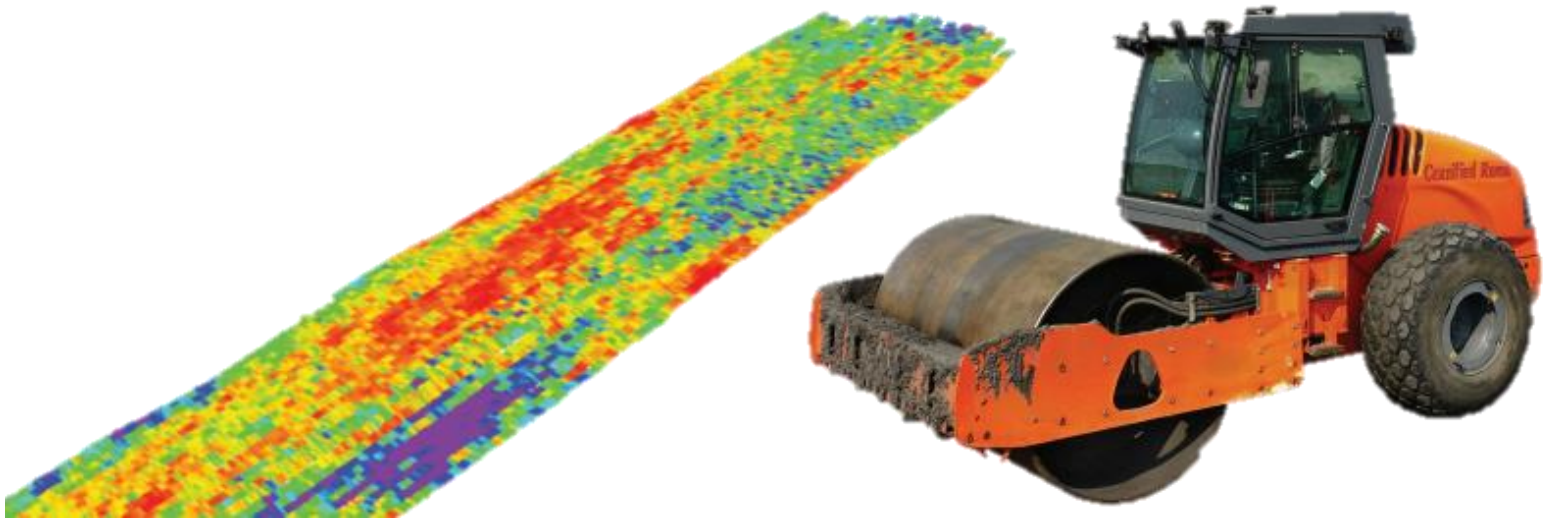
Super Air Meter pour évaluer la teneur en air utile du mélange (AASHTO T 118)

« Box test » pour évaluer si le mélange peut être mis en œuvre au slipform (AASHTO T 396)

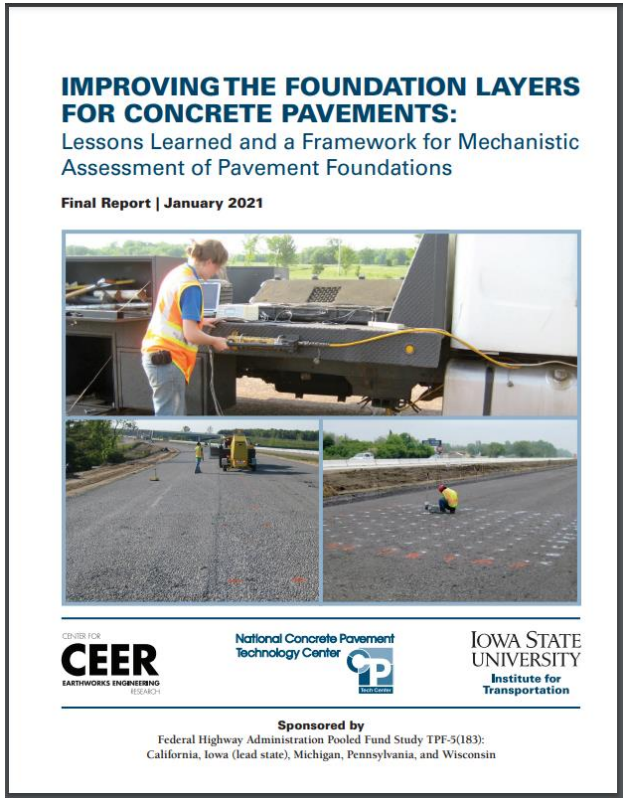
Essai de résistivité de surface (AASHTO T358) pour estimer la porosité

