

Nouveau concept d'auscultation simplifiée



MIRA DA : Mesure d'Indicateurs Routiers par Appareils Nomades D'Auscultation

Résultats d'expérimentation dans l'Eure

www.dvdc.fr

Jean-Marc MARTIN - Université Gustave Eiffel Nantes (ex Ifsttar)
Stéphane THERET - CD 27 (Eure)

- ▶ Attentes du gestionnaire
- ▶ L'outil Miranda et son évaluation sur le CD27
- ▶ Perspectives
- ▶ Conclusion du gestionnaire



► Connaissance réseau départemental:

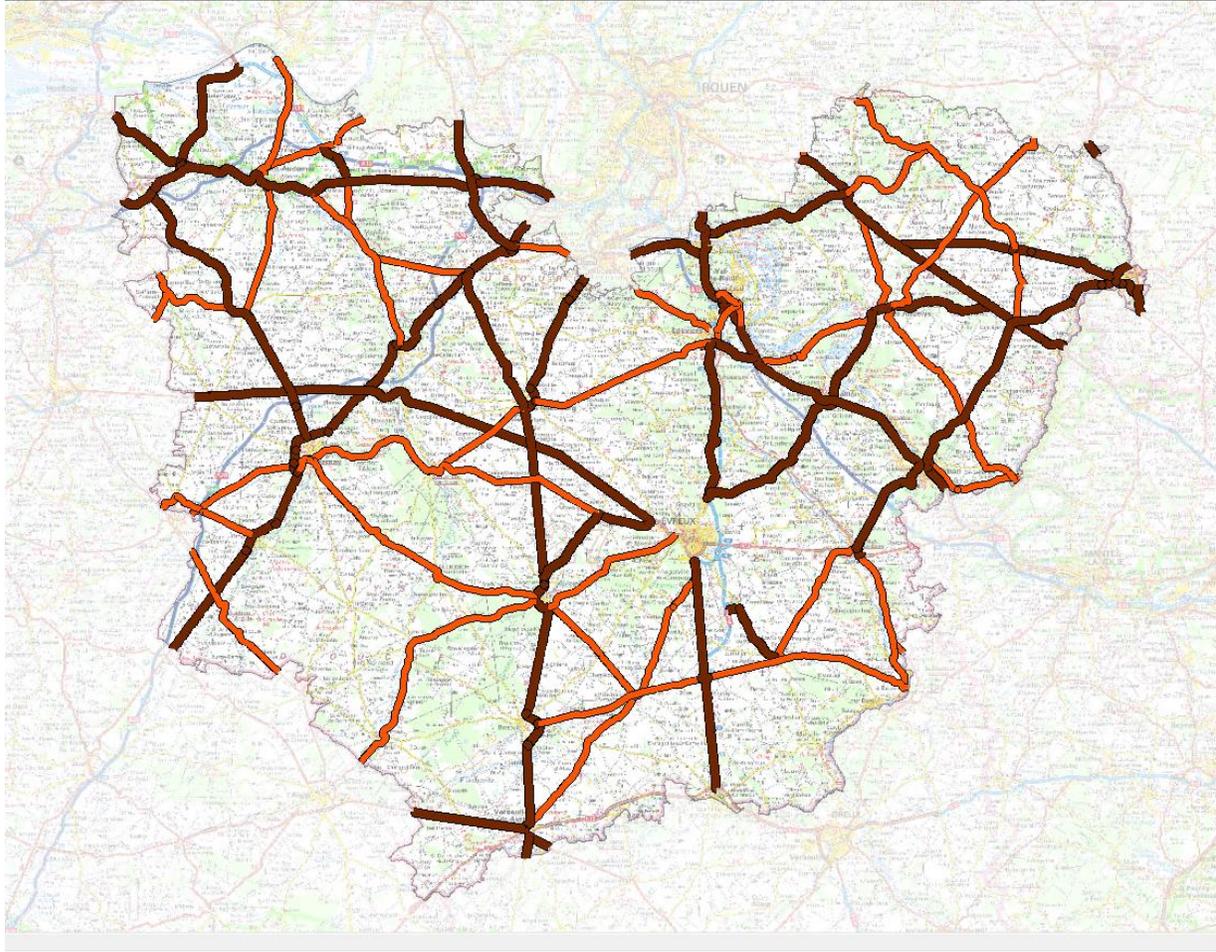
La voirie départementale se décompose ainsi:

- 670 km de catégorie 1 : voiries d'intérêts régional et départemental reliant les grands pôles économiques
- 560 km de catégorie 2 : voiries d'intérêt départemental, avec un trafic de transit entre les pôles départementaux
- 990 km de catégorie 3 : voiries d'intérêt cantonal
- 1980 km de catégorie 4 : voiries d'intérêt communal

