



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

LEUVEN • 4-7.04.2022

Instrumentatie ten dienste van het brugbeheer

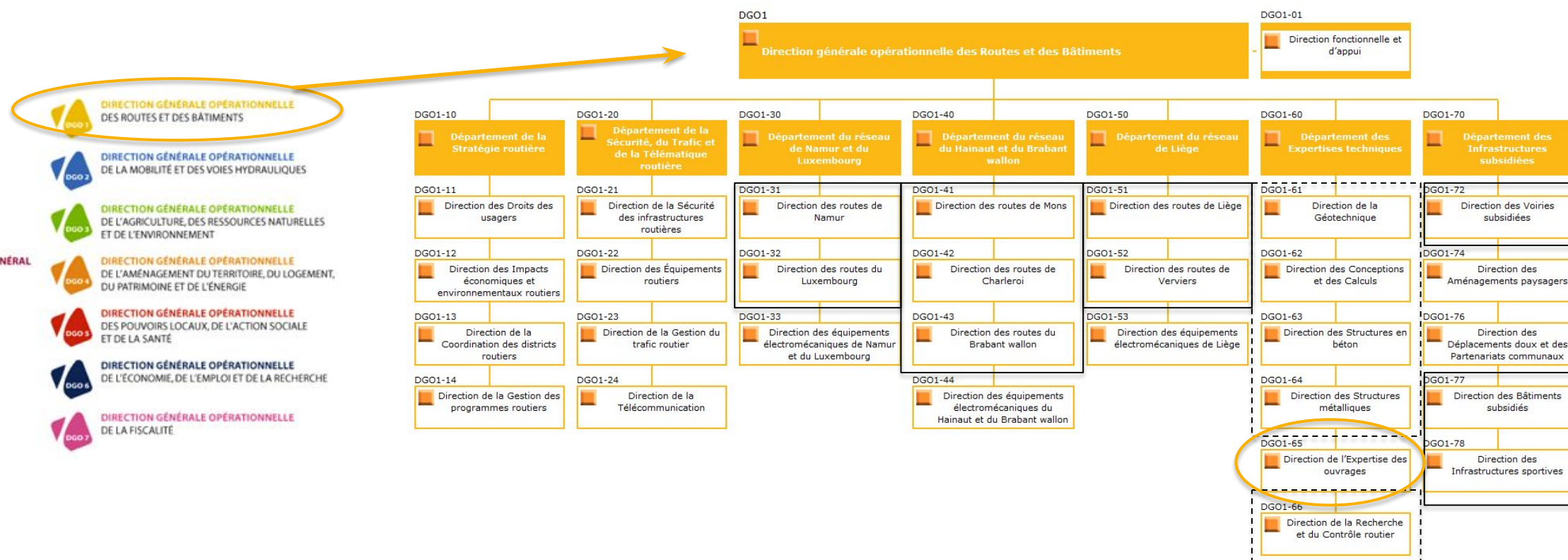
Sébastien Flawinne

Ingénieur des constructions – Direction de l'Expertise des Ouvrages – SPW MI





Directie van bouwwerkdeskundigheid





Missies van de Directie

- Het beheer van de 6.000 wegebouwen van de SPW MI organiseren
- Technische opleidingen « brugen » voor de medewerkers van de SPW MI organiseren
- Wetenschappelijke beoordelingen uitvoeren
- Tijdelijk of permanente toezicht op de wegebouwen organiseren
 - Instrumentatiteitseenheid: 2 ingenieurs en 1 bachelor
 - Interne bevoegdheid voor meeste aanvragen:
 - Materiaal aankopen
 - Sensoren et dataloggers uitvoering
 - Gegevensoverdracht op de Cloud
 - Verwerking en analyse
 - Voor specifiek gevallen, samenwerking met specialisten



Instrumentatie van v



***Permanente toezicht van
wegenbouw parameters via
sensoren***

Instrumentatie van wegenbouw

Drie mogelijke instrumentalisatie doelstellingen

Veiligheid opvolg

Hulp aan beslissing

Levensverlenging



Instrumentatie van wegenbouw

De meeste instrumentalisaties zijn beperkt □ die zijn volledig door de SPW beheert

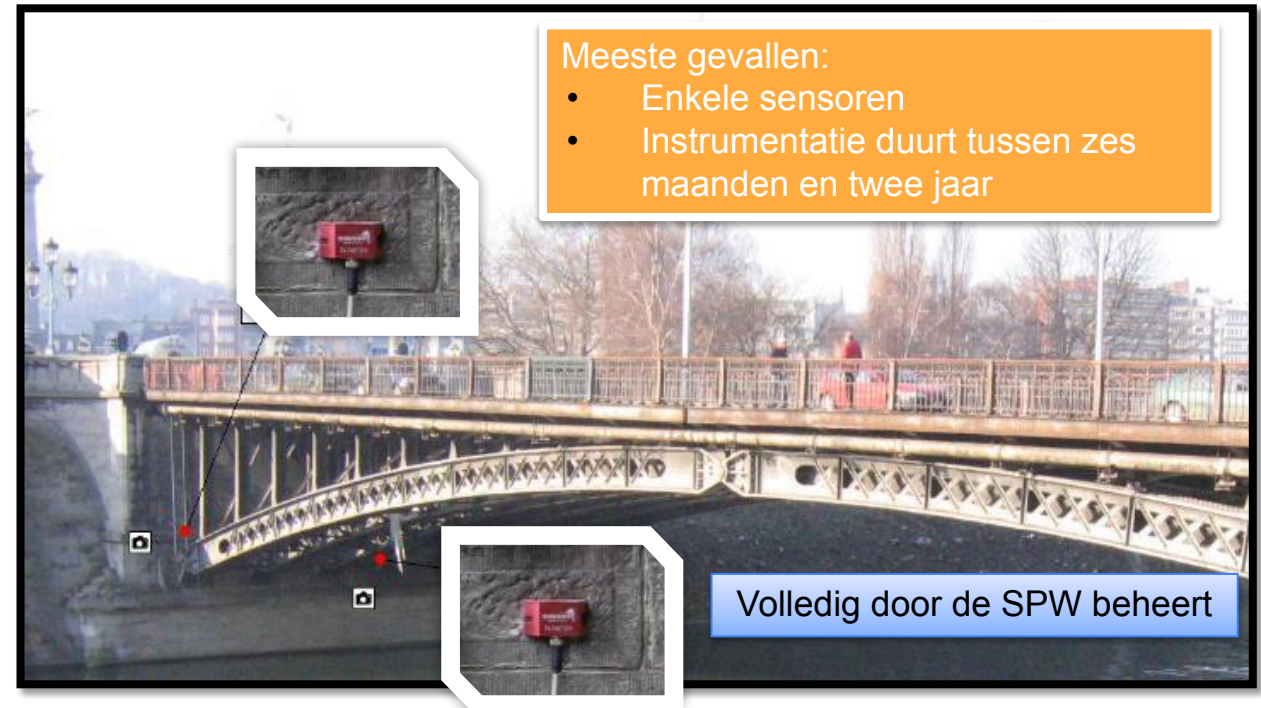
Zeldzaam geval



Door de SPW of externe beheert

Meeste gevallen:

- Enkele sensoren
- Instrumentatie duurt tussen zes maanden en twee jaar



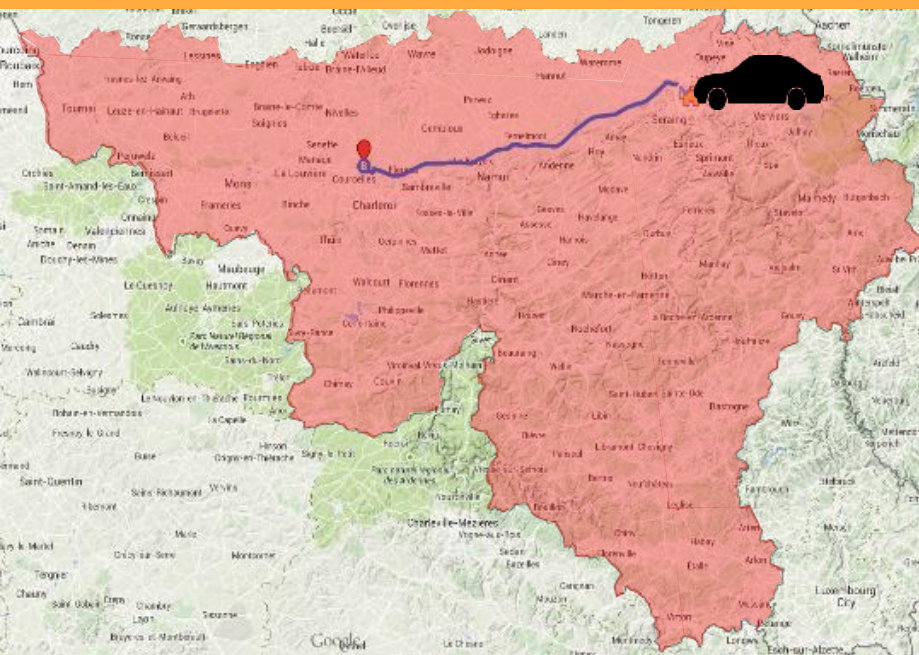
Volledig door de SPW beheert



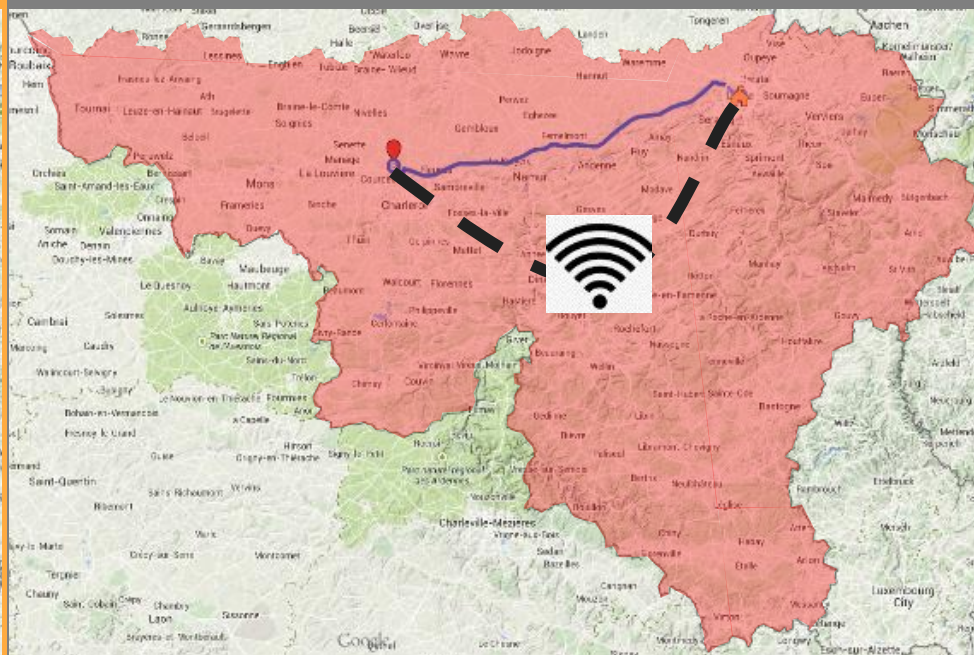
Belgisch **Wegencongres**
Congrès belge de la **Route**

LEUVEN • 4-7.04.2022

klassieke instrumentatie



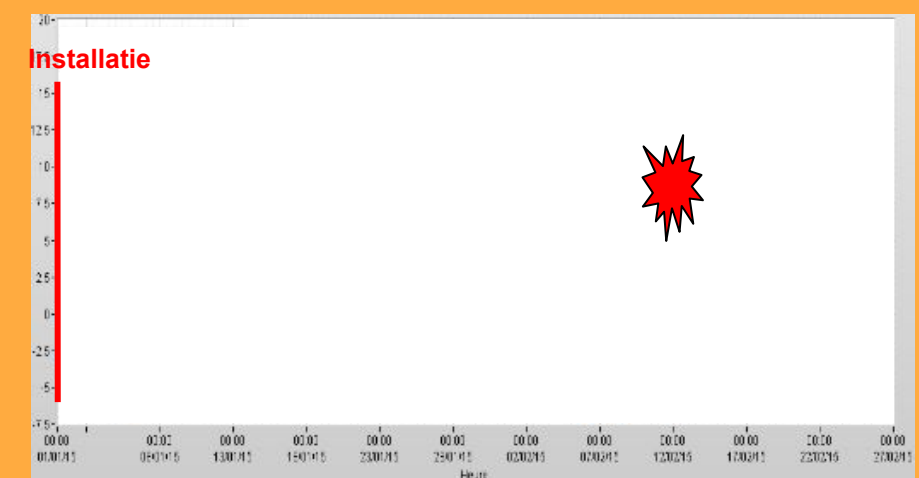
Telemetrische instrumentatie



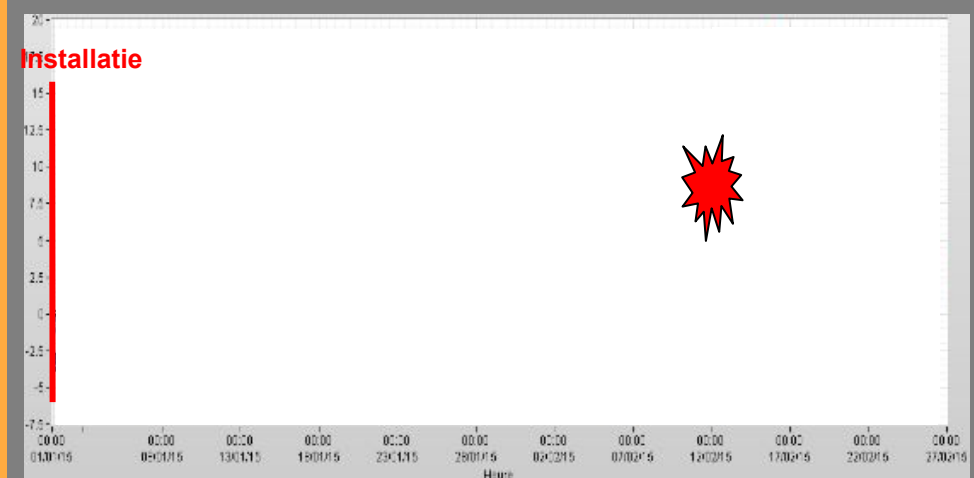
De teleafmeting

Afmetingen
automatisch
gerepatrieerd via 4G,
LoRa,...