3) Pavement foundations

- Nouvelles technologies pour le contrôle continu du compactage



Modulus Verification Mapping Using COMP-ScoreTM RT, Ingios Geotechnics (www. Ingios.com)



https://publications.iowa.gov/35176/1/concrete_pvmt_foundations_lessons_learned_and_framework_for_mechanistic_assessment_w_cvr.pdf

4) Design

- *OptiPave, Short-Slab Concrete Pavements* – Juan Pablo Covarrubias (TCPavements)
  - Dalles plus courtes pour diminuer les contraintes thermiques et le curling
  - Fibres synthétiques (pas de goujons)
  - Dalles de 1,8 m * 1,8 m
  - Epaisseur 10-14 cm
  - Sols industriels
  - Logiciel dédié (OptiPave2)

Table 3 Technical information Route G-84 Quilamuta La Manga Conservation

Location	V Región, Chile
Length	500 m
Design Traffic	384.000 Esal´s
Compressive Concrete Strenght	30 MPa with fiber
Year of Construction	2013
Average Precipitation	500 mm/year
Cost Section	U$D $150.000
Cost per km.	U$D $230.000

10 cm with Structural Fiber– 1,5m x 1,75m

Subgrade CBR 10% + 15 cm Existing Granular Layer CBR 60%

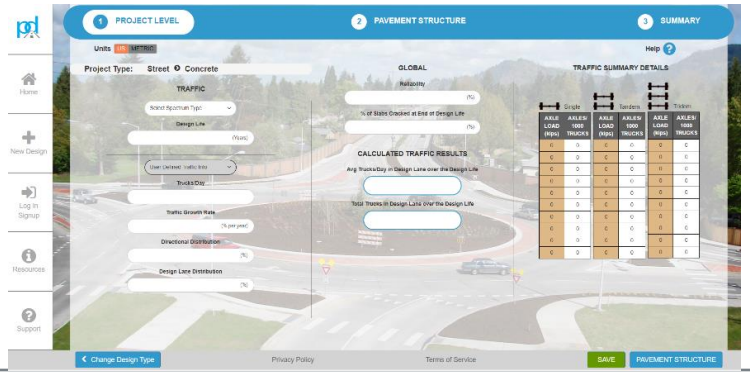
FORTA® OptiPave®

Workshop 2: Advancements in Optimized Concrete Pavement Design

PavementDesigner

https://www.pavementdesigner.org/

- Outil gratuit en ligne (avec système métrique)
- Pour routes, parkings, overlay,…
- Fatigue et “faulting”
- Calcul de la dimension des dalles



Pavement ME

- Outil le plus complet aux USA
- Logiciel payant
- Améliorations régulières
  - “Slab-base bond degradation”
  - “Built-in curling”
  - …
- Solutions optimisées (épaisseurs plus faibles)

PittRigid ME

https://software.pavements.pitt.edu/PittRigid

- Outil gratuit en ligne (avec système métrique)
- Paramétré pour la Pennsylvanie
- Bonne approximation de *Pavement ME*

NB: Qualidim – mise à jour du logiciel

- Nouvelle version bientôt téléchargeable pour les chaussées souples et semi-rigides:

http://qc.spw.wallonie.be/fr/qualiroutes/qualidim.html

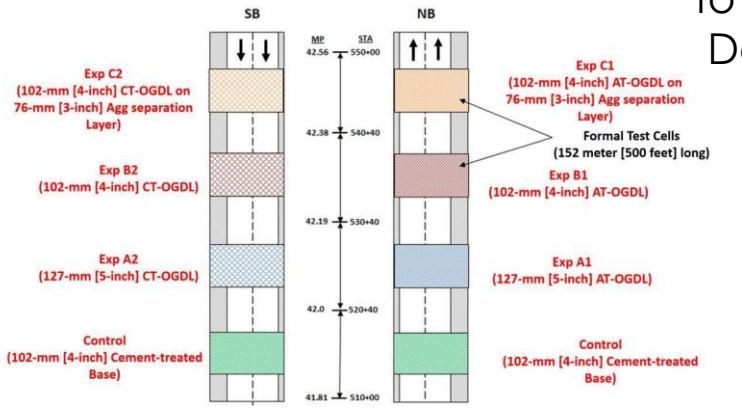
- Formations pratiques en deux modules de 3h:
  - 3/12 et 17/12 à Sterrebeek
  - 14/01 et 28/01 à Wavre