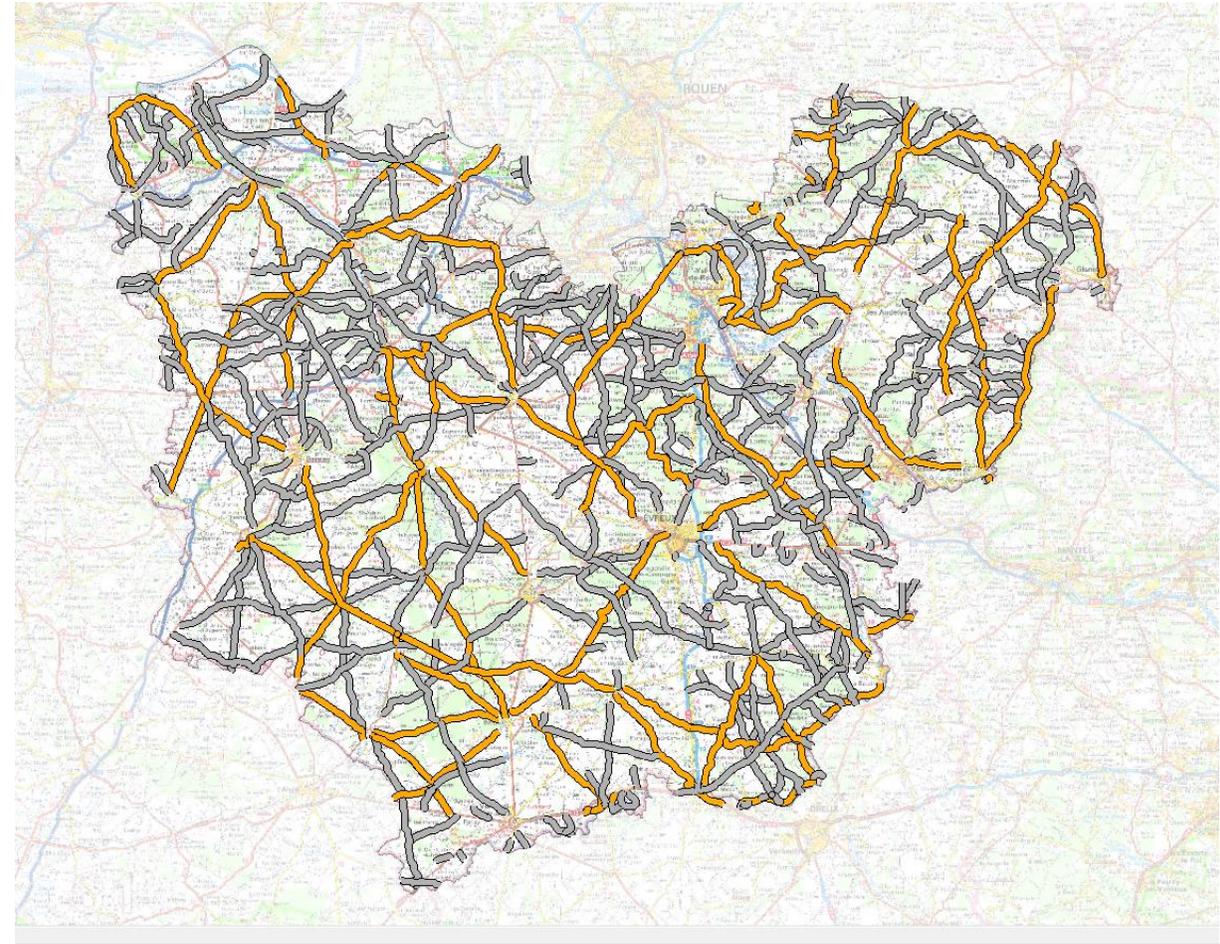
► En 2016, mise en place d'un marché d'auscultation à l'aide d'appareil à grand rendement pour le réseau de 1^{ière} et 2^{ième} catégories : investissement sur 4 ans de l'ordre de 280 000,00€ HT. Ce marché est complété par la réalisation en régie de prestations de relevés de dégradations selon la méthode d'essai 38.2 – mode opératoire M3.



**Rd de 1^{ère} et 2^{ème} catégorie
(1 230km)**



**Rd de 3^{ème} et 4^{ème} catégorie
(2 970km)**



23 janvier 2020, FNTF

Journée d'information sur les techniques d'auscultation et la durée de vie des chaussées

- ▶ Reste la connaissance du petit réseau rarement ausculté:
Moyens à mettre en œuvre pour évaluer le réseau de 3^{ième} et 4^{ième} catégorie.
- ▶ Quels indicateurs utiles permettent d'évaluer ce type de réseau:
Déformation globale (reprofilage ?), fissuration (étanchéité).
- ▶ L'importance du linéaire concerné et les moyens à mettre en œuvre ont amené le département à privilégier la réalisation du relevé en régie (création d'outil, formation des opérateurs,...).
- ▶ Relevé réalisé à l'aide de tablette comme proposé sur les 1^{ière} et 2^{ième} catégorie mais sans le passage d'appareil à grand rendement.



- Modification des outils de patrouillage : l'utilisation de tablettes, présentes dans chaque véhicule, est à valoriser en multipliant les applications fonctionnant en tâche de fond avec un minimum d'intervention sur cette outil.



- Besoin d'unifier les pratiques sur l'ensemble des unités territoriales du Département. La politique d'entretien se faisant actuellement plus au niveau local.