Installatie



Installatie





klassieke instrumentatie

Wanneer er vererging van het probleem blijkt

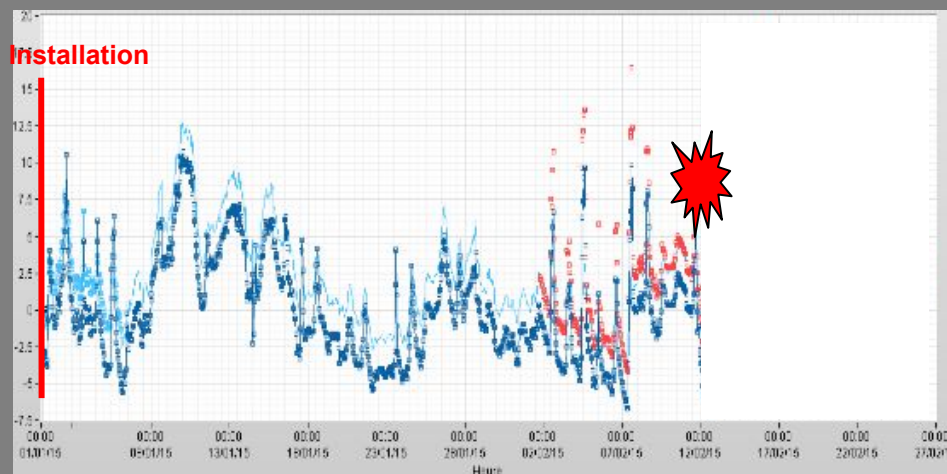
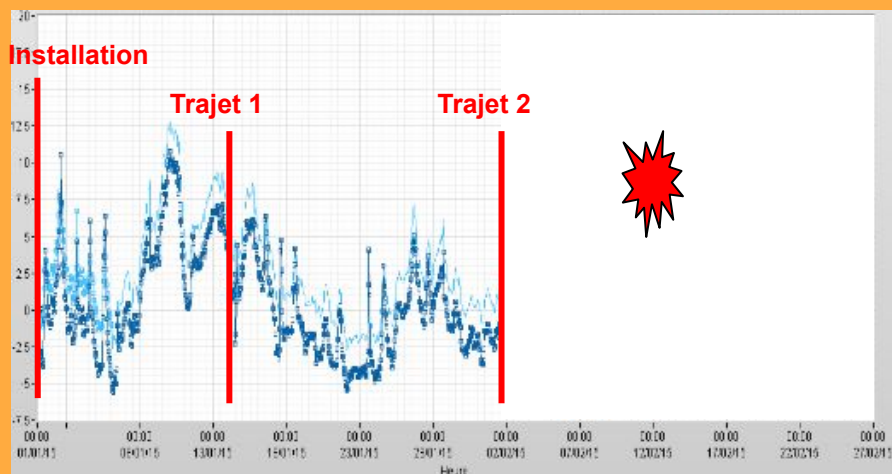


Telemetrische instrumentatie



De telemetrie

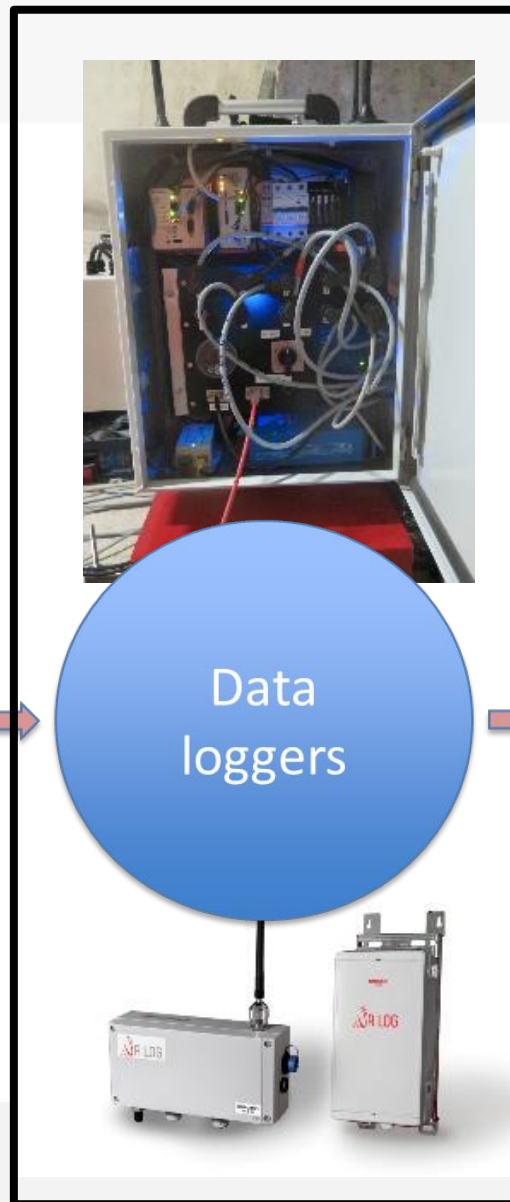
Directe reactie in geval van problemen ...





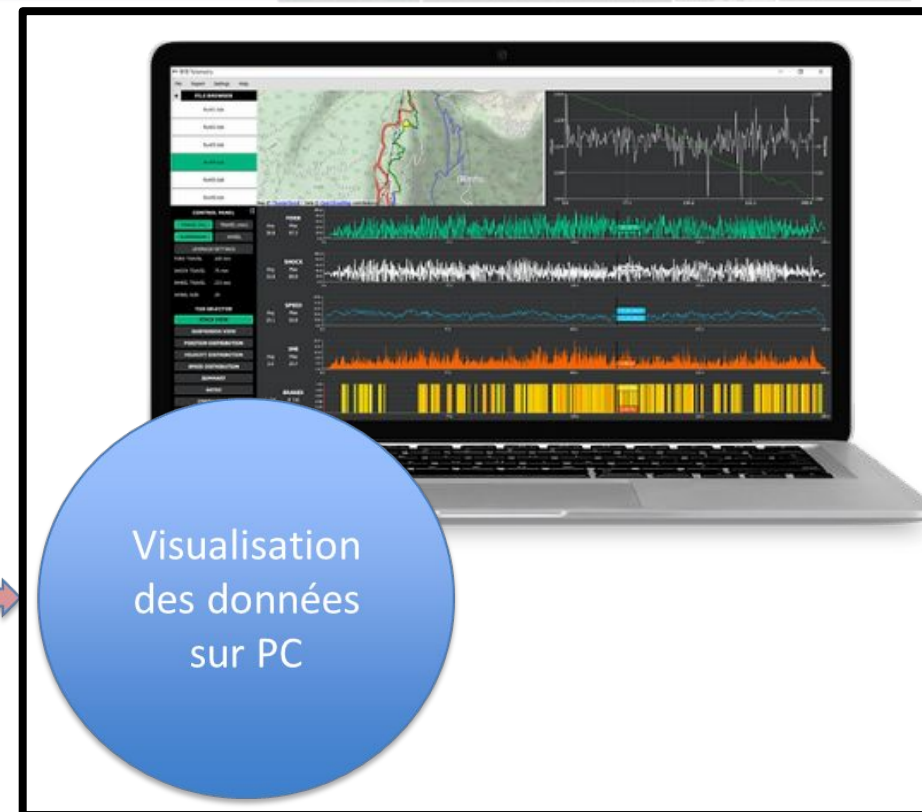
De telemetrie

Meetketen bestaande uit drie polen



3G
4G

Lora
Sigfox





Belgisch **Wegencongres**
Congrès belge de la **Route**

LEUVEN • 4-7.04.2022



Telemetrie

De SPW heeft zijn eigen
sensoren, dataloggers en
WEB-platform licenties

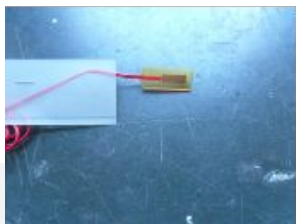
DEPLACEMENT



TEMPERATURE



JAUGES DE CONTRAINTES



Capteurs

Data
loggers

3G
4G

Lora
Sigfox

Visualisation
des données
sur PC

 VISTA DATA VISION



VDV functies

Metingen weergeven op verschillende
soorten grafieken

Gebruikersaccountsysteem met
gepersonaliseerde toegang

Real time display

Automatische reporting tool

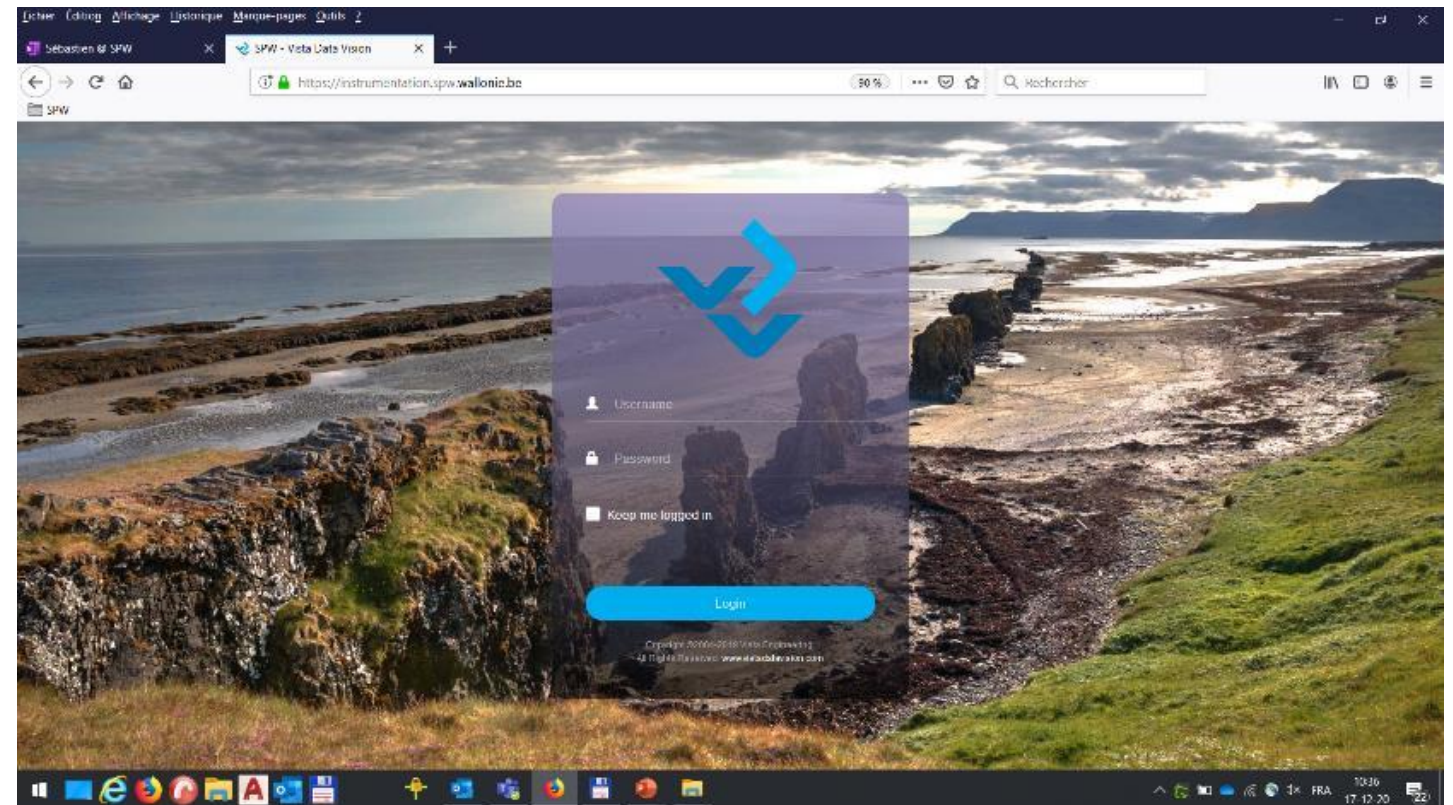
Oprichting van presentatie dashboards

Virtuele variabelen

Alarmsystemen en alarmen

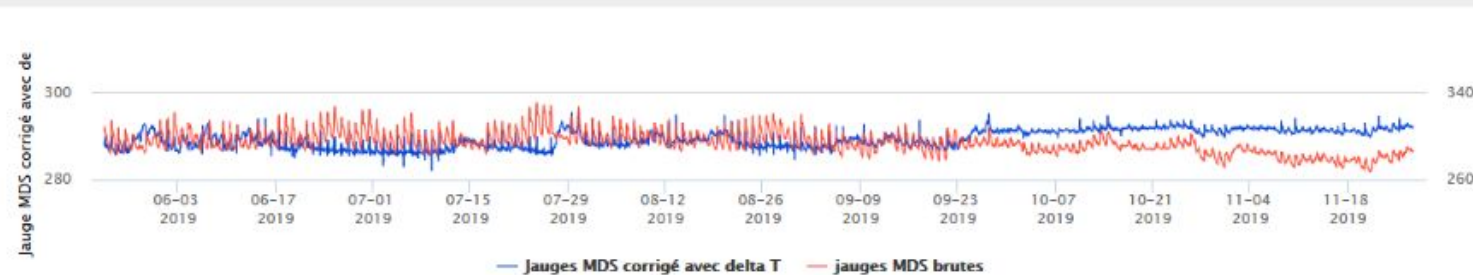
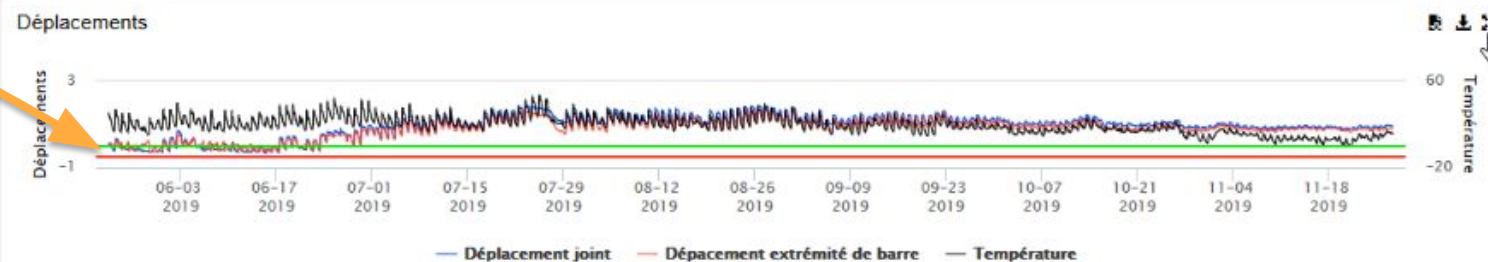
GIS en webcam compatibel

...





Lijnen die alarmdrempels
voorstellen



VDV functies

Metingen weergeven op verschillende soorten grafieken

Gebruikersaccountsysteem met gepersonaliseerde toegang

Real time display

Automatische reporting tool

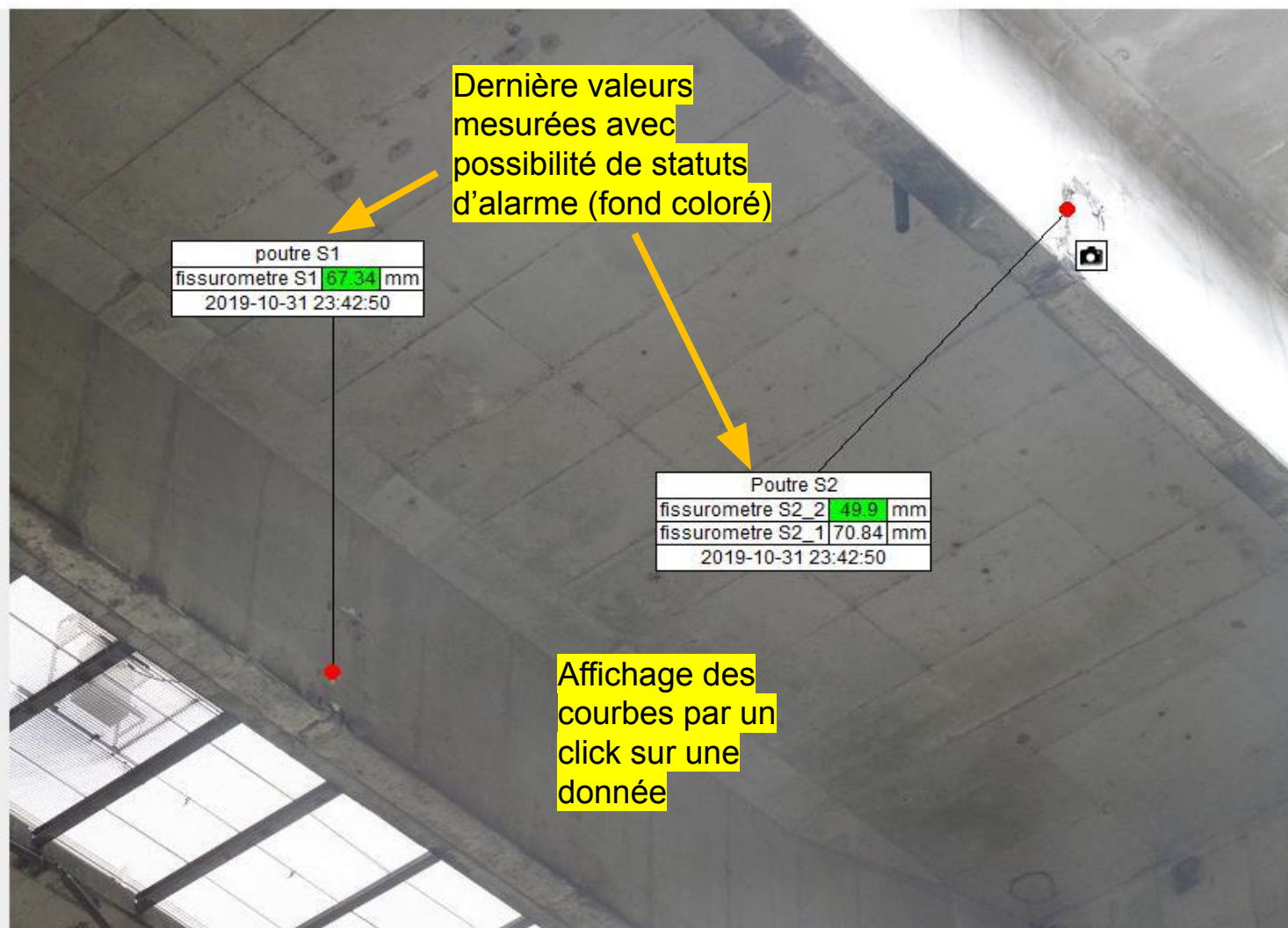
Oprichting van presentatie dashboards

Virtuele variabelen

Alarmsystemen en alarmen

GIS en webcam compatibel

...





VDV functies

Metingen weergeven op verschillende soorten grafieken

Gebruikersaccountsysteem met gepersonaliseerde toegang

Real time display

Automatische reporting tool

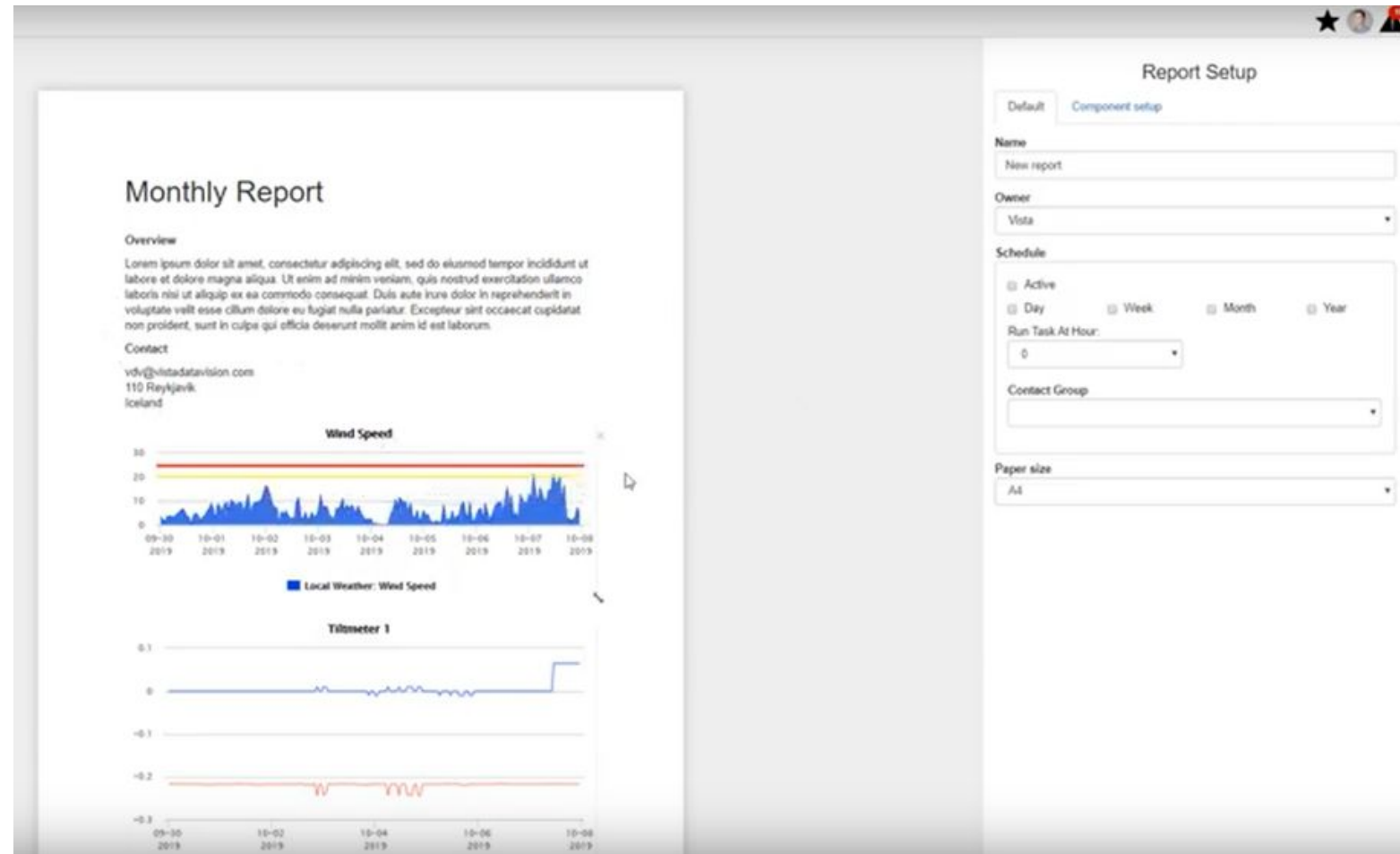
Oprichting van presentatie dashboards

Virtuele variabelen

Alarmsystemen en alarmen

GIS en webcam compatibel

...



Instrumentation du mur de soutènement de la sortie 34 de l'A602 (BDOA 12218)

But de l'intervention : contrôle du basculement sur le domaine infrabel

1. OBJET

Une partie du mur de soutènement présente une inclinaison en direction de la ligne de chemin de fer reliant Liège à Bruxelles.

Sur proposition de la Direction des Etudes de ponts, un système composé de deux poutres métalliques, destiné à reporter les poussées des terres sur une partie stable du mur, a été mis en œuvre.

Afin de contrôler le comportement du mur et le bon fonctionnement de la solution, une instrumentation a été mise en place par la Direction de l'Expertise des Ouvrages.

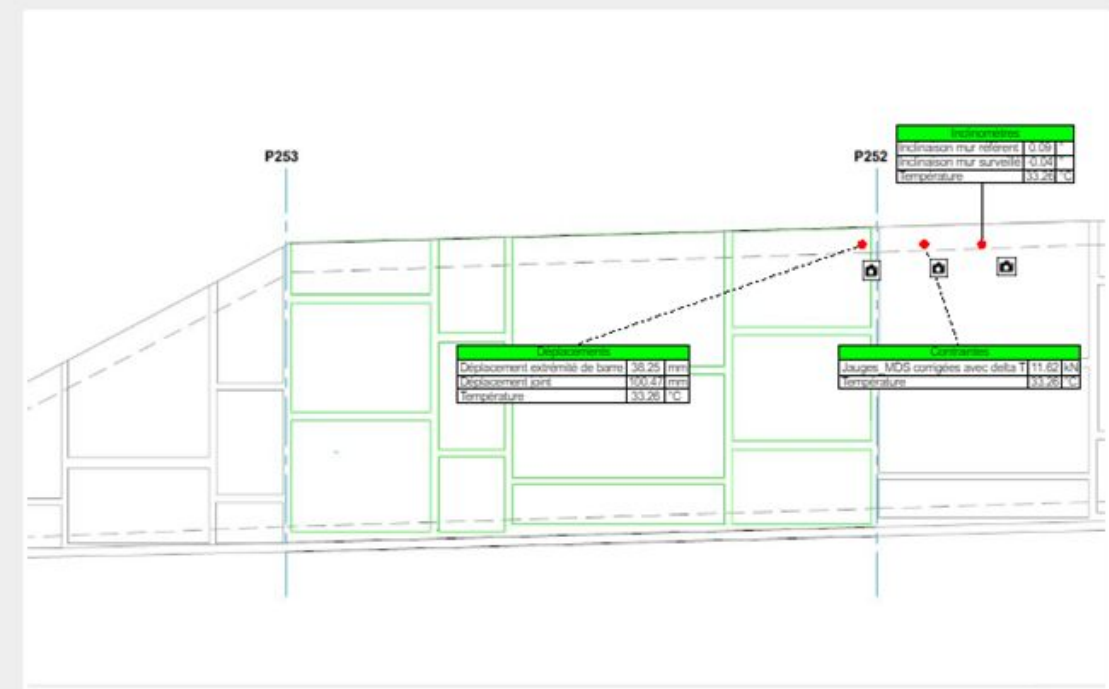


Le graphe ci-dessous renseigne les dernières valeurs collectées pour les différents capteurs placés sur le mur. En cliquant sur les boîtes de valeurs, les courbes des capteurs sont visualisables.

Les icônes photos permettent, en cliquant dessus, de faire apparaître les photos des capteurs mis en place.

L'instrumentation se compose des capteurs suivants:

- A) Deux capteurs de déplacement mesurant les déplacements en tête du mur incliné
- B) Deux couples de jauges de contraintes mesurant les efforts dans les tiges
- C) Deux inclinomètres, dont un placé sur la portion à surveiller et l'autre sur la portion adjacente
- D) Une sonde de température, placée sur une des poutres métalliques.



Deux alarmes ont été placées:

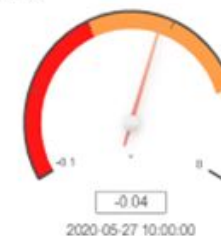
1. Alarme sur les efforts dans les jauges de contrainte sur les tiges
2. Alarme sur l'inclinaison du mur surveillé

Les jauges suivantes montrent les valeurs en cours de ces deux alarmes et les seuils d'alarme (en orange) et alerte (en rouge) associés

Efforts dans les barres en temps réel

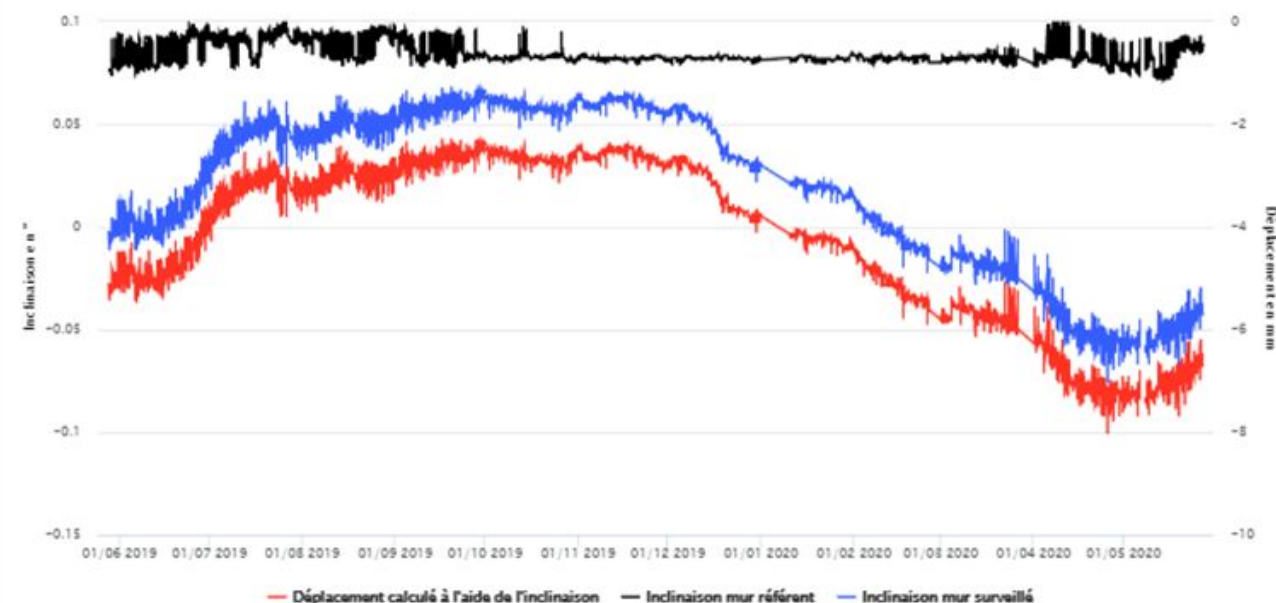


Inclinaison du mur surveillé



Le graphe ci-dessous montre l'inclinaison du mur surveillé (en bleu) et le déplacement calculé à l'aide de cette inclinaison (en rouge). L'inclinaison du mur référent est représenté en noir.

Inclinaisons et déplacements des têtes de mur



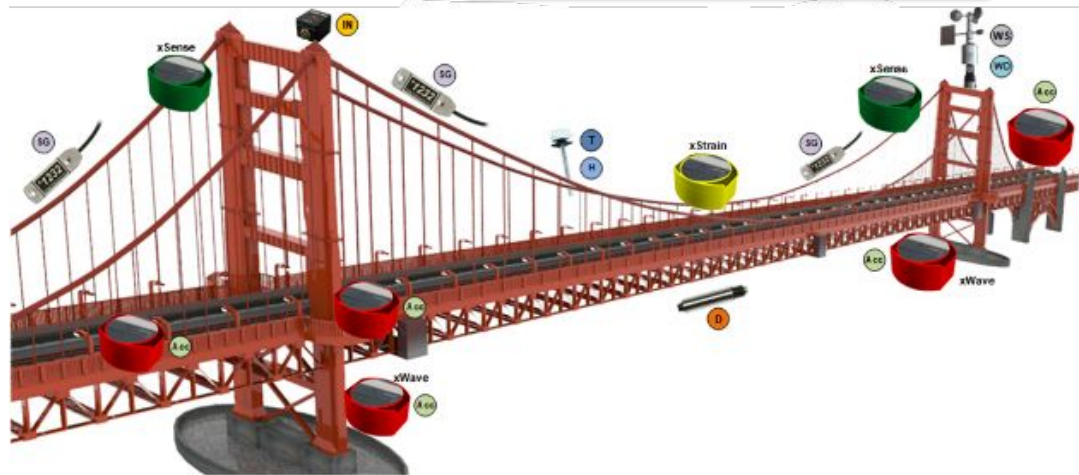


WEB platform

Alle gegevens (ook extremen) komen door ons platform



Complexe instrumentatie ☐
Mag extern beheerd worden



Beperkt instrumentatie ☐ volledig door
de SPW beheerd

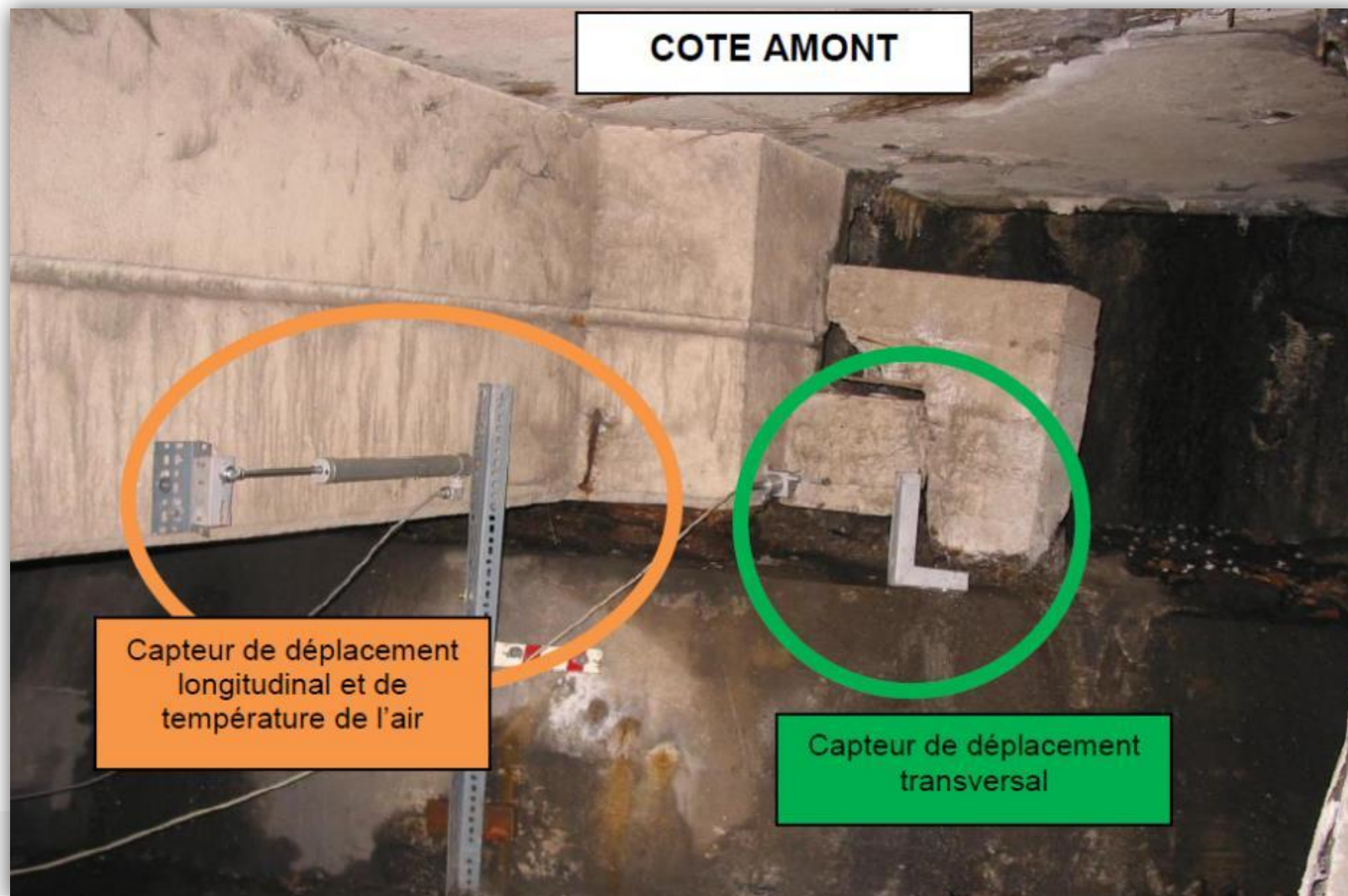


Klassieke geval : vervolg van steunen en verbindingen



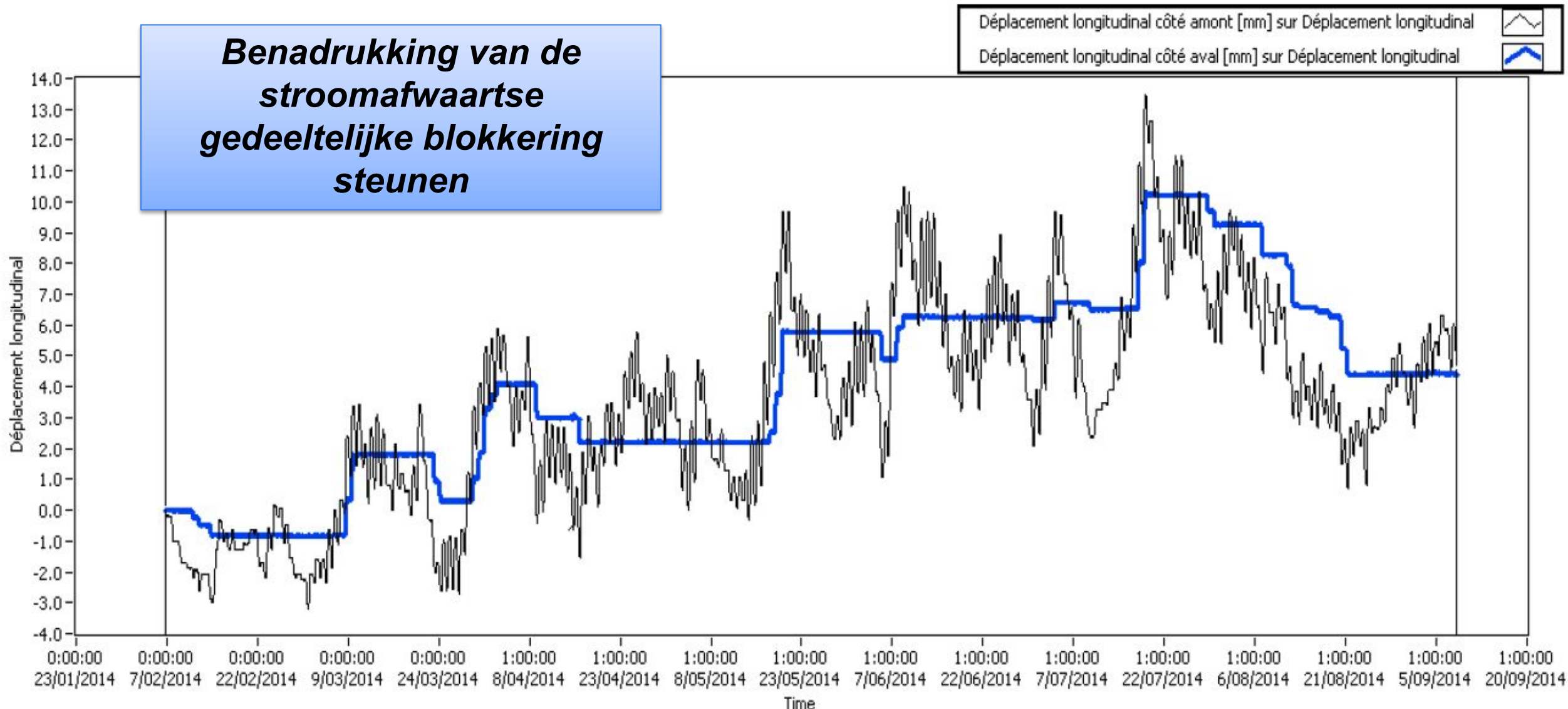


***Meting van debrug
verplaatsingen ten
opzichte van het
landhoofd***





***Benadrukking van de
stroomafwaartse
gedeeltelijke blokkering
steunen***



DE METING VAN DE SPANNING VAN DE STAGEN





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

Continu monitoring

- Pont de Lanaye
- Pont du Pays de Liège
- Pont de Wandre



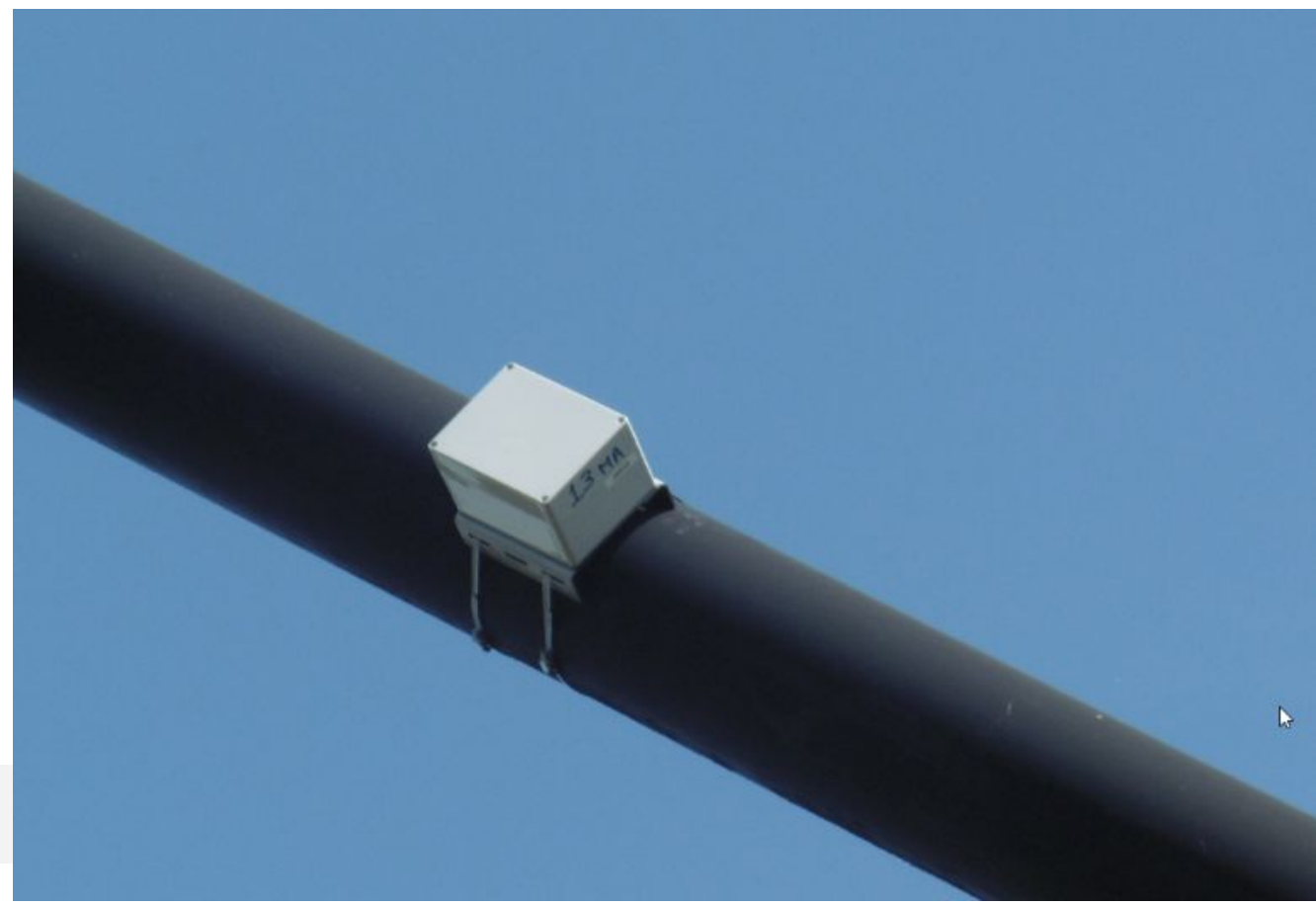


Belgisch **Wegencongres**
Congrès belge de la **Route**

LEUVEN • 4-7.04.2022



Spanningmeting met draadloze sensoren





Software voor permanente monitoring– Waarschuwingen en alarm beheer

Monitoring haubans Lanaye

09/03/2021 08:55:05 - 09/03/2022 08:55:05

Introduction

Le pont de Lanaye est pont haubané en béton de 232 m de longueur, permettant à une route communale, reliant les villages de Lanaye et d'Eben-Emael, d'enjamber le Canal Albert.

Les haubans, au nombre de trente, se répartissent en quatre nappes à partir de deux pylônes, situés à l'amont et à l'aval du pont en rive droite, de la manière suivante :

- deux nappes de dix haubans, soutiennent le tablier du pont ;

- deux nappes de cinq haubans ancrés en rive droite équilibrent les efforts sur les pylônes.

Dans le cadre de la mise en oeuvre d'une politique de suivi plus régulier des haubans, et suite à des problèmes de corrosion ayant conduit au remplacement des deux haubans les plus long supportant le tablier, cet ouvrage a été choisi comme premier cas de mise en application du système de monitoring développé conjointement avec l'Université de Liège et la société V2i.

L'instrumentation se compose de l'équipement suivant :

- 30 boîtiers contenant un accéléromètre tri

- directionnel, d'une so
- électronique permettant et la transmission des batteries assurant l'au

- Une station d'acqus recueillant les donnè tensions des hauban vibratoires et à l'aide i développé par l'univ

rtimé et initialisé par

Vue de situation



Variable	Monitor	Low Low	Low	High	High High	Send Low & High Warning	Send LowLow & HighHigh Warning
hauban 1	☒	170	205	255	290	Maintenance	Client
hauban 11	☒	290	345	425	480	None	Both

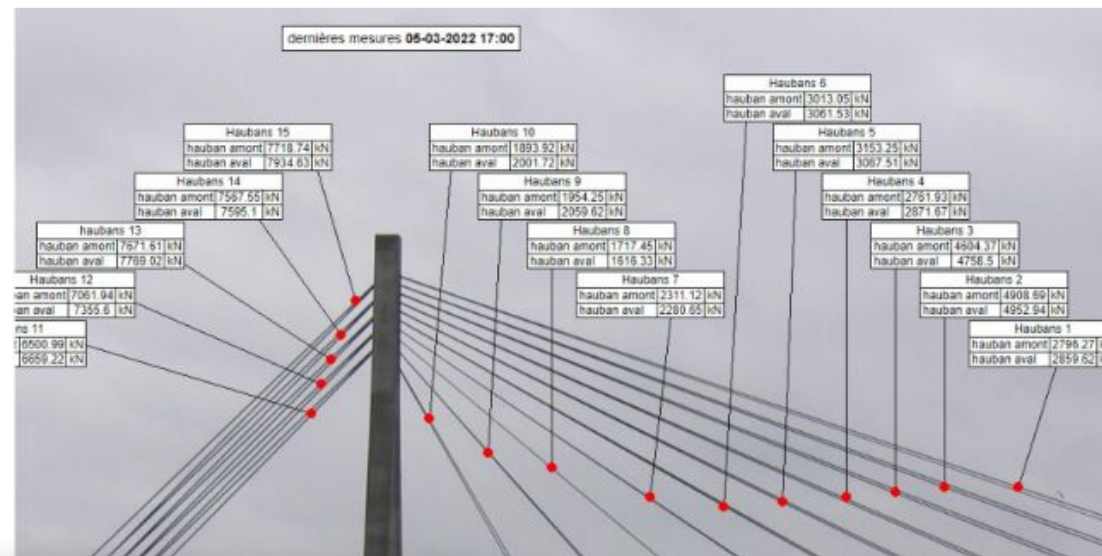
Instrumentation

L'instrumentation se compose de l'équipement suivant :

- 30 boîtiers contenant un accéléromètre tri directionnel, d'une sonde de température, de l'électronique permettant la lecture des capteurs et la transmission des données sans fil et des batteries assurant l'autonomie du matériel ;

- Une station d'acquisition et de traitement, recueillant les données des boîtiers, calculant les tensions des haubans à partir des signaux vibratoires et à l'aide d'un modèle paramétrique développé par l'Université et transmettant les données voulues vers un serveur ;

- un panneau solaire et des batteries assurant l'alimentation de la station.



Variable	Monitor	Low Low	Low	High	High High	Send Low & High Warning	Send LowLow & HighHigh Warning
hauban 1	☒	170	205	255	290	Maintenance	Client
hauban 11	☒	290	345	425	480	None	Both



VOORBEELD VAN DE VIADUC DE VIESVILLE

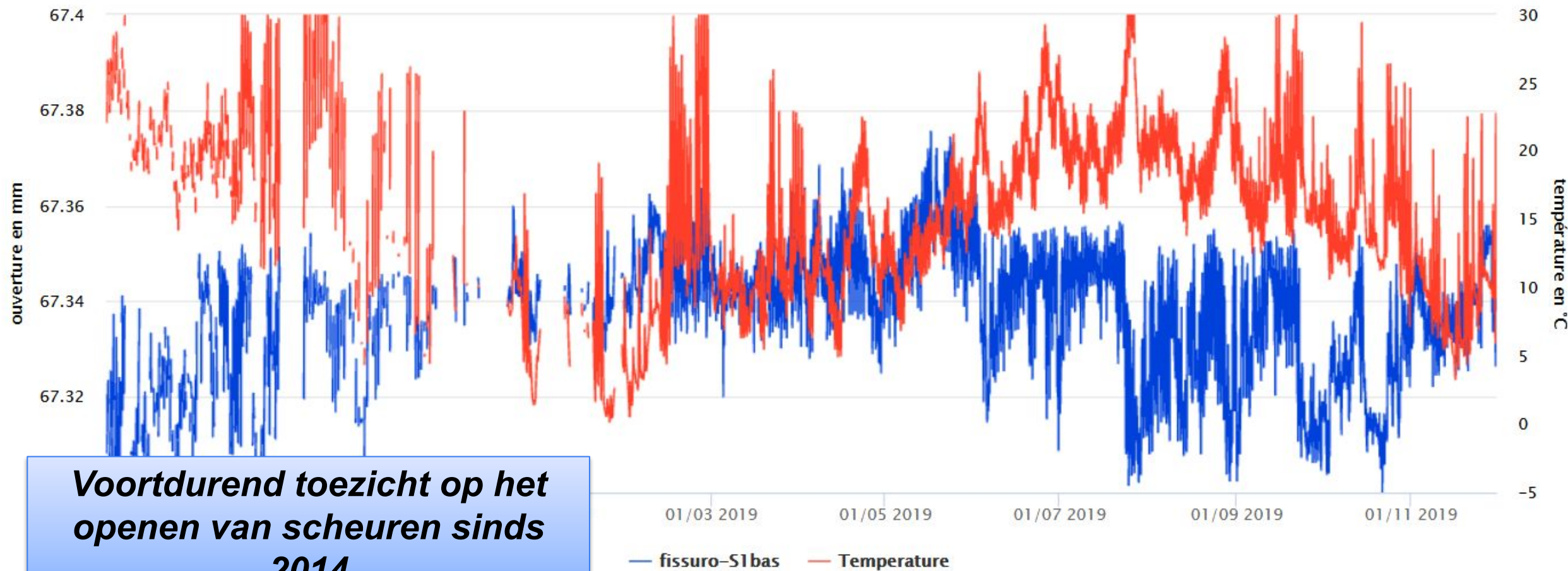


***Grote scheuren in balken als gevolg
van te grote afschuifkrachten***



Belgisch **Wegencongres**
Congrès belge de la **Route**

LEUVEN • 4-7.04.2022



VOORBEELD: VIADUC D'ATHUS



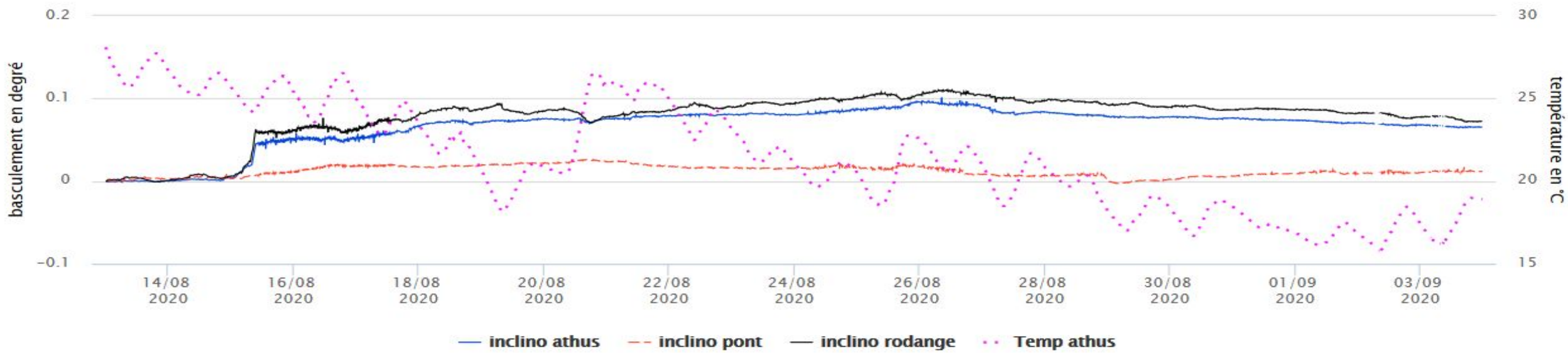
***Tunnel "geduwd" tot 1,5 m van
het landhoofd van een
bouwwerk van de SPW***



***Tunnel "geduwd" tot 1,5 m van
het landhoofd van een
bouwwerk van de SPW***



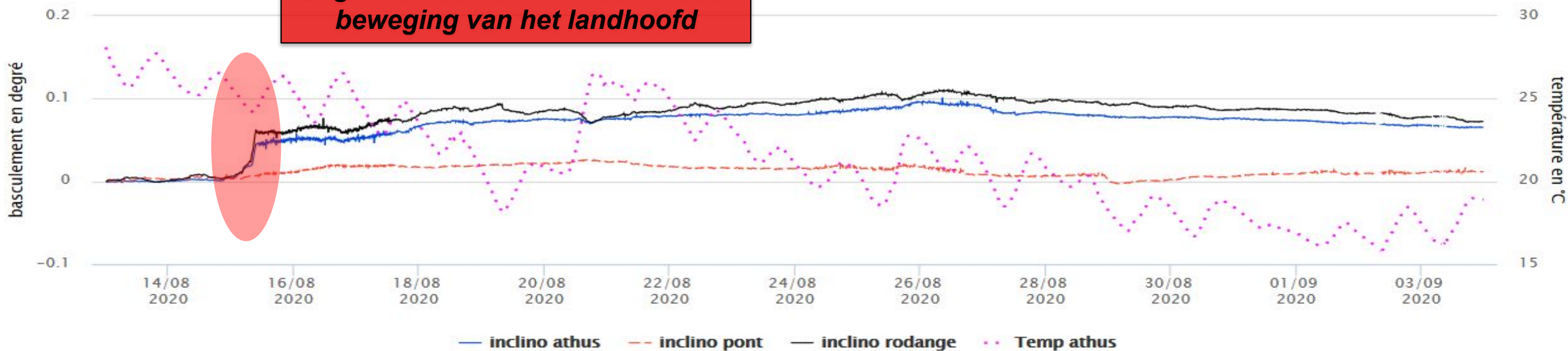
**Instrumentatie van
het landhoofd met
inclinometers**

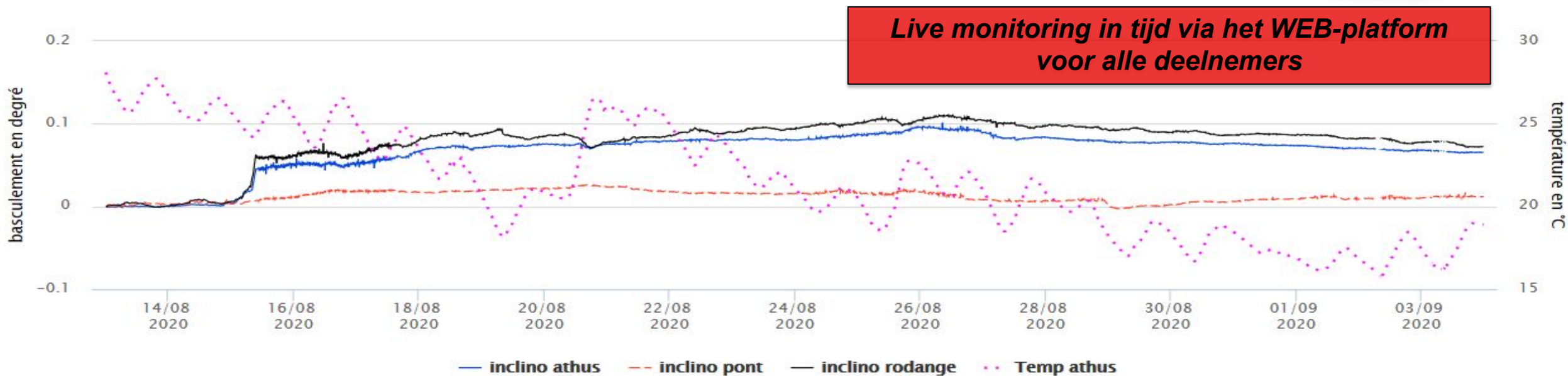




**Instrumentatie van
het landhoofd met
inclinometers**

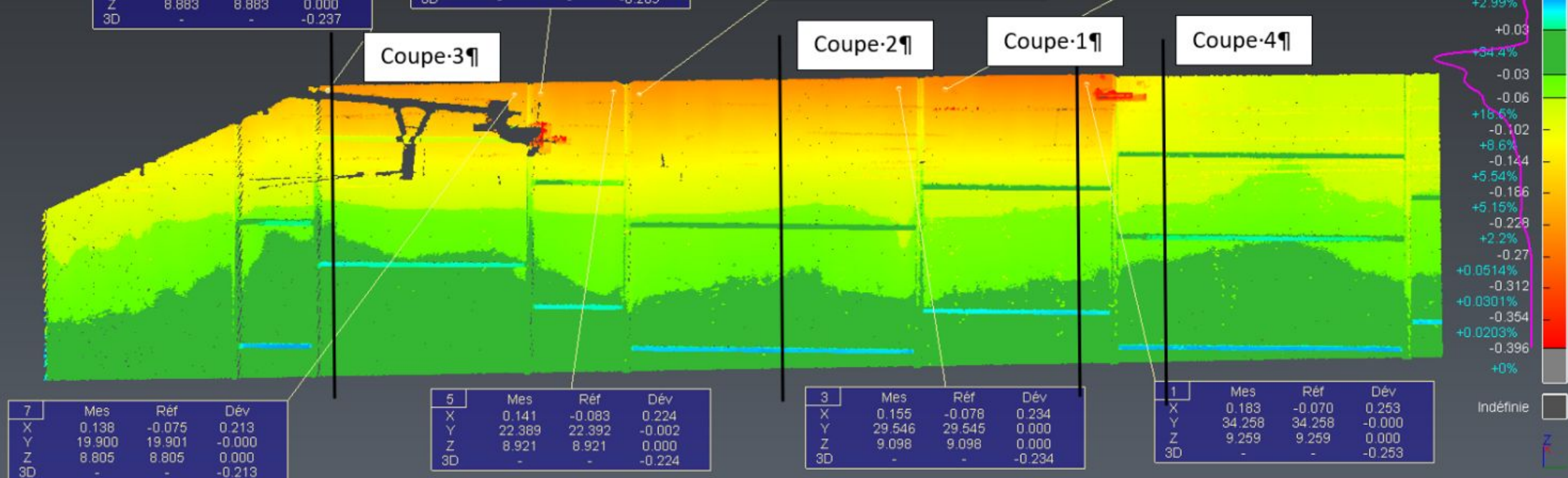
**Begin van de werken  alarm door
beweging van het landhoofd**



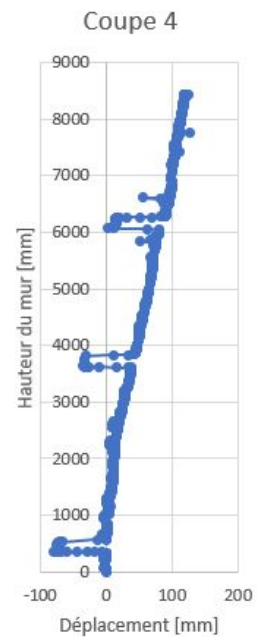
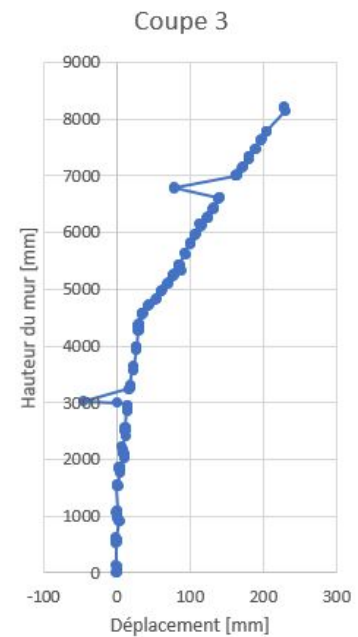
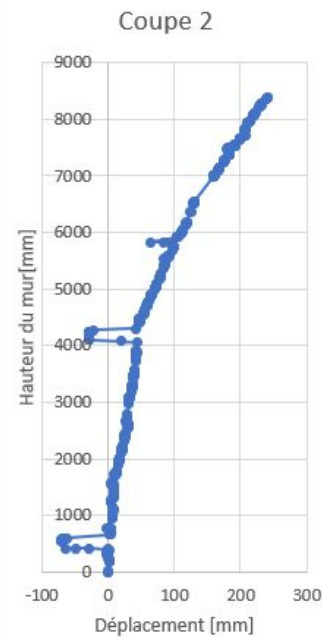
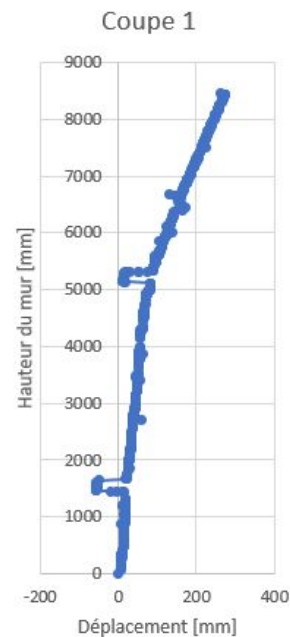


VOORBEELD MUUR NMBS





De bovenkant van de muur helt op sommige plaatsen meer dan 20 cm over in de richting van de sporen





***Balken die de kantelende
wand plaatselijk tegenhouden***



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

LEUVEN • 4-7.04.2022

Toezicht op:

- **Inclinometers**
- **Verplaatsingen sensoren**
- **Spanningsmeters**



Instrumentation du mur de soutènement de la sortie 34 de l'A602 (BDOA 12218)

But de l'intervention : contrôle du basculement sur le domaine infrabel

1. OBJET

Une partie du mur de soutènement présente une inclinaison en direction de la ligne de chemin de fer reliant Liège à Bruxelles.

Sur proposition de la Direction des Etudes de ponts, un système composé de deux poutres métalliques, destiné à reporter les poussées des terres sur une partie stable du mur, a été mis en oeuvre.

Afin de contrôler le comportement du mur et le bon fonctionnement de la solution, une instrumentation a été mise en place par la Direction de l'Expertise des Ouvrages.

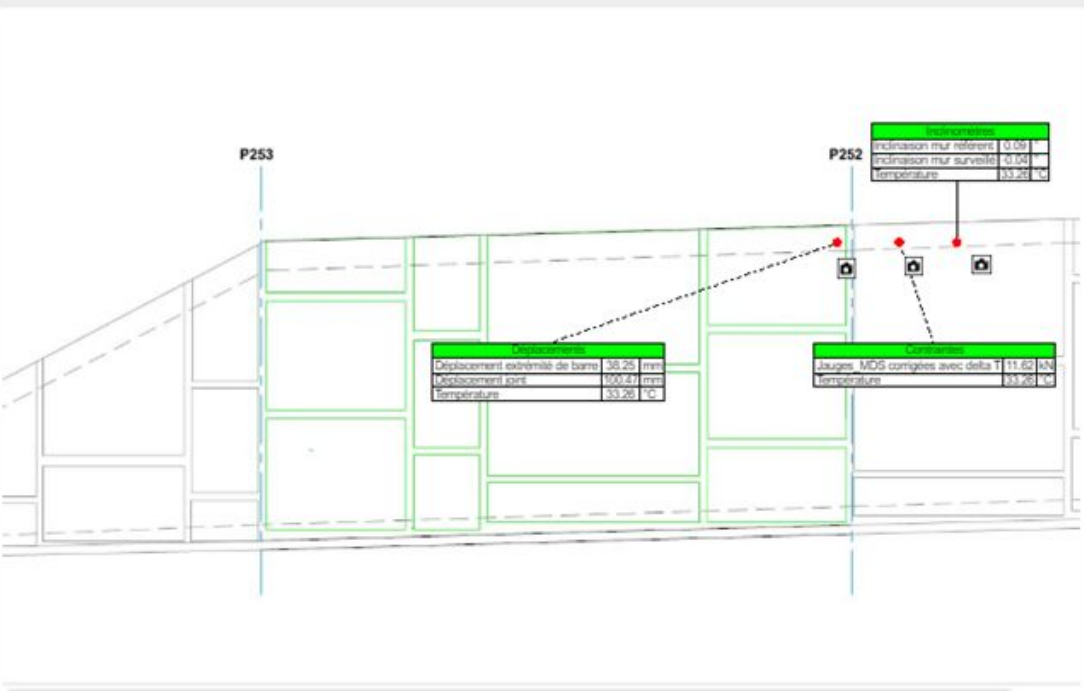


Le graphe ci-dessous renseigne les dernières valeurs collectées pour les différents capteurs placés sur le mur. En cliquant sur les boîtes de valeurs, les courbes des capteurs sont visualisables.

Les icônes photos permettent, en cliquant dessus, de faire apparaître les photos des capteurs mis en place.

L'instrumentation se compose des capteurs suivants:

- A) Deux capteurs de déplacement mesurant les déplacements en tête du mur incliné
- B) Deux couples de jauges de contraintes mesurant les efforts dans les tiges
- C) Deux inclinomètres, dont un placé sur la portion à surveiller et l'autre sur la portion adjacente
- D) Une sonde de température, placée sur une des poutres métalliques.



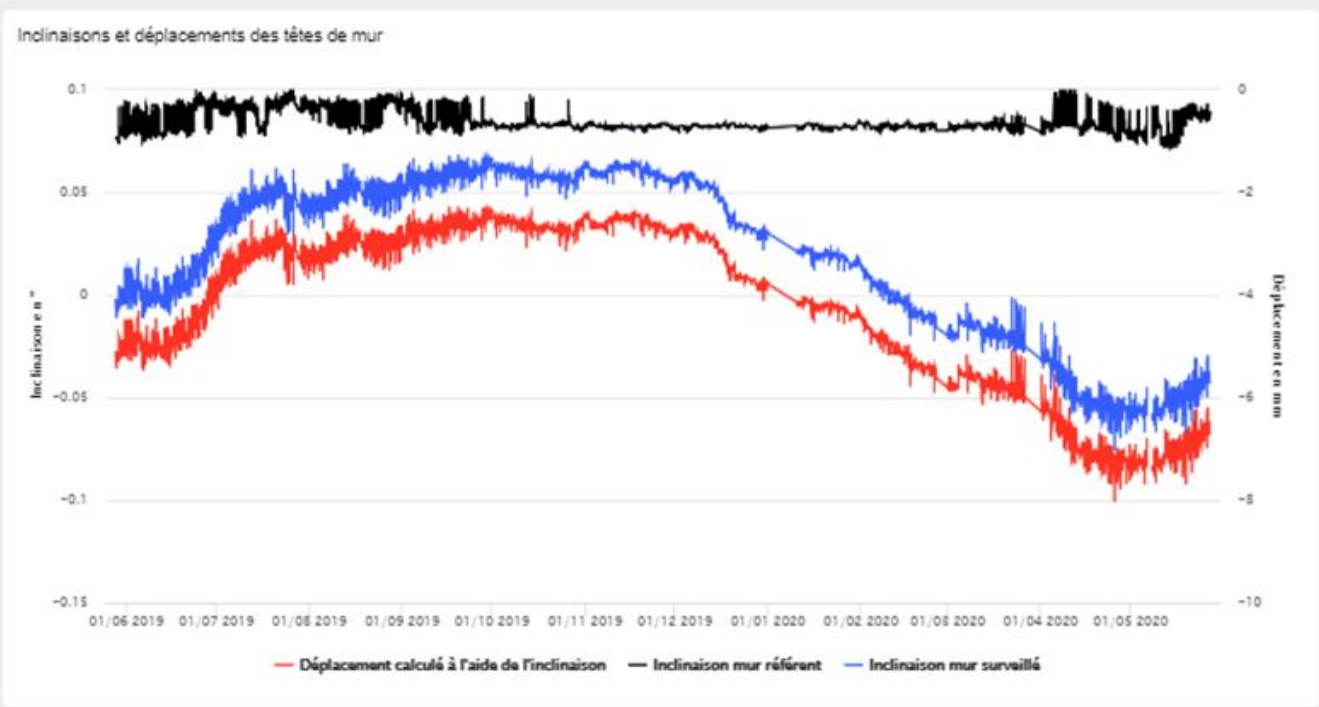
Deux alarmes ont été placées:

1. Alarme sur les efforts dans les jauges de contraintes sur les tiges
2. Alarme sur l'inclinaison du mur surveillé

Les jauges suivantes montrent les valeurs en cours (verts de gauche) les valeurs d'alerte (en orange) et alerte (en rouge) associés

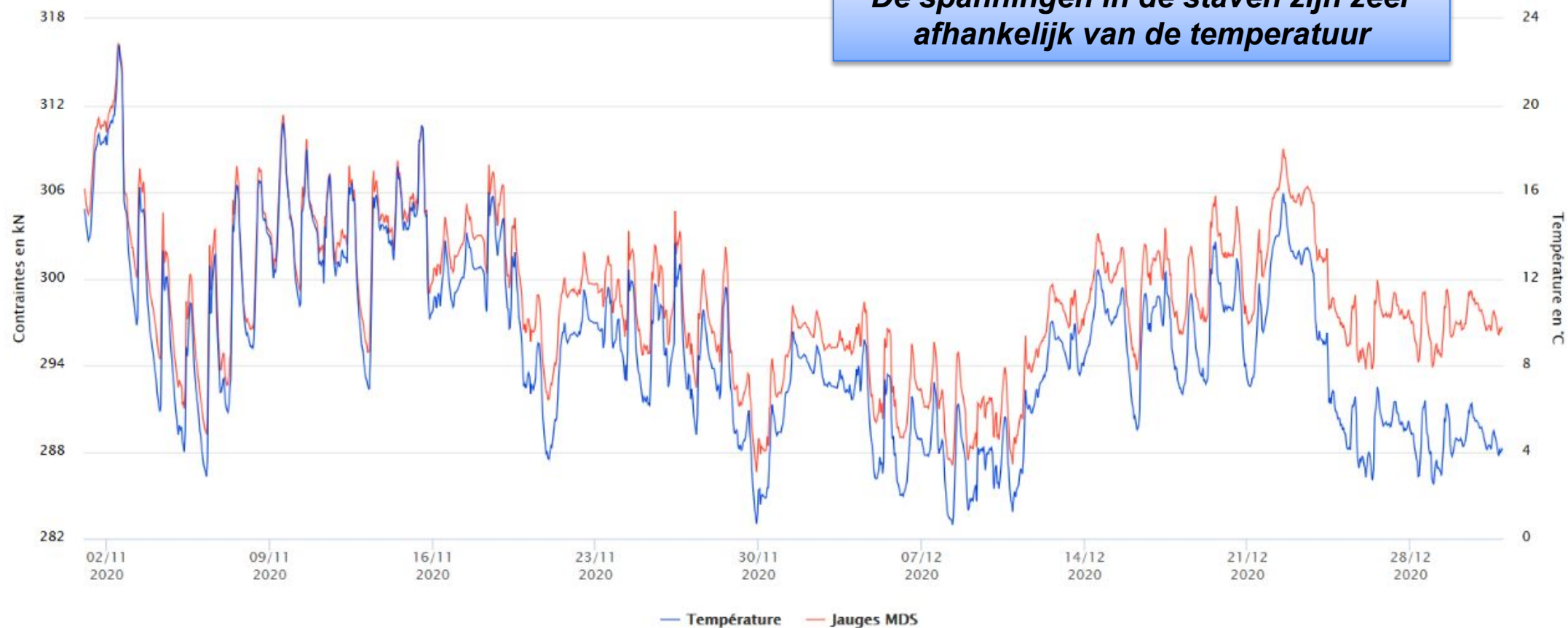


Le graphe ci-dessous montre l'inclinaison du mur surveillé (en bleu) et le déplacement calculé à l'aide de cette inclinaison (en rouge). L'inclinaison du mur référent est représenté en noir.



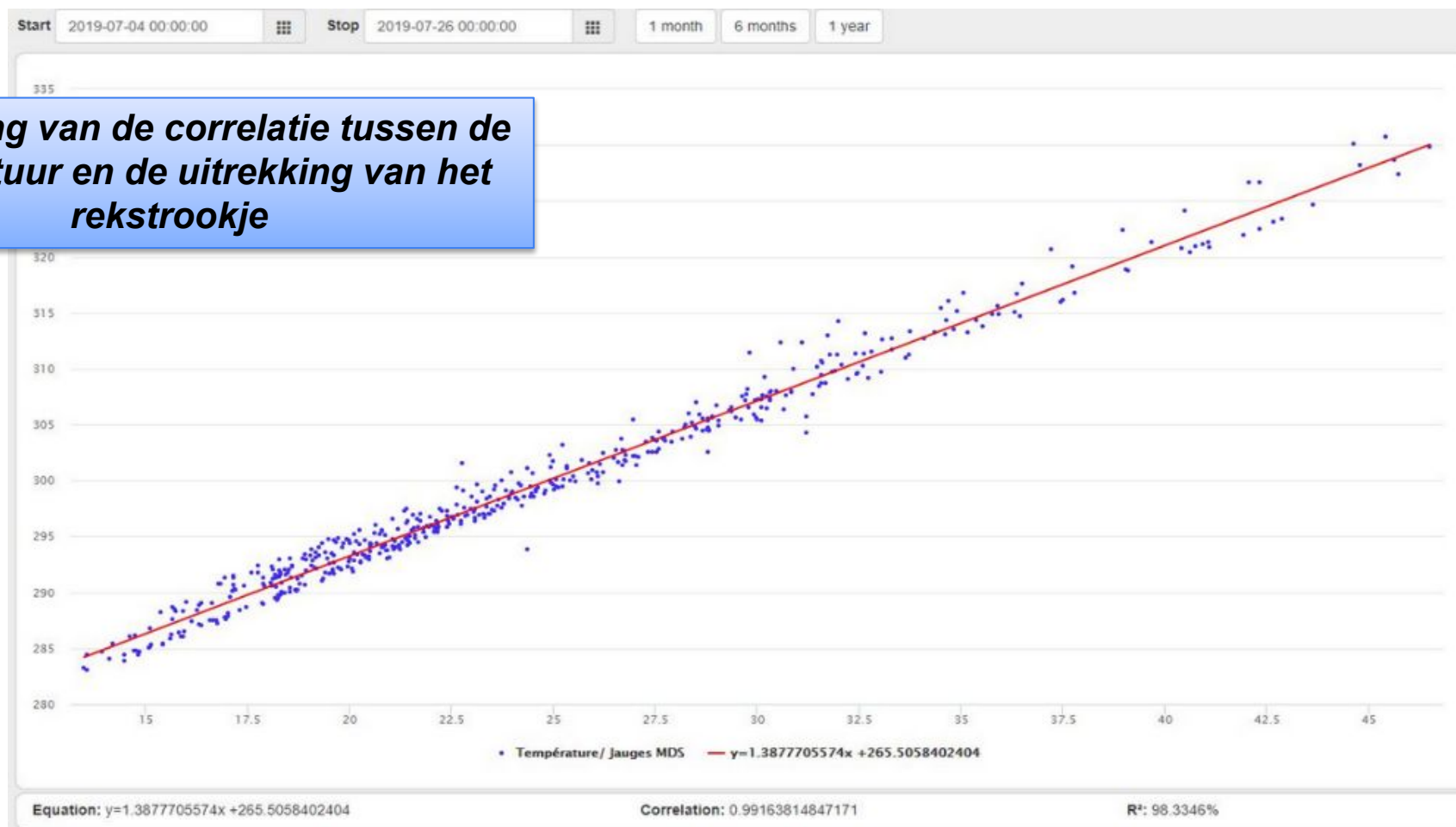


Evolution des contraintes dans les tiges sans enlever l'effet de la température





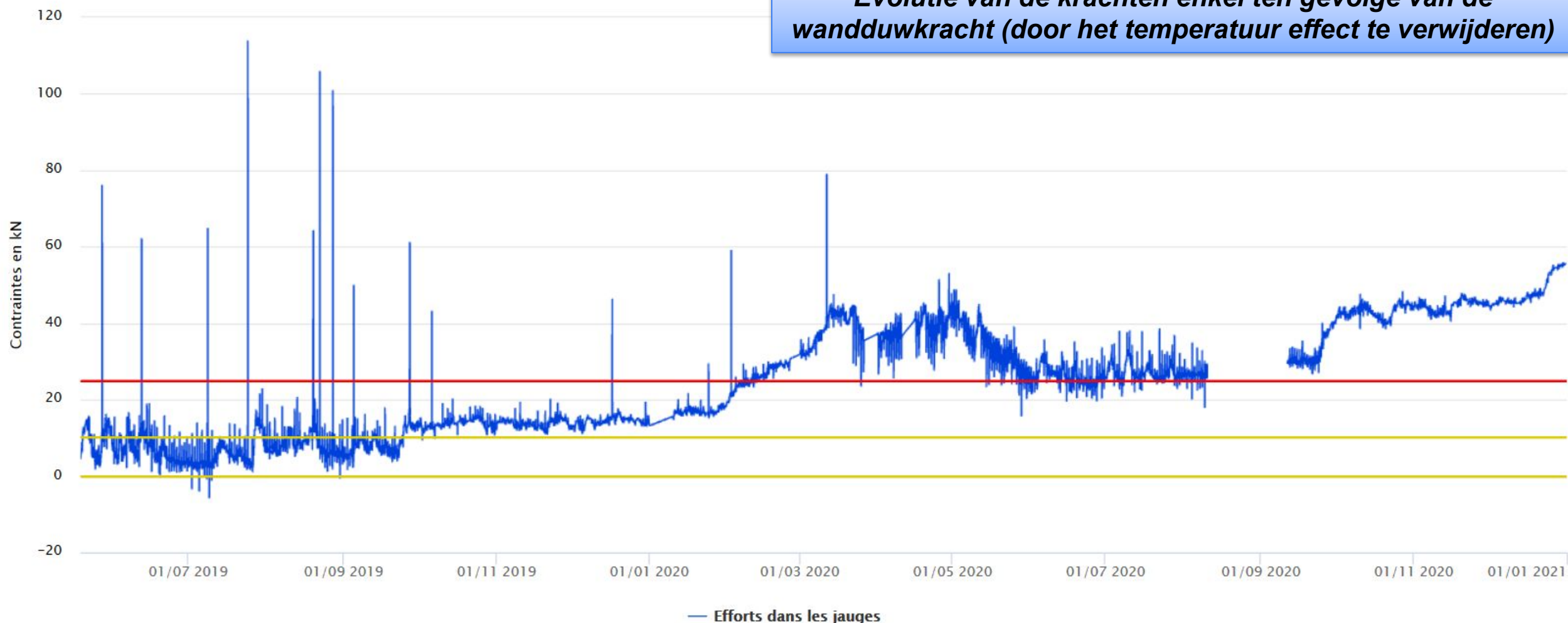
**Berekening van de correlatie tussen de
temperatuur en de uitrekking van het
rekstrookje**





Evolution des contraintes dans les tiges en enlevant l'effet de la température

Evolutie van de krachten enkel ten gevolge van de wandduwkracht (door het temperatuur effect te verwijderen)



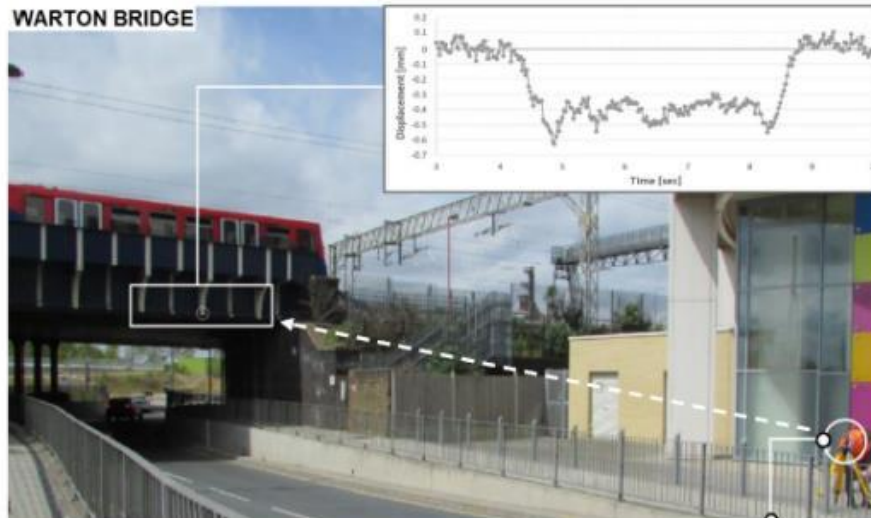
DIC metingen



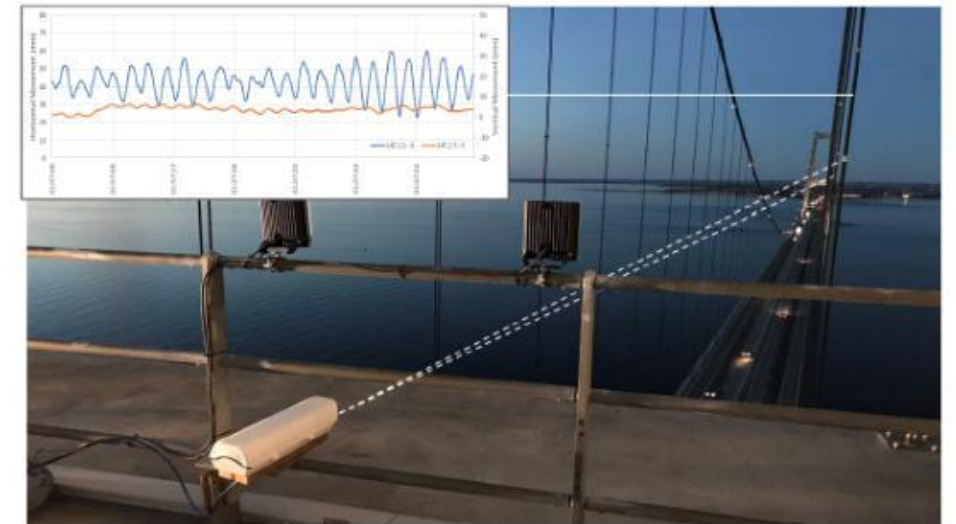
DIC: verplaatsing metingen via camera



Short term 30 min - 3h



Long term
24/7 & night vision



DIC: voorbeeld op « pont Trieu Vichot »

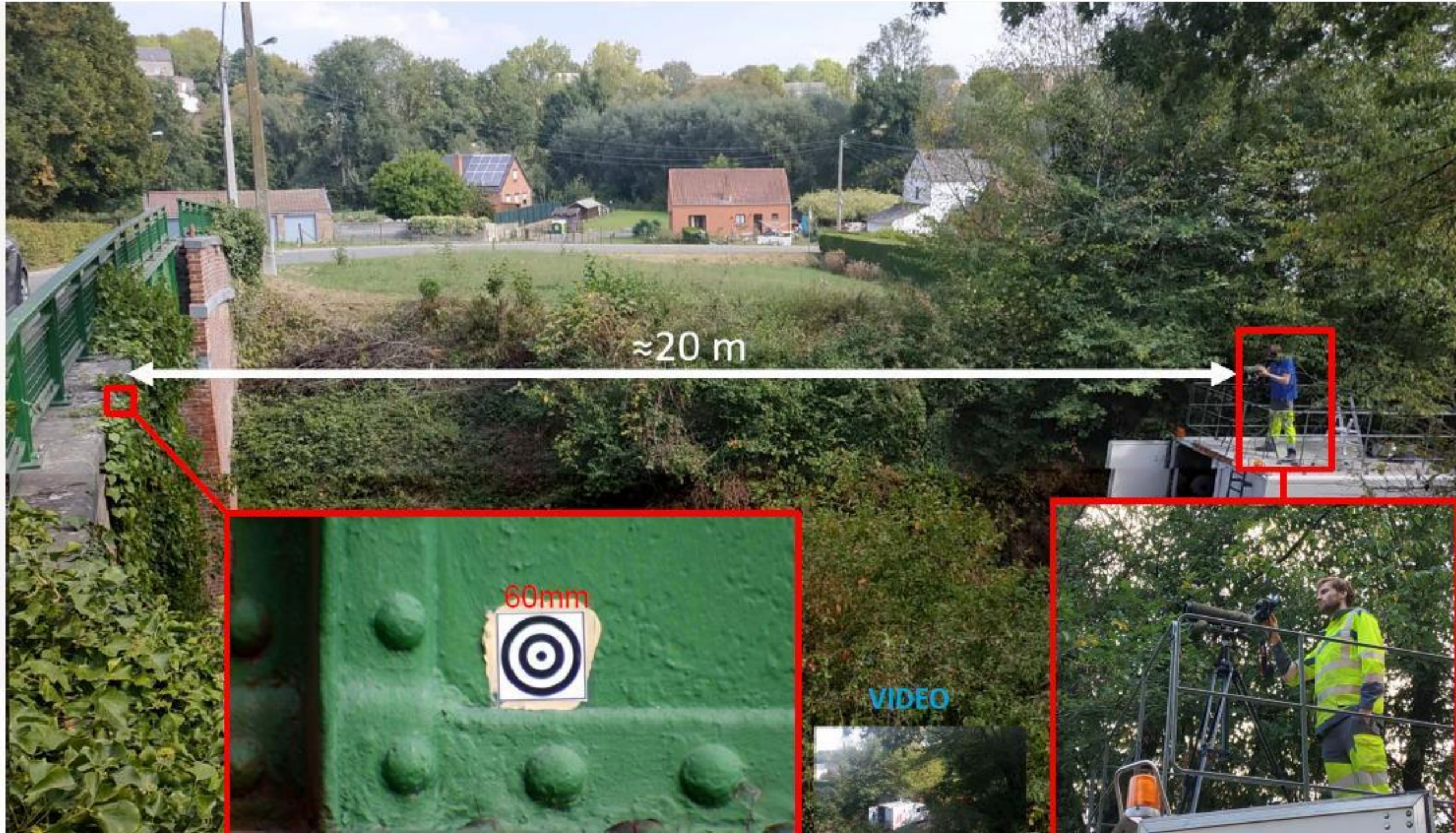


Onder een
geconcentreerde as van
10 T

Vervorming van de hoofbalk in het
midden van de overspanning: 0,4 mm



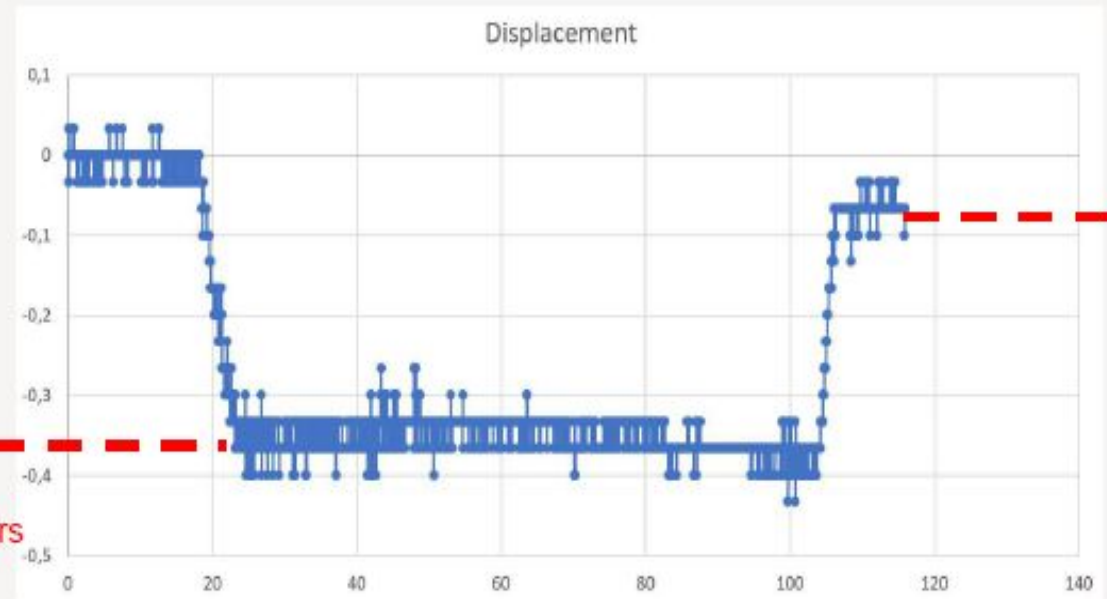
Vervorming van de afstandhouder in
het midden van de overspanning :
1,7 mm