https://brrc.be/fr/formation/apercu-formation

- Mise à jour pour les structures rigides prévue en 2025/2026

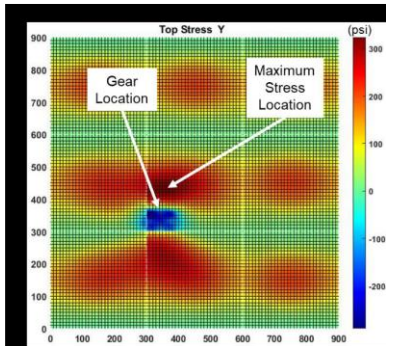
5) Performance modeling

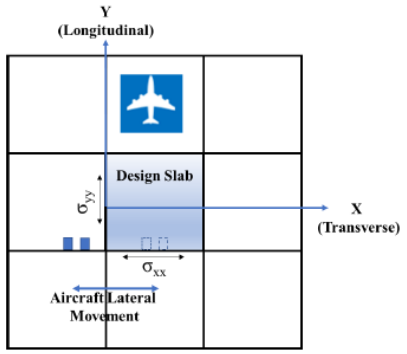
- Éléments finis – *Calcul inverse* – Intelligence artificielle…

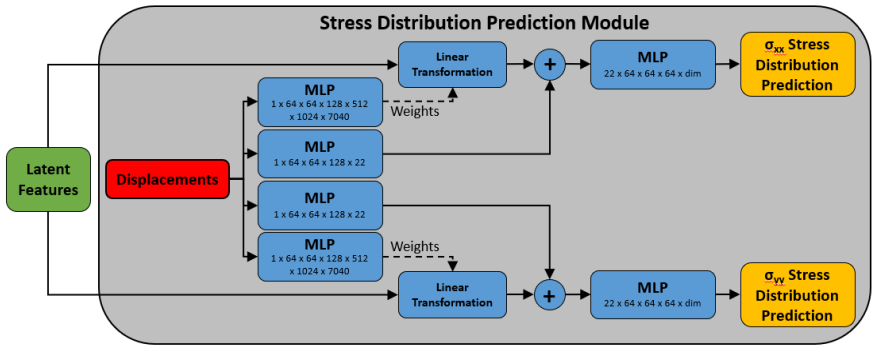


Alam-Khan et al., "Long-Term Performance of CRCP over OGDL in Illinois" (US)

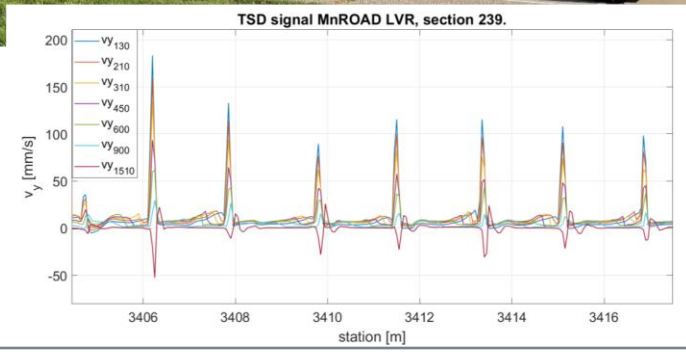
Ashtiani et al. (US), "A Deep-Learning Model to Estimate Rigid Pavement Stresses for Top-Down Cracking Airfield Pavement Design"







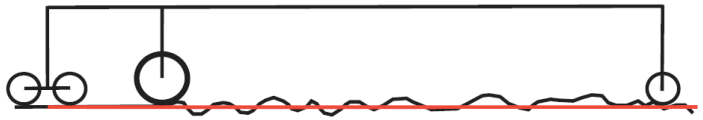
Scavone et al., "Mechanistic back-calculation of the LTE of jointed pavements at the corridor level from TSD deflection velocity measurements. Collected case studies." (US)