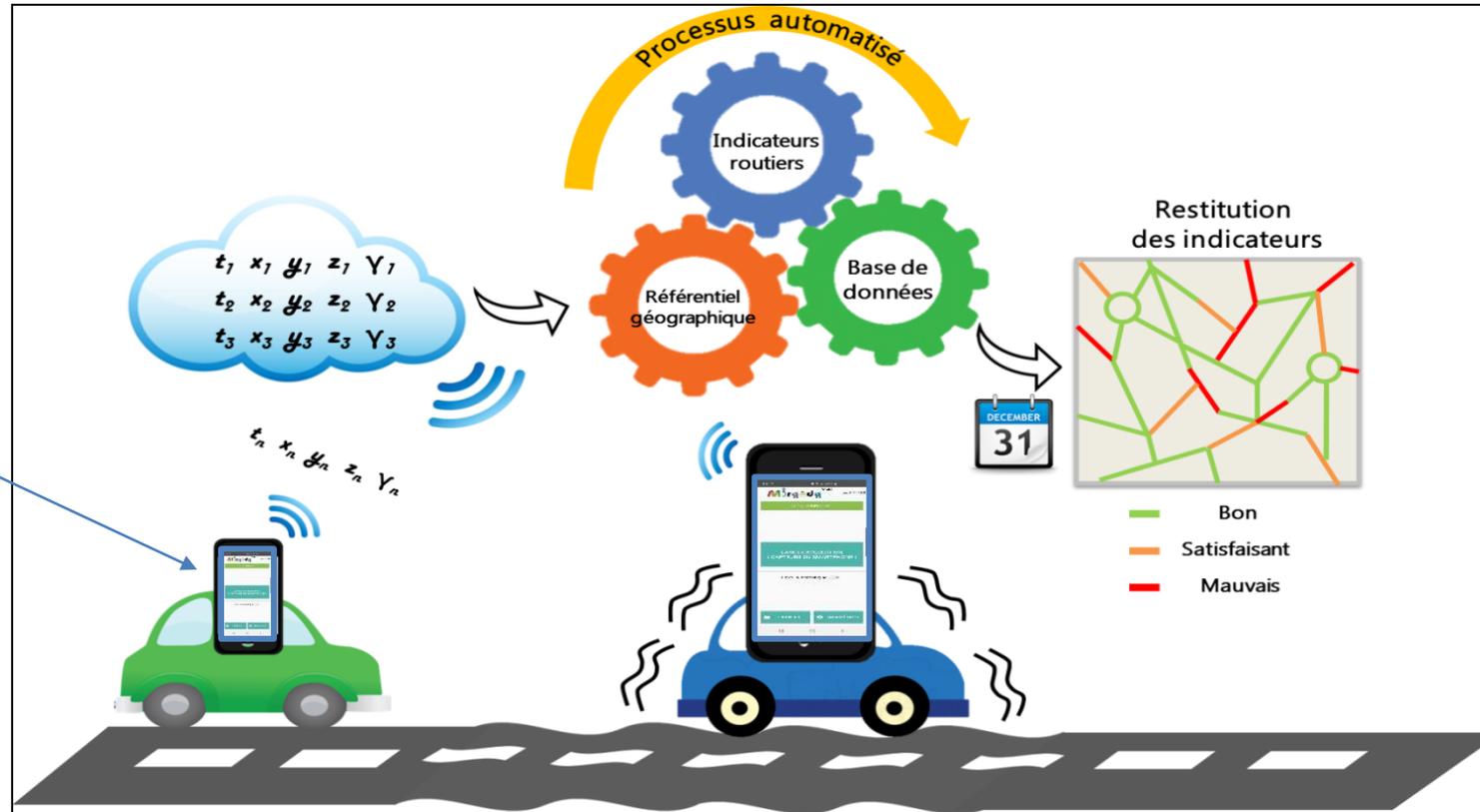


- ▶ Besoin d'outil simplifié d'aide à la programmation de l'entretien sur petit réseau basé sur le croisement de deux ou trois indicateurs.
- ▶ Suivi régulier de l'évolution du réseau, particulièrement les zones sensibles (exploitations agricoles, carrières, accès aux silos).
- ▶ Tester de nouveaux procédés tel MIRANDA.





Appli. Android communicant avec des capteurs et transférant les données sur un serveur



- 1 - Des véhicules qui sillonnent régulièrement le réseau (patrouilleurs par exemple)
- 2 - Système d'acquisition simplifiée des données (Go, Stop) et transmission sur serveur : smartphone Android
- 3 - Map-matching : recalage automatique des données sur une référence cartographique + identification (BD Topo)
- 4 - Calcul d'indicateurs de déformation à partir des accélérations verticales dans l'habitacle
- 5 - Alimentation automatique d'une base de données
- 6 - Consultation de la base et requêtes multicritères avec cartographie des résultats selon différents seuils

23 janvier 2020, FNTF

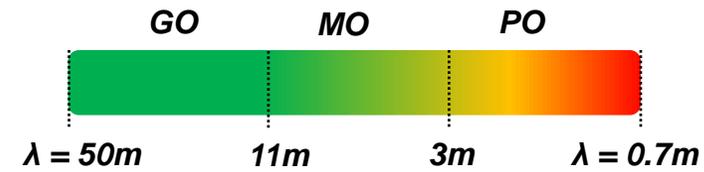
Journée d'information sur les techniques d'auscultation et la durée de vie des chaussées

- ▶ L'état d'un réseau, notamment secondaire, peut être évalué grâce à son taux de fissuration et son niveau de déformation globale
- ▶ Ce qui permet notamment d'identifier les problèmes d'étanchéité et les problèmes structurels ou de confort
- ▶ Avec Miranda on se focalise pour l'instant sur la déformation globale de la voie auscultée



Conversion usuelle en notes

Notation par bande d'onde



Reflète bien les déformations du réseau secondaire



- ▶ 10 véhicules patrouilleurs équipés d'un smartphone (1 véhicule par agence)
- ▶ Totalité des 7000 km de RD parcourus plusieurs fois par an depuis 3 ans (plus de 80 000 km / an)
- ▶ Un référent au CD qui supervise l'expérimentation et qui dispose de l'outil de consultation

