



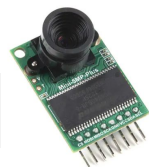
Belgisch **Wegen**congres  
Congrès belge de la **Route**

LEUVEN • 4-7.04.2022

## Exigences performantielles des marquages pour les CAV

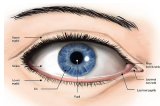


# Infrastructure physique et numérique

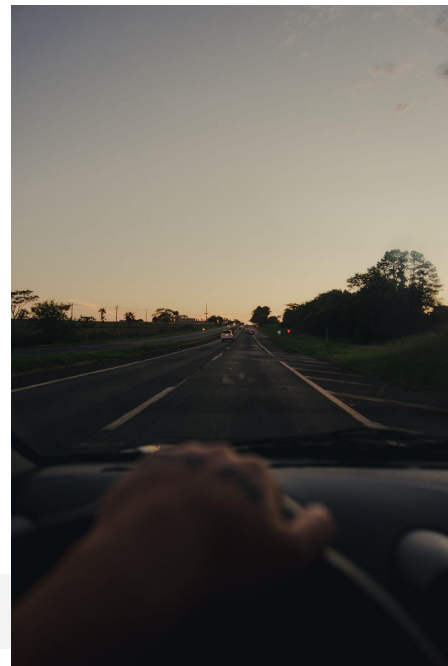
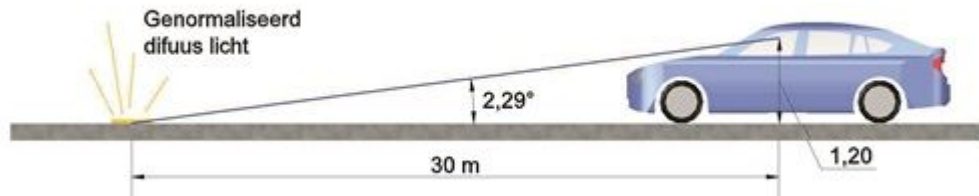




## Norme actuelle pour les marquages en Flandre

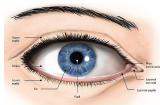


- Oeil humain, 25 ans ou 75 ans, sensibilité au contraste
- Marquages blancs riches en  $\text{TiO}_2$ , 96 % de la lumière incidente est réfléchi
- Il s'agit du pigment le plus blanc et le plus clair de tous les pigments connus, avec des propriétés réfléchissantes

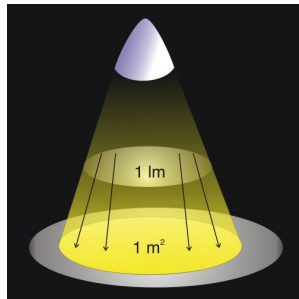




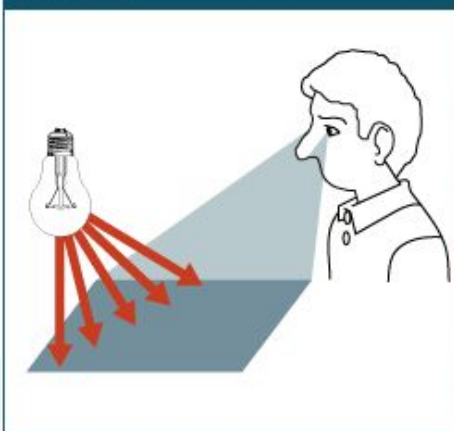
# Visibilité de jour ou avec éclairage routier Qd