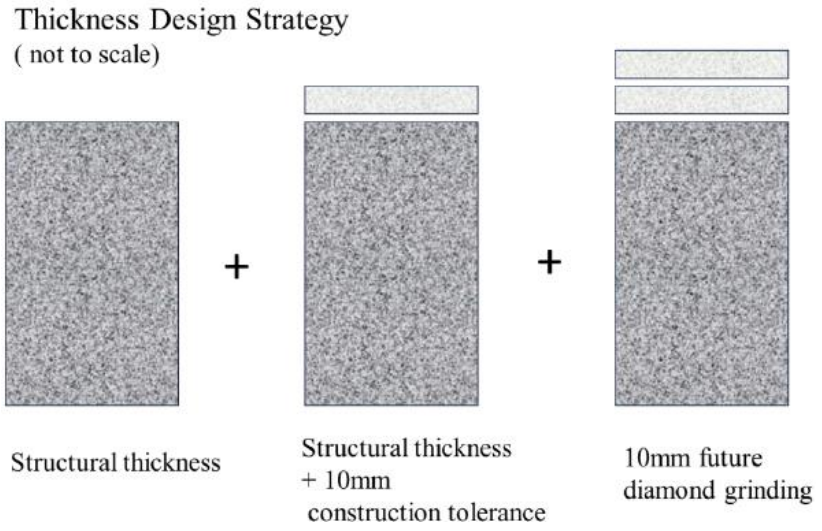
6) Surface characteristics

- Finition de surface – *(diamond) grinding* – NGCS…

T. Alte-Teigler, "High performance surface textures for concrete pavements designed according to requirements" (**Germany**)



Hodgkinson & Dowsing, "Sustainable Concrete Highway Pavement Thickness Design: The Role of Diamond Grinding" (Australia)



Rens & Boonen, Pattern Imprinted Concrete (Belgium)

New Belgian guidelines for pattern imprinted concrete pavements

ir. Luc Rens
Consulting Engineer
FEBELCEM
+32 479 78 00 21
l.rens@febelcem.be

dr. ir. Elia Boonen
Researcher – Techological Advisor
- Deputy Head of Division
BRRC
+32 2 766 03 41
e.boonen@brrc.be

Introduction – béton imprimé

- Revêtement en béton décoratif pour :
  - Espaces publics et applications privées
  - Îlots de circulation, ronds-points
  - Routes, voies de bus, voies de tram

Exemple – Landen

- Landen, Stationsstraat (1996)
  - Dalles de béton, système 1A:

  Durcisseur coloré + mise en œuvre manuelle + moules avec motif en éventails

Contexte

- Des spécifications existent déjà dans les cahiers des charges-type belges MAIS pas toujours cohérentes

➔ **Nouveau GT au CRR en 2022**

- Amélioration et actualisation des recommandations
- Subdivision en différents catégories/systèmes selon le mode d'exécution, la coloration et les motifs
- Pour chaque catégorie/système, spécifications techniques mises à jour pour:
  - Matériaux
  - Composition du béton
  - Exigences sur le béton frais et durci
  - Techniques d'exécution
  - Caractéristiques de surface
  - Contrôles

Béton imprimé: conclusions

- Utilisé et connu dans le monde entier
- En Belgique, il existait déjà des recommandations pour l'espace public, mais elles n'étaient pas totalement adaptées à la pratique actuelle.

⇒ **Nouveau code de bonnes pratiques CRR**

« Conception et exécution de revêtements en béton imprimé »

COMING SOON!