Note Moyenne

≠ passages

Route	Chaussée	PR Déb.	Absciss...	Distanc...	PR Fin	Absciss...	Distan...	Moyenne	Nombre	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11	V12	V13	V14	V15	V16	V17	V18	V19	V20	V21	V22	V23	V24	V25
29	D0001	U	3	936.1	4100	4	34.2	4200	3	20	3.5	3	2.5	2.5	3.5	4.5	3.5	2.5	1.5	4	6	3	3.5	3	7.5	2.5	2	3	3.5	3				
30	D0001	U	4	34.2	4200	4	134.2	4300	4	20	4	4	4	3.5	4	4.5	3	3.5	4	4.5	4	3	4	4	5	4	3.5	3.5	3.5	3.5				
31	D0001	U	4	134.2	4300	4	234.2	4400	2	21	3	2	3.5	1.5	4	1.5	3	1.5	2	1.5	4	2.5	2	2.5	5.5	2	1.5	2	2	1				
32	D0001	U	4	234.2	4400	4	334.2	4500	2.5	21	4.5	2.5	3																					
33	D0001	U	4	334.2	4500	4	434.2	4600	4	21	3	4.5	5																					
34	D0001	U	4	434.2	4600	4	534.2	4700	3.5	21	3.5	2.5	4																					
35	D0001	U	4	534.2	4700	4	634.2	4800	4.5	21	5.5	3	4.5																					
36	D0001	U	4	634.2	4800	4	734.2	4900	4	21	4	5	4.5																					
37	D0001	U	4	734.2	4900	4	834.2	5000	3.5	21	3	3.5	3.5																					
38	D0001	U	4	834.2	5000	4	934.2	5100	2.5	21	0	2.5	3																					
39	D0001	U	4	934.2	5100	5	37.8	5200	2.5	21	2	2.5	2.5																					
40	D0001	U	5	37.8	5200	5	137.8	5300	2.5	19	2.5	2.5	2.5																					
41	D0001	U	5	137.8	5300	5	237.8	5400	1	19	1	1	1.5																					
42	D0001	U	5	237.8	5400	5	337.8	5500	2	19	2.5	2	0																					
43	D0001	U	5	337.8	5500	5	437.8	5600	1.5	17	0.5	2	0																					
44	D0001	U	5	437.8	5600	5	537.8	5700	0.5	7	1	0	0.5																					
45	D0001	U	5	637.8	5800	5	737.8	5900	2.5	6	2.5	0	4																					
46	D0001	U	5	737.8	5900	5	837.8	6000	1	17	1	1	1.5																					
47	D0001	U	5	837.8	6000	5	937.8	6100	1.5	12	1	2	0.5																					
48	D0001	U	6	136.6	6300	6	236.6	6400	4.5	11	6.5	3.5	3.5																					
49	D0001	U	6	236.6	6400	6	336.6	6500	4.5	7	4	3.5	4																					
50	D0001	U	6	736.6	6900	6	836.6	7000	2.5	7	2	3	2																					
51	D0001	U	6	836.6	7000	6	936.6	7100	5	13	6.5	5	5.5																					
52	D0001	U	6	936.6	7100	7	28	7200	3	13	2.5	2.5	3.5																					
53	D0001	U	7	28	7200	7	128	7300	2.5	11	2.5	4.5	3																					
54	D0001	U	7	128	7300	7	228	7400	1	11	3	0	0																					
55	D0001	U	7	228	7400	7	328	7500	4	5	5	4.5	4.5																					
56	D0001	U	7	328	7500	7	428	7600	3	4	3.5	3	2.5																					
57	D0001	U	7	428	7600	7	528	7700	2.5	4	4.5	1.5	5.5																					

Requête

Type de requête : Smartphone [Exécuter]

Données à traiter : PO MO GO IRI

Toutes les routes Les routes

Les catégories

Par zone GPS

Période d'analyse : du : 01/01/2019 au : 12/12/2019

Contraintes à vérifier

Sens : +1 -1 Les deux

Captur : GN4

Véhicule : Type : VL Marque : Renault Modèle : trafic E2750 Immatriculation : AF-245-ZE

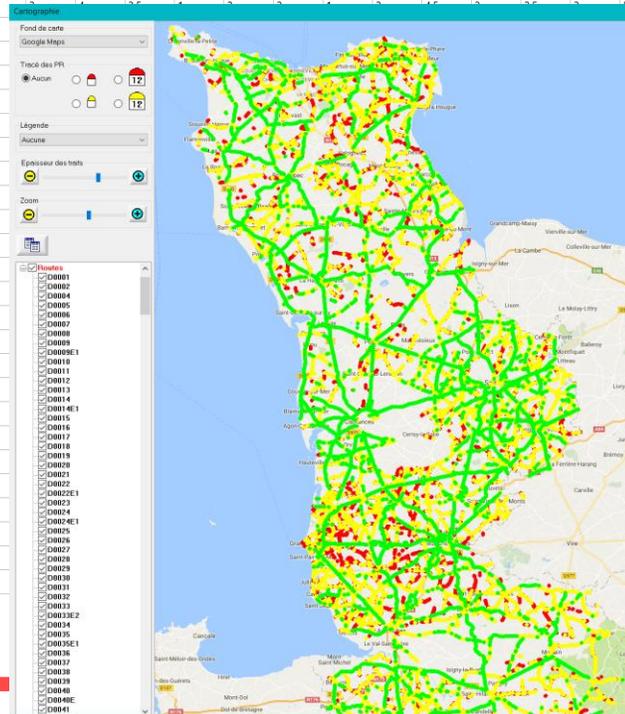
Pseudo : ATD Cotentin Est

Activer le filtrage vitesse >= 40 km/h et <= 999 km/h

Pour le calcul de la moyenne, ignorer les valeurs > à Moy+/- 1 Sigma Activer le filtre statistique

Opérations : Minimum Maximum Moyenne Ecart-type Fusion

Fusionner les tronçons voisins identiques



23 janvier 2020, FNTF

Journée d'information sur les techniques d'auscultation et la durée de vie des chaussées

▶ 3 tranches, 3 objectifs

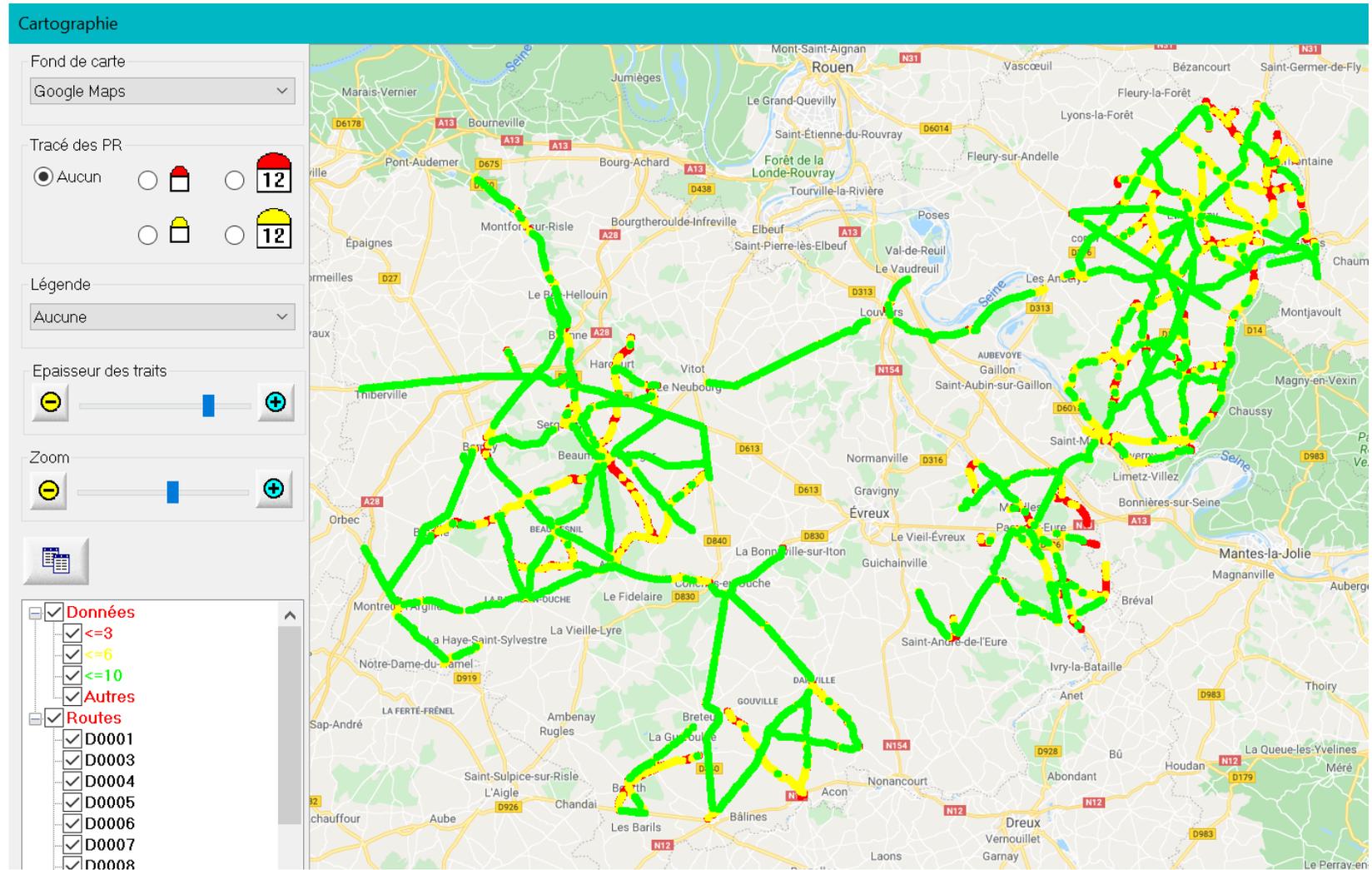
- **Tr. 1 (2018) : Evaluer son pouvoir discriminant par comparaison avant / après travaux**
 - Déformations déduites à partir des capteurs du smartphone uniquement
 - Sur des tronçons (structurant ou non) allant faire l'objet de travaux (ES, Repro, BBSG)
 - Mesures avant travaux au printemps
 - Mesures après travaux à l'automne
- **Tr. 2 (2019) : Evaluer un capteur additionnel monté sur la roue d'un véhicule (UniWheel)**
 - Evaluation de ce capteur par comparaison à des mesures d'uni traditionnelles (notes NBO)
 - Mise en évidence de la faculté à l'exploiter selon le processus automatisé
 - Intérêt d'un tel capteur pilotable sans fil par l'application Miranda
- **Tr. 3 (2020) : Valider l'UniWheel sans fil pilotée par l'application Android Miranda**
 - Nouvelles mesures à réaliser



- ▶ CD 27 : 3 patrouilleurs équipés (ex. de requête pour des vitesses ≥ 40 km/h)

1000 km de réseau

14 000 km de mesures
 (plusieurs passages)



23 janvier 2020, FNTF

Journée d'information sur les techniques d'auscultation et la durée de vie des chaussées

- ▶ Expérimentation sur réseau de desserte locale (RD de catégorie 3 et 4)
 - Exemples de RD et notes MO associées



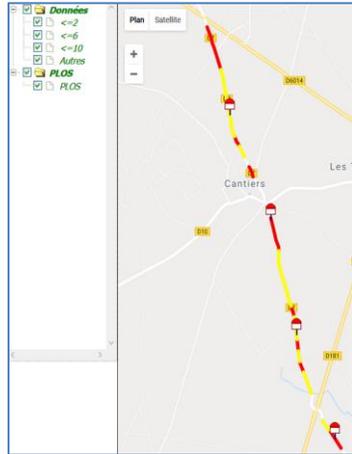
NMO = 5



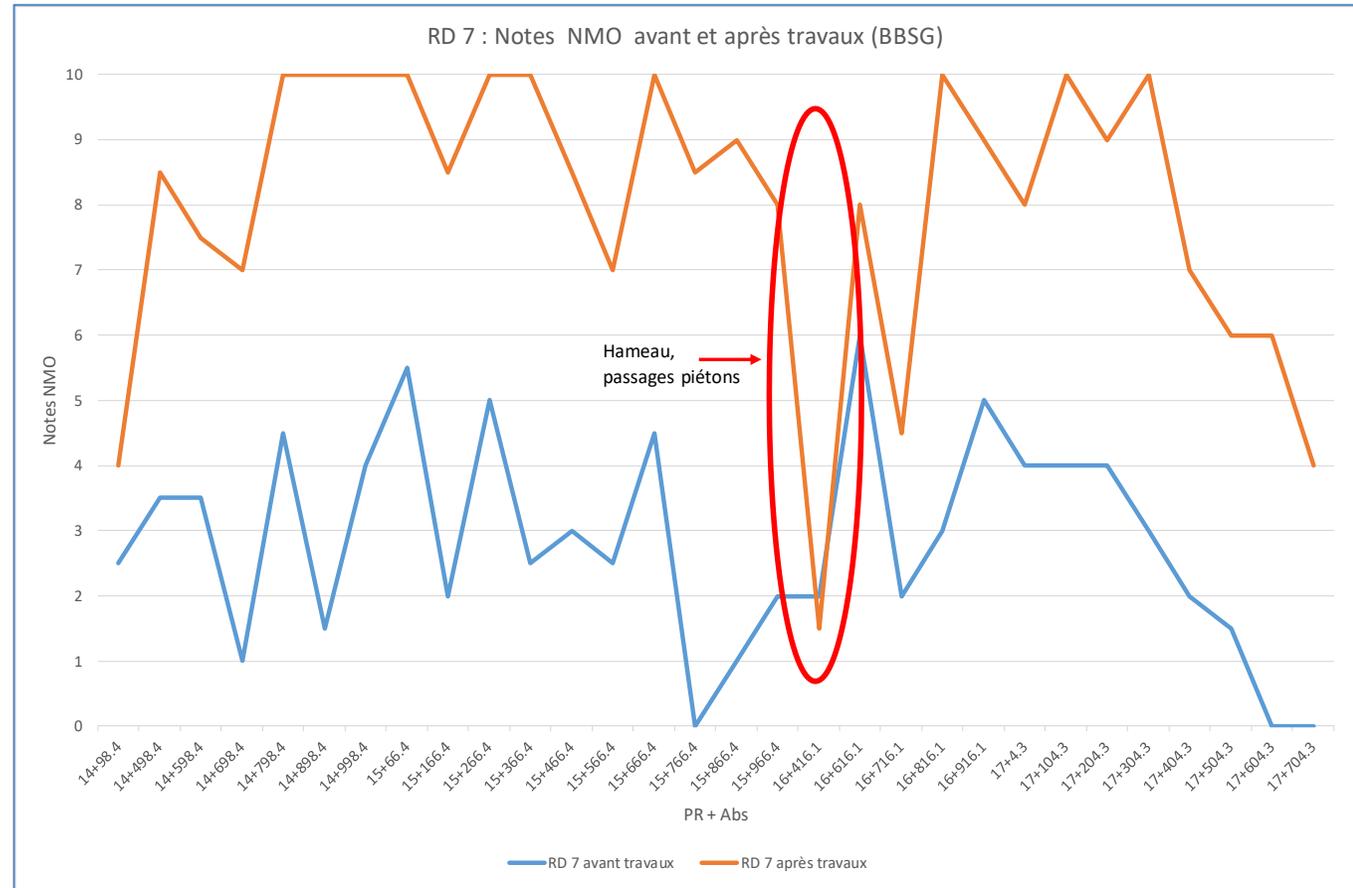
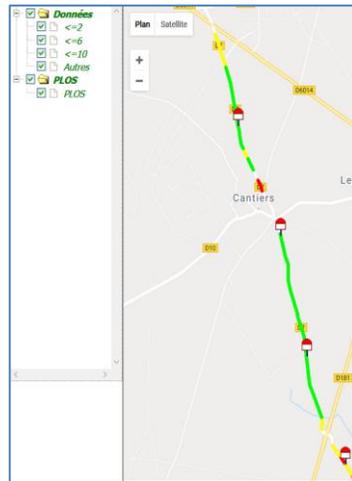
NMO = 1

- Expérimentation sur réseau de desserte locale (RD de catégorie 3 et 4)
 - Comparaison des notes avant / après travaux en **BBSG**

RD7 : avant Tx



RD7 : après Tx (BBSG)

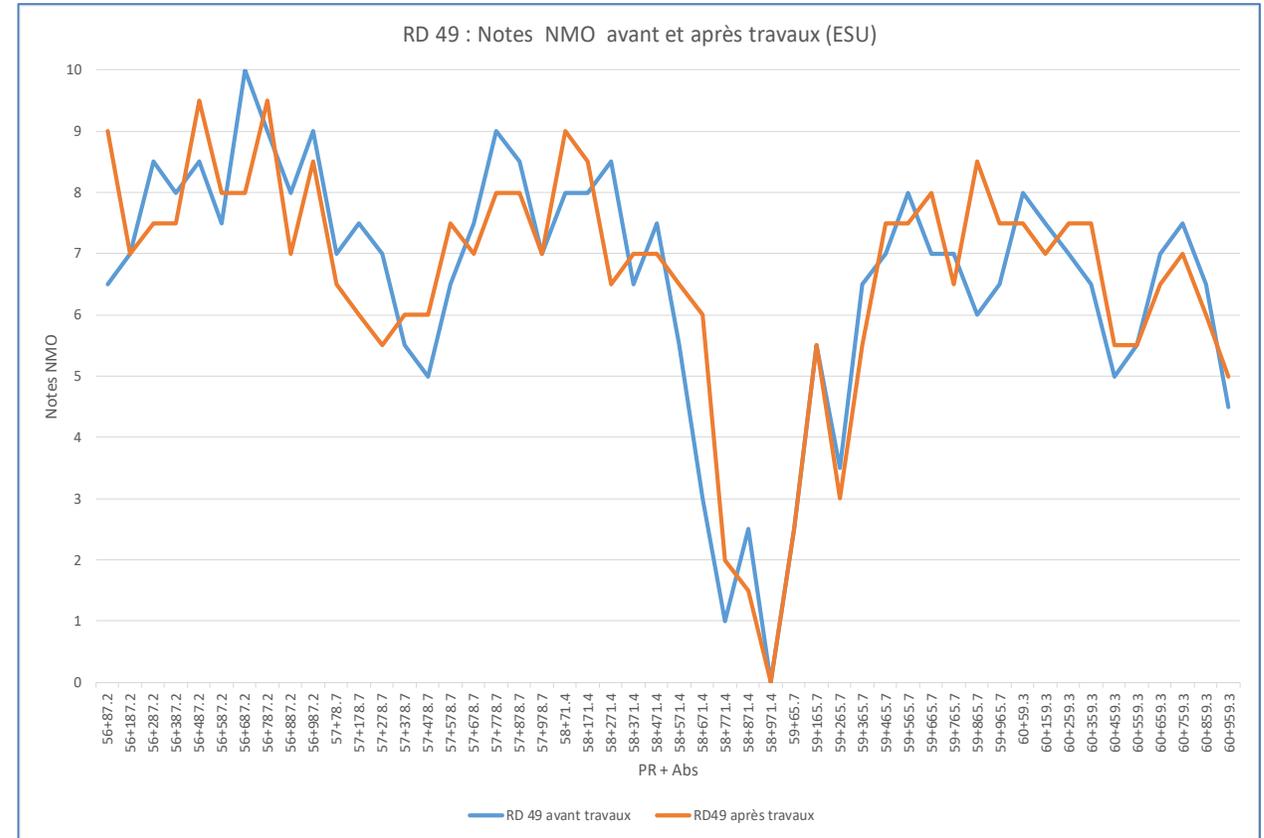


- ▶ Expérimentation sur réseau de desserte locale (RD de catégorie 3 et 4)
 - Comparaison des notes avant / après travaux en **ESU**

RD49 : avant Tx



RD49 : après Tx (ESU)



- ▶ Expérimentation sur réseau principal (RD de catégorie 1 et 2)
 - Exemples de RD et notes MO associées



NMO = 8



NMO = 4

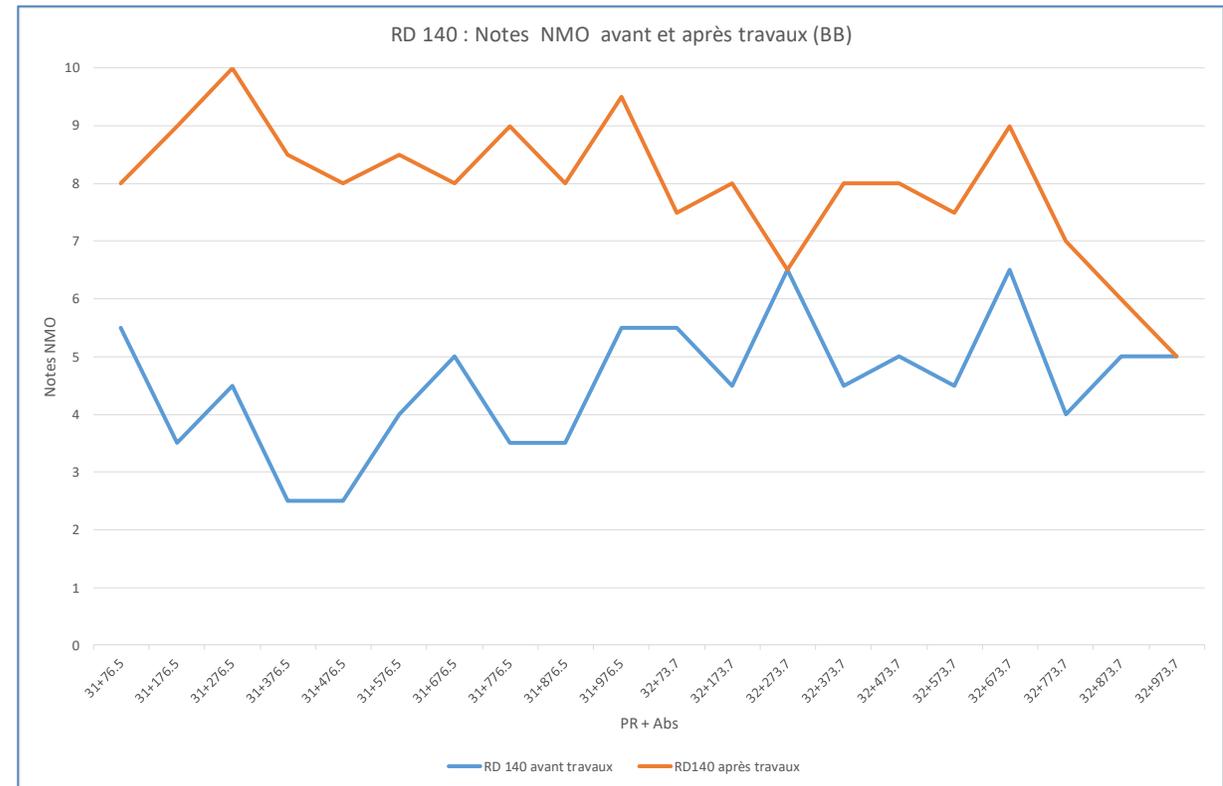
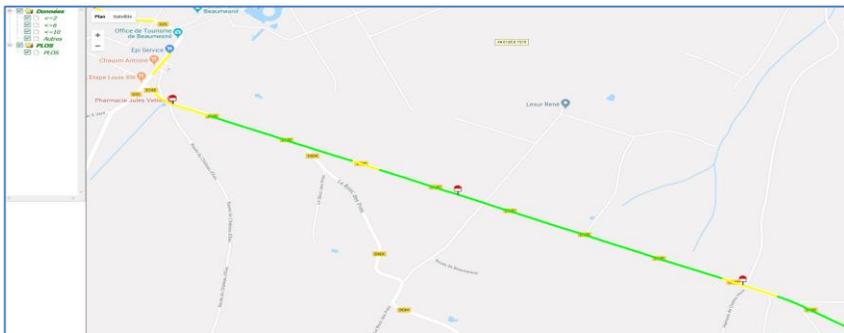
► Expérimentation sur réseau principal (RD de catégorie 1 et 2)

- Comparaison des notes avant / après travaux en **BBTM**

RD140 : avant Tx



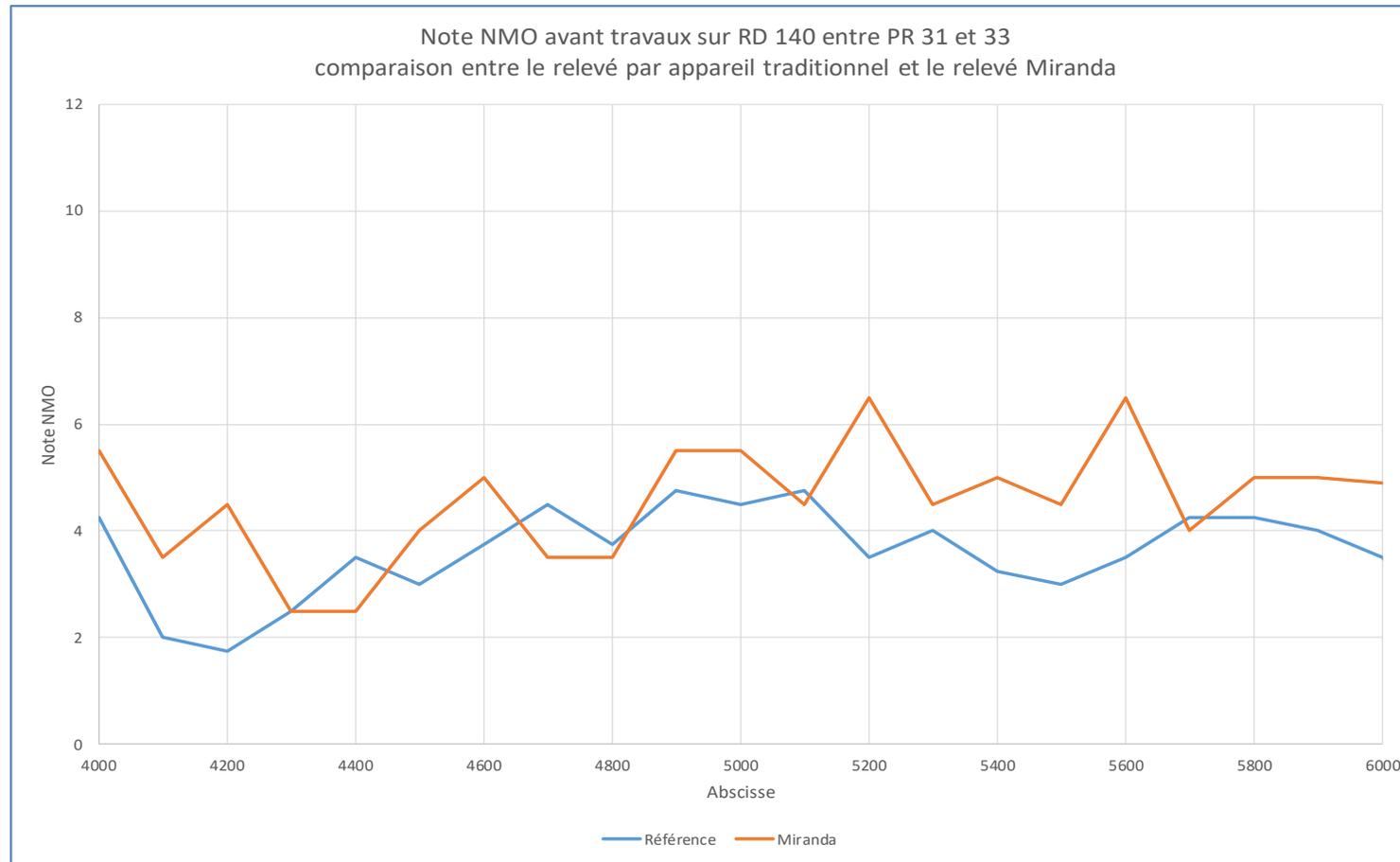
RD140 : après Tx (BBTM)



23 janvier 2020, FNTF

Journée d'information sur les techniques d'auscultation et la durée de vie des chaussées

- ▶ Expérimentation sur réseau principal (RD de catégorie 1 et 2)
 - Comparaison avec appareil de référence (LaserProf) sur RD140 avant Tx