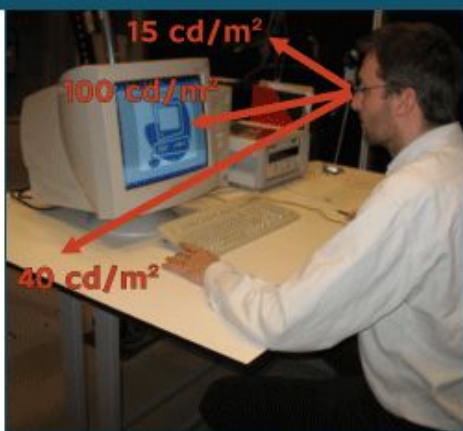
## Éclairage



luminantie

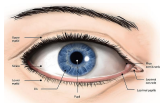


kantoor





Belgisch **Wegen**congres  
Congrès belge de la **Route**  
LEUVEN • 4-7.04.2022



## Valeurs Q<sub>d</sub> minimales

| Kleur       | Type wegdek            | Niveau | Minimale Q <sub>d</sub> (mcd.m <sup>-2</sup> .lux <sup>-1</sup> ) |
|-------------|------------------------|--------|---|
| Wit         | bitumineuze verharding | Q0     | geen eis  |
|             |                        | Q2     | 100   |
|             |                        | Q3     | 130   |
|             | cementbetonverharding  | Q0     | geen eis  |
|             |                        | Q3     | 130   |
|             |                        | Q4     | 160   |
| Geel (Y1)   | beide                  | Q0     | geen eis  |
|             |                        | Q1     | 80  |
|             |                        | Q2     | 100   |
| Oranje (Y2) | beide                  | Q0     | geen eis  |
|             |                        | Q1     | 80  |
|             |                        | Q2     | 100   |

De opdrachtdocumenten bepalen welk niveau dient gehaald. Indien de opdrachtdocumenten niets vermelden, dan worden minstens de niveaus van tabel 10-2-4 gehaald.

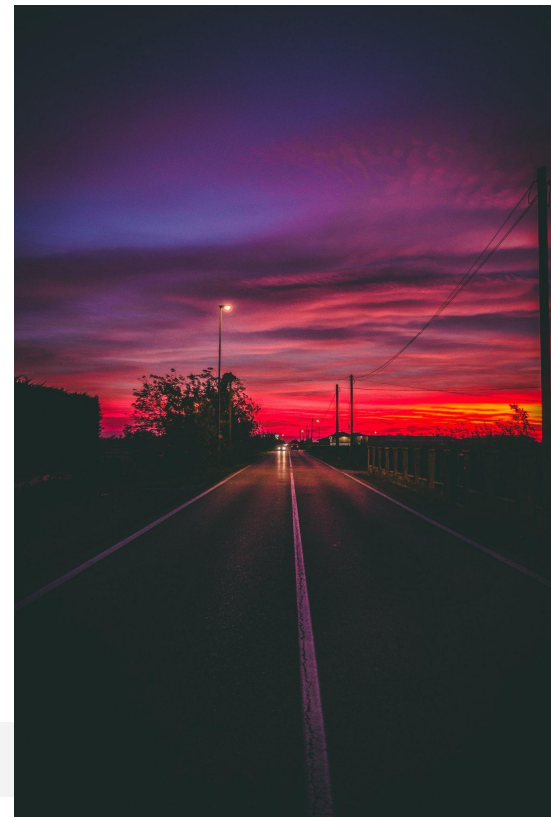
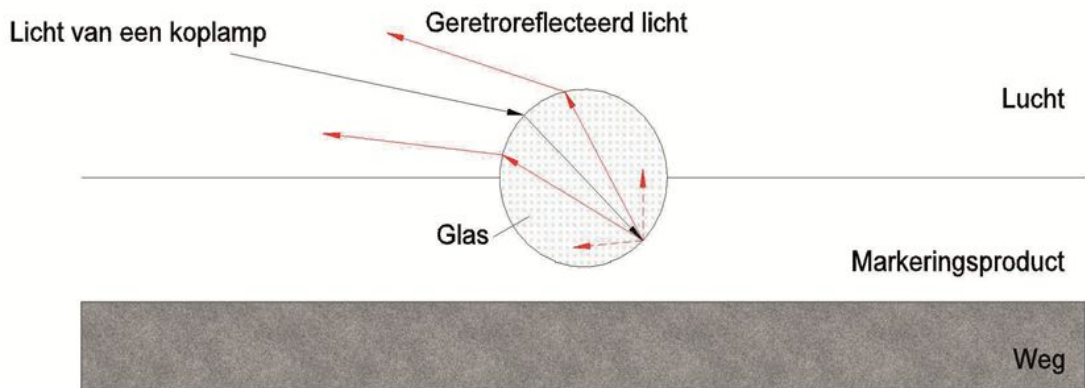
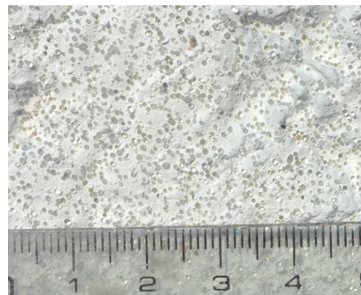
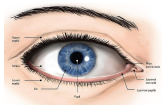
|   | Niveau |
|---|--------|
| Witte markering op bitumineuze verharding | Q2     |
| Witte markering op cementbeton            | Q3     |
| Gele markering (Y1)                       | Q1     |
| Oranje markering (Y2)                     | Q2     |