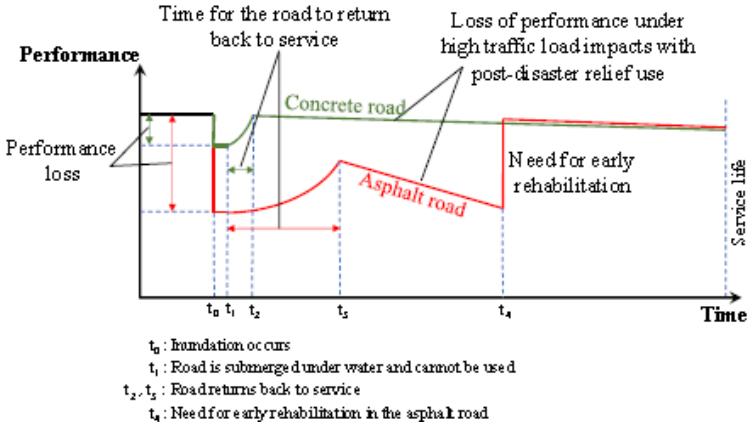
+ Webinaire le 30/1/2025

6) Sustainability & climate change

- *Climate resilience:*
  chaussées perméables, gestion de l'eau

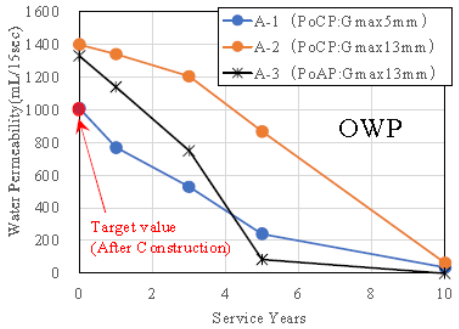
Boonen et al. (BE),
Be-Drain project

Akbelen et al. (Turkey) "An Overview of the Potential of Concrete Pavements in Turkey to Combat Climate Change" – **literature review**



Sedran at al.(FR)

Nakamura et al., Porous concrete (Japan - **Poster**)

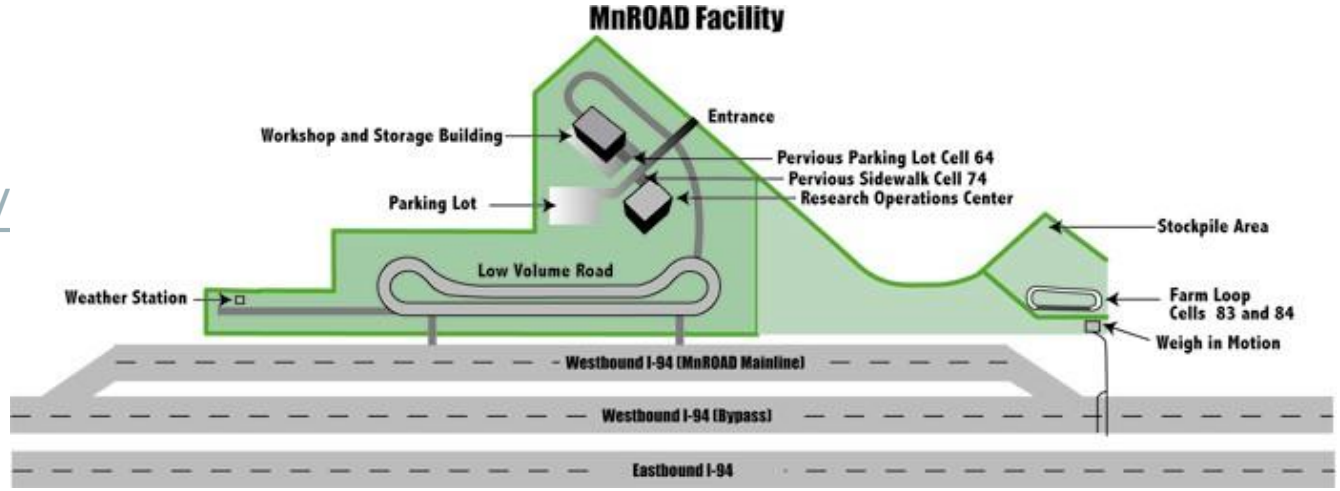


(a) OWP

Présentation et visite de MnROAD facility testing

- Voirie expérimentale
  - Depuis 1993
  - Plus de 50 sections-test
  - Trafic faible et élevé
  - Déviation du trafic autoroutier
  - Instrumentation et contrôle
  - Données et résultats consultables en ligne:

https://www.dot.state.mn.us/mnroad/nrra/structure-teams/rigid/index.html



Conclusions & perspectives

Nombreux développements dans le domaine de la construction routière en béton, y compris au niveau international

La Belgique reste parmi les leaders, mais l'industrie du ciment et du béton est en phase de transition

L'échange de connaissances et la coopération internationale sont essentiels sur la voie de l'innovation et du progrès !

Belgian Road Research Centre
Together for sustainable roads

FEBELCEM
Partner van infobeton.be

Dr. Ir. Audrey Van der Wielen

Centre de Recherches Routières – Chercheuse
Géotechnique – Béton – Dimensionnement

T +32 2 766 03 87
E a.vanderwielen@brrc.be
W www.brrc.be