Correlation with Fleximeters

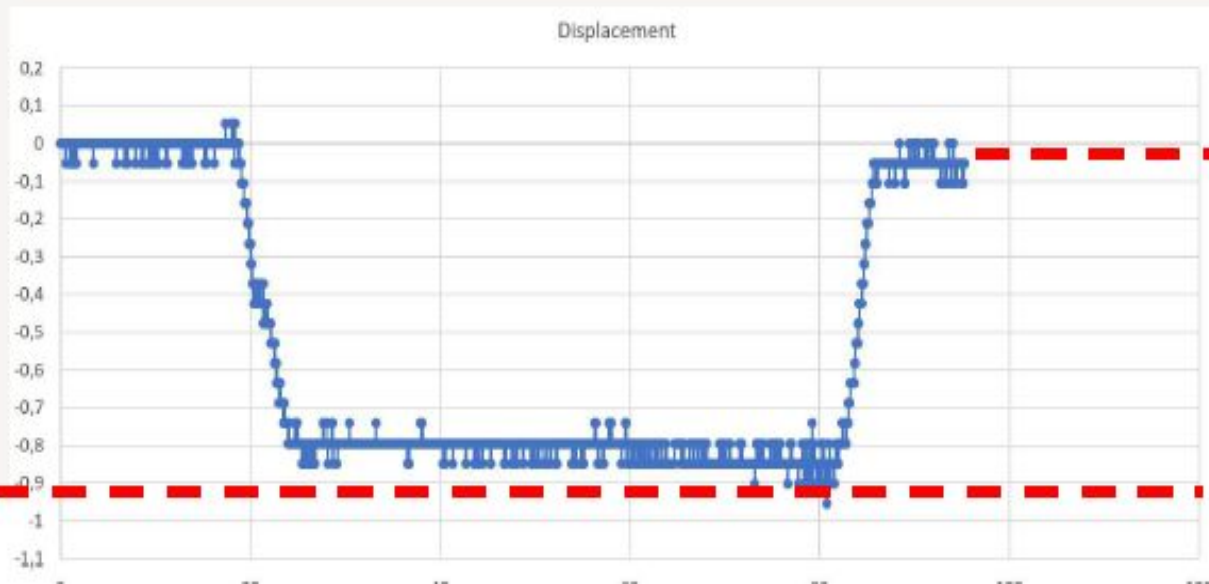


0,37
Fleximeters



0,09
Fleximeters

0,94
Fleximeters



0,01
Fleximeters



Belgisch **Wegencongres**
Congrès belge de la **Route**

LEUVEN • 4-7.04.2022

DIC: lange termijn toezicht op een burg in Ouffet



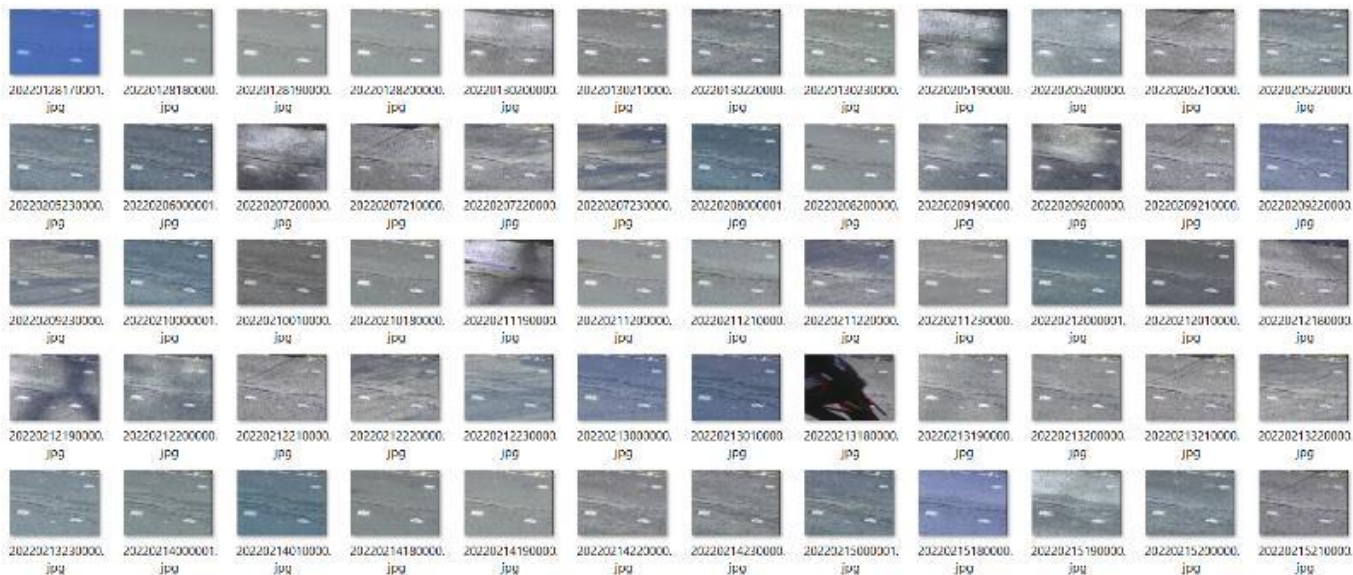
**Ongeordend steunmuur □ scheuren in de
weg**





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

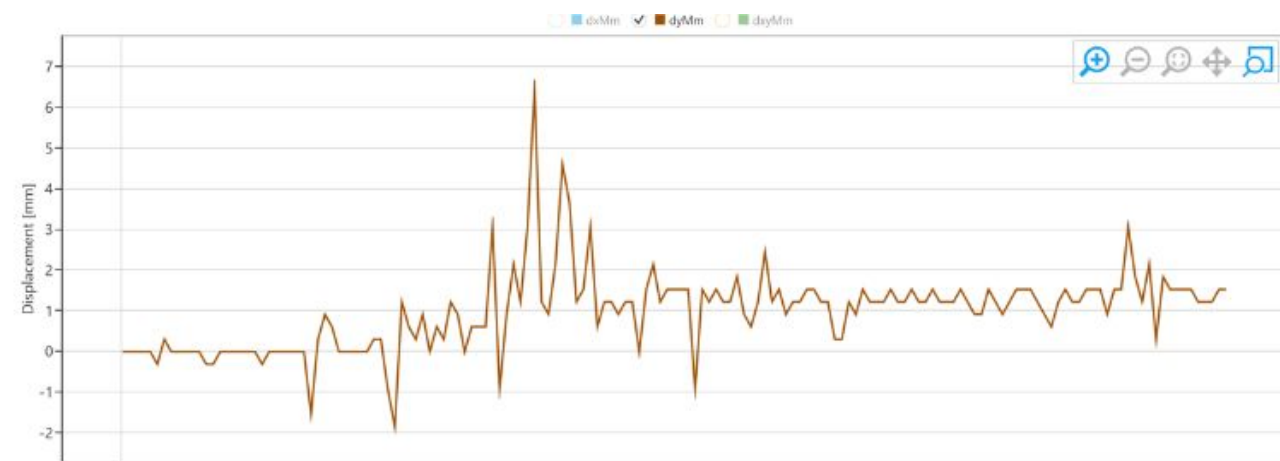
Camera neemt fotos om de twee uren
Envoie par 4G
Angedreven door zonnepanelen





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

LEUVEN • 4-7.04.2022



Kanaalbrug PONT DU SART



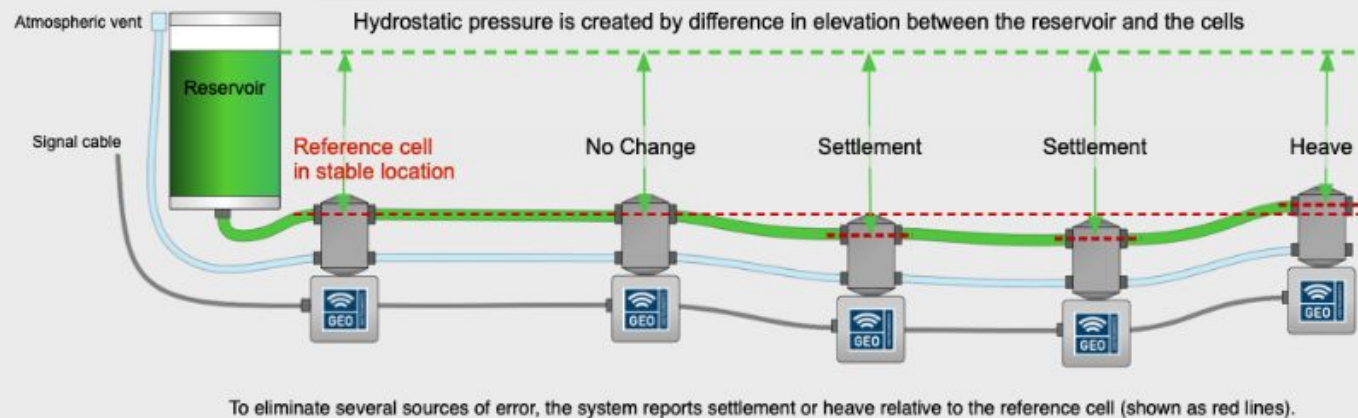
***CSC voor het toezicht op de
afwikkeling door een externe
dienstverlener***

Kanaalbrug: meerdere aanboden met verschillende systemen

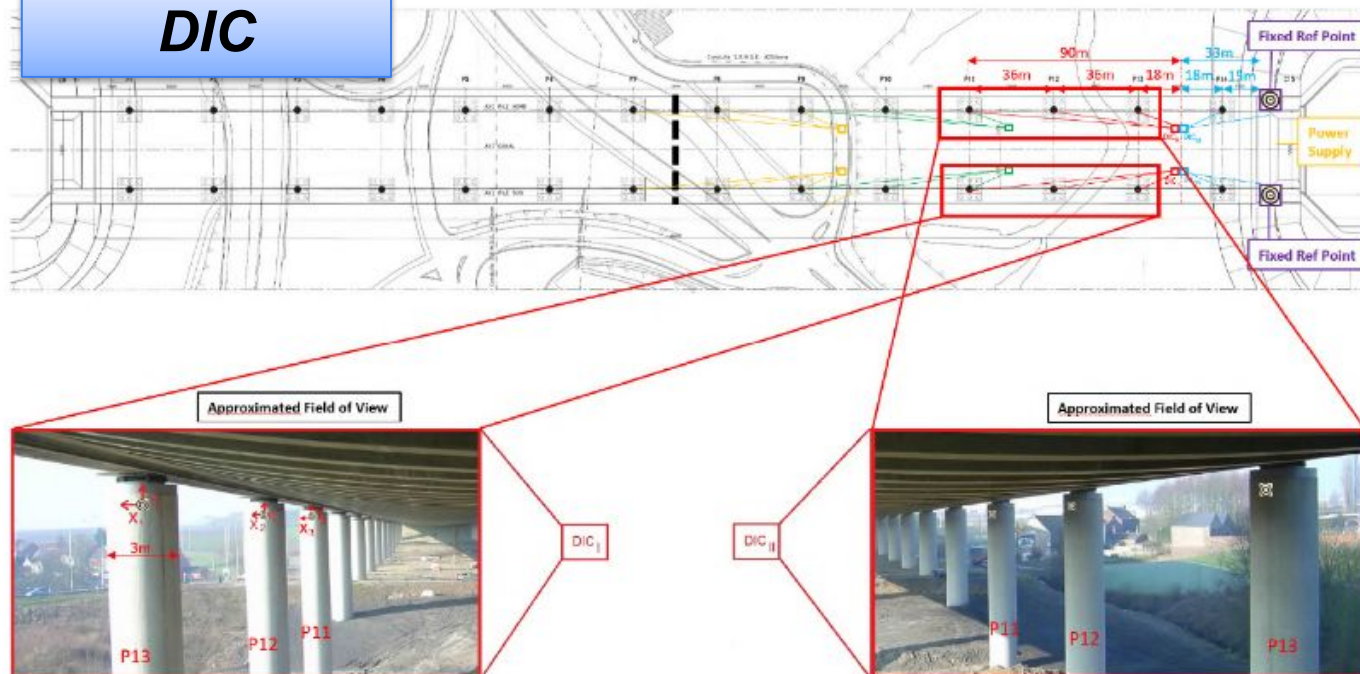
Totaalstation



Hydraulische systeem



DIC





Besluitingen

- De instrumentatie kan in veel verschillende gevallen dienen
- Technologie en diverse technieken in constante evolutie
- Interesse in het beheersen van de keten voor "kleine" gevallen □ maximum reactiviteit
- Externe dienstverlening voor complexere zaken
 - Instrumentaties in orde houden during tientallen jaren
 - Bijzondere gevallen
 - Belangrijke wegenbouwen



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



Bedankt voor uw aandacht!



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

LEUVEN • 4-7.04.2022



Contact

👤 Sébastien FLAWINNE

☎ +32 4 231 64 43

✉ sebastien.flawinne@spw.wallonie.be





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



Wallonie
mobilité infrastructures
SPW



BFAW

Belgische Federatie van Aannemers van Wegenwerken vzw