*Valeurs minimales, en général initialement plus élevées*





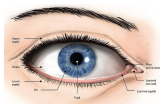
# Visibiliteit de nuit RL





Belgisch **Wegen**congres  
Congrès belge de la **Route**

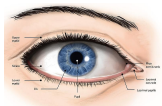
LEUVEN • 4-7.04.2022



## Valeurs RL minimales

| Gebruik              | Kleur       | Niveau | Minimale $R_L$ (mcd.m <sup>-2</sup> .lux <sup>-1</sup> ) |
|----------------------|-------------|--------|--|
| Permanente markering | wit         | R0     | geen eis   |
|                      |             | R2     | 100  |
|                      |             | R3     | 150  |
|                      |             | R4     | 200  |
|                      |             | R5     | 300  |
|                      | geel (Y1)   | R0     | geen eis   |
|                      |             | R1     | 80   |
|                      |             | R3     | 150  |
| Voorlopige markering | oranje (Y2) | R4     | 200  |
|                      |             | R0     | geen eis   |
|                      |             | R3     | 150  |
|                      |             | R5     | 300  |

|   | Niveau |
|---|--------|
| Witte markering                                   | R2     |
| Witte markering op hoofdwegen                     | R3     |
| Gele markering uitgevoerd met wegenvet (Y1)       | R1     |
| Voorlopige oranje verfmarkering (Y2)              | R3     |
| Voorlopige geprefabriceerde oranje markering (Y2) | R3     |



## Visibilité de nuit sur revêtement humide RW

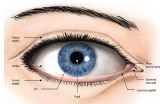
## Visibilité de nuit par temps de pluie RR

- Rétroréflexion nettement plus faible
- Fonctionnement des microbilles de verre
- En raison de la présence d'un film d'eau





## Valeurs RW et RR minimales



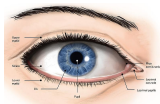
- Routes principales européennes et flamandes RW1 et RR1
- Autres routes RW0 et RR0 (documents de marché)
- Marquage plat, marquages transversaux ou travail manuel RW0 et RR0
- Conformes à la NBN EN 1436

| Niveau | Minimale RW (mcd.m <sup>-2</sup> .lux <sup>-1</sup> ) |
|--------|---|
| RW0    | geen eis  |
| RW1    | 25  |
| RW2    | 35  |
| RW3    | 50  |
| RW4    | 75  |

| Niveau | Minimale RR (mcd.m <sup>-2</sup> .lux <sup>-1</sup> ) |
|--------|---|
| RR0    | geen eis  |
| RR1    | 25  |
| RR2    | 35  |
| RR3    | 50  |
| RR4    | 75  |



## Plat vs profilé



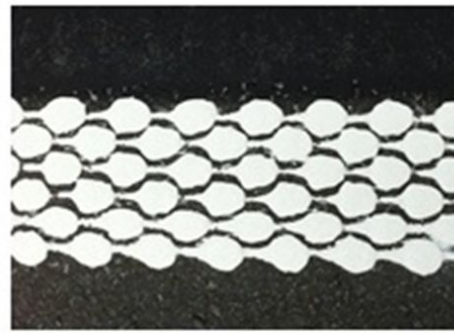
### Marquage routier plat



### Marquages routiers profilés



Geprofileerde wegmarkering (met verbeterde nachtzichtbaarheid bij regenweeren een nat wegdek) - spettermarkering

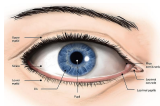


Geprofileerde wegmarkering (met verbeterde nachtzichtbaarheid bij regenweeren een nat wegdek) - dotmarkering



Geprofileerde wegmarkering (met verbeterde nachtzichtbaarheid bij regenweeren een nat wegdek) - tape

## Comment mesure-t-on à l'heure actuelle?



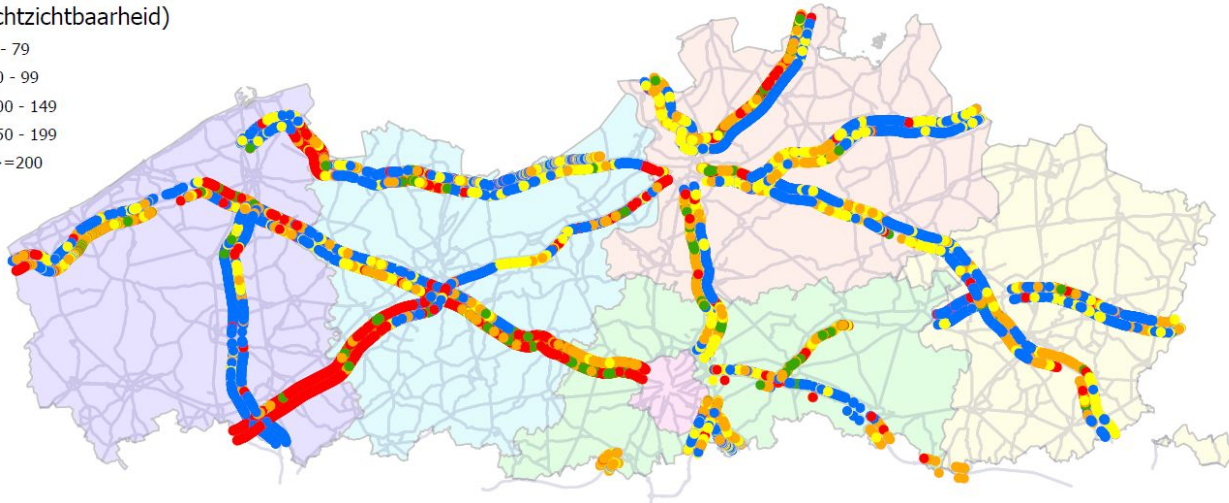
- Au début, ad hoc et en fin de garantie avec rétroreflectomètre manuel
- Stratégie d'inspection au moyen d'un rétroreflectomètre mobile
- Résultats visibles sur Geoloket et dans rapport IIR



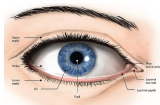
### Retroreflectiemetingen voor hoofdwegen wegen (2019) M1

rl (nachtzichtbaarheid)

- 1 - 79
- 80 - 99
- 100 - 149
- 150 - 199
- >=200



# Comment mesure-t-on à l'heure actuelle?



- ligne de séparation bande de droite, autoroutes
- ligne de séparation deuxième bande sur autoroutes
- lignes de séparation entre les bandes sur routes primaires I et II
- pour longues distances
- carrefours et ronds-points avec rétroreflectomètre manuel



# Vision par ordinateur







# Autonome vs connecté



## Autonomous Vehicle

Operates in isolation from other vehicles using internal sensors

**Event horizon is limited**  
due to physical restrictions of sensors



## Connected Automated Vehicle

Leverages autonomous and connected vehicle capabilities

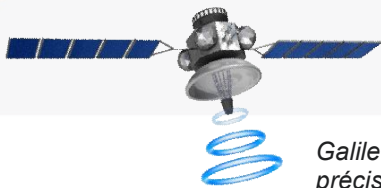
## Connected Vehicle

Communicates with nearby vehicles and infrastructure

**Event horizon is less limited**  
due to data exchange V2V/V2I

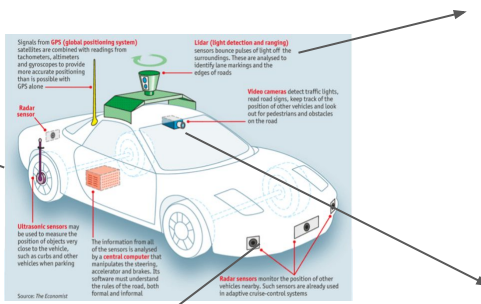
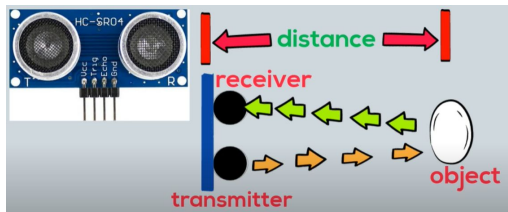


# Capteurs d'un véhicule autonome

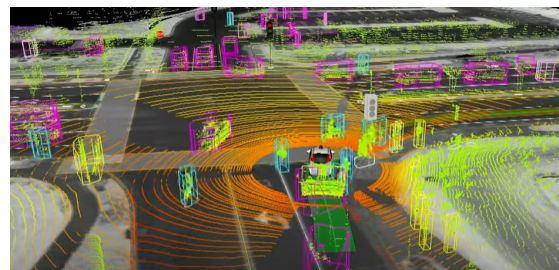


Galileo  
 précision cm

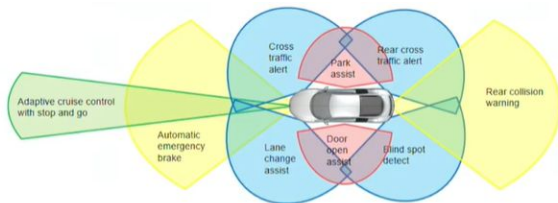
## Ultrason



## Lidar: Light Detection and Ranging Laser Imaging Detection And Ranging Mechanisch vs Solid State

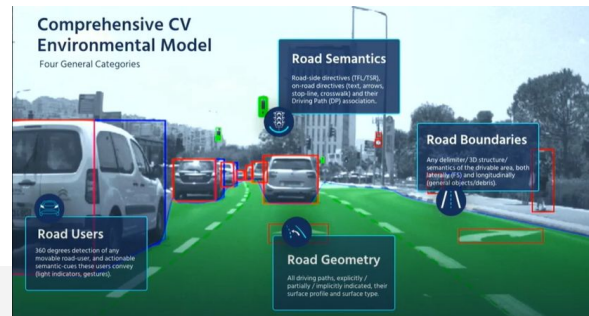


## Radar



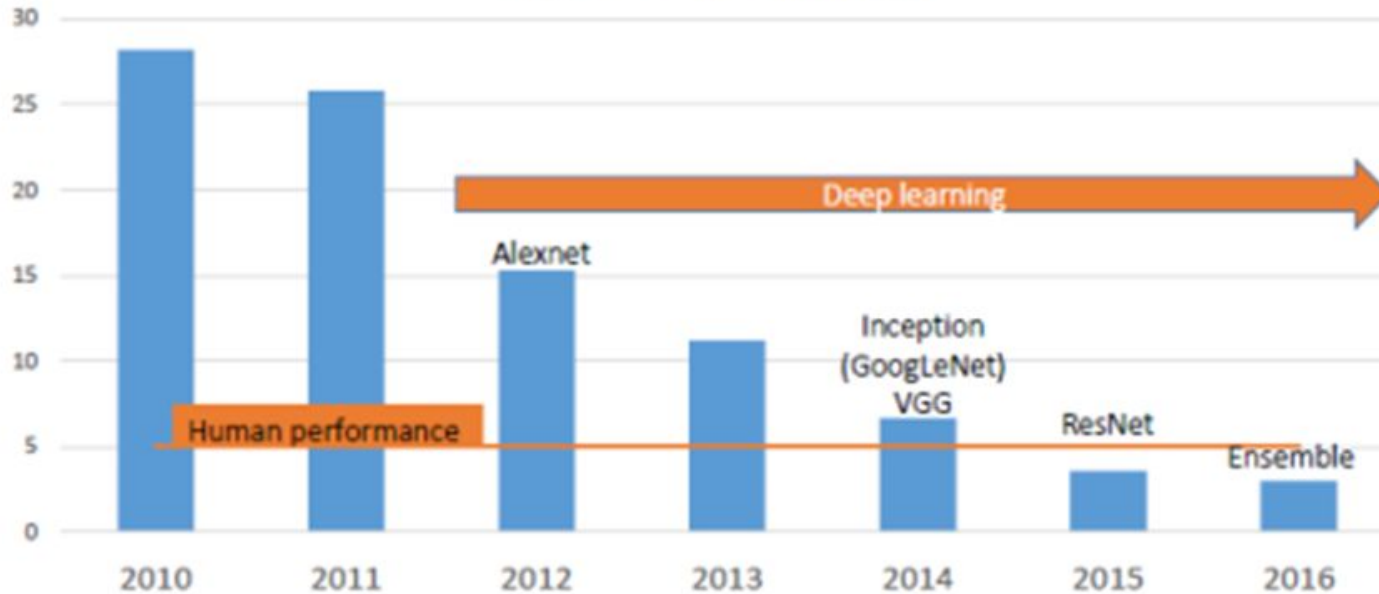
| Radar Type        | Approx. Range in [m] | Approx. Azimuth angle in [°] | System examples                         |
|-------------------|----------------------|------------------------------|---|
| Ultra short range | 20                   | 150                          | Park assist                             |
| Short range       | 80                   | 120                          | Blind sport detect, cross traffic alert |
| Mid range         | 120                  | 90                           | Automatic emergency brake               |
| Long range        | 250                  | 10                           | Adaptive cruise control                 |

## Vidéo





## Imagenet classification error



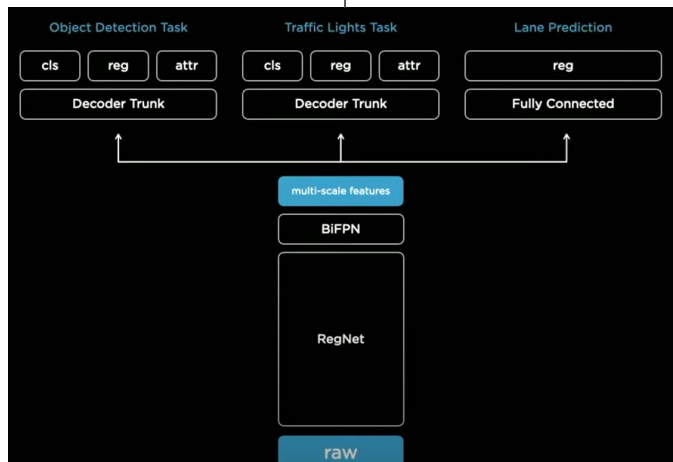
# De la caméra à l'espace vectoriel



Caméras embarquées



Réseau neural



Espace vectoriel tridimensionnel





## Invloedsfactoren van de machine

- overbelichting in camera laagstaande zon of koplampen tegenligger
- beeldkwaliteit daalt van camera door zware regen, sneeuw en mist, te hoge of te lage temperatuur
- kwaliteit van de camera's
- gebruikte algoritmes
- artificiële neurale netwerken (simuleert het menselijk brein)





## Exemples





## Invloedsfactoren op de detecteerbaarheid en leesbaarheid van wegmarkeringen door machine vision systemen

- Zichtbaarheid wegmarkeringen RL, Qd en contrast met bestrating
- Kleur en breedte markeringen, stippelijnafstand
- Omgevingslicht, schaduw, weersomstandigheden (regen, mist, sneeuw,...)
- Bestratingstype en textuur, breedte rijstrook
- Rijsnelheid, veel bochten
- Fantoommarkeringen, scheuren, reparaties, wielsporen



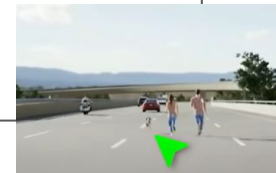
# Améliorer l'algorithme



Données de la  
flotte connectée



Simulation: création  
de données  
d'entraînement





## Invloedsfactoren van de weg en wegmarkering

- Overdag= $Q_d$  weinig invloed,  $Q_d$  contrast wel invloed
- Nacht=  $R_L$  heeft invloed,  $R_L$  contrast geen invloed

Bron: RMSF - Road markings and road signs for the future, "Final report of the WP1: Review and preparation of an inventory of current practices and procedures on road markings and road signs", Europese Commissie, Written by University of Zagreb, University of Hasselt, Graz Institute of Technology, AKKA I&S, June 2021



## Conclusion



- Maintenir les exigences de qualité des marquages actuels (facteur humain)
- Accorder une attention particulière pour
  - des marquages corrects en cas de travaux routiers
  - limiter l'usure
  - limiter la saleté
  - limiter les ombres sur la chaussée
  - limiter autant que possible les marquages fantômes
- Engager un dialogue avec le secteur automobile afin d'identifier les besoins en matière de données





Belgisch **Wegen**congres  
Congrès belge de la **Route**

LEUVEN • 4-7.04.2022



EEN ORGANISATIE VAN



**BWV** | Belgische  
Wegenvereniging



AGENTSCHAP  
**WEGEN & VERKEER**

MET DE STEUN VAN



Opzoekingscentrum  
voor de Wegenbouw



**BRUSSEL MOBILITEIT**  
GEWESTELIJKE OVERHEIDSDIENST BRUSSEL



**BFAW**  
Belgische Federatie van Aannemers van Wegenwerken vzw




Belgisch **Wegen**congres  
Congrès belge de la **Route**

LEUVEN • 4-7.04.2022



## Contact

 Karen De Winne - Kristof Rombaut

 Tel: 02 553 78 01

 [verkeer.wegsystemen.telematica@mow.vlaanderen.be](mailto:verkeer.wegsystemen.telematica@mow.vlaanderen.be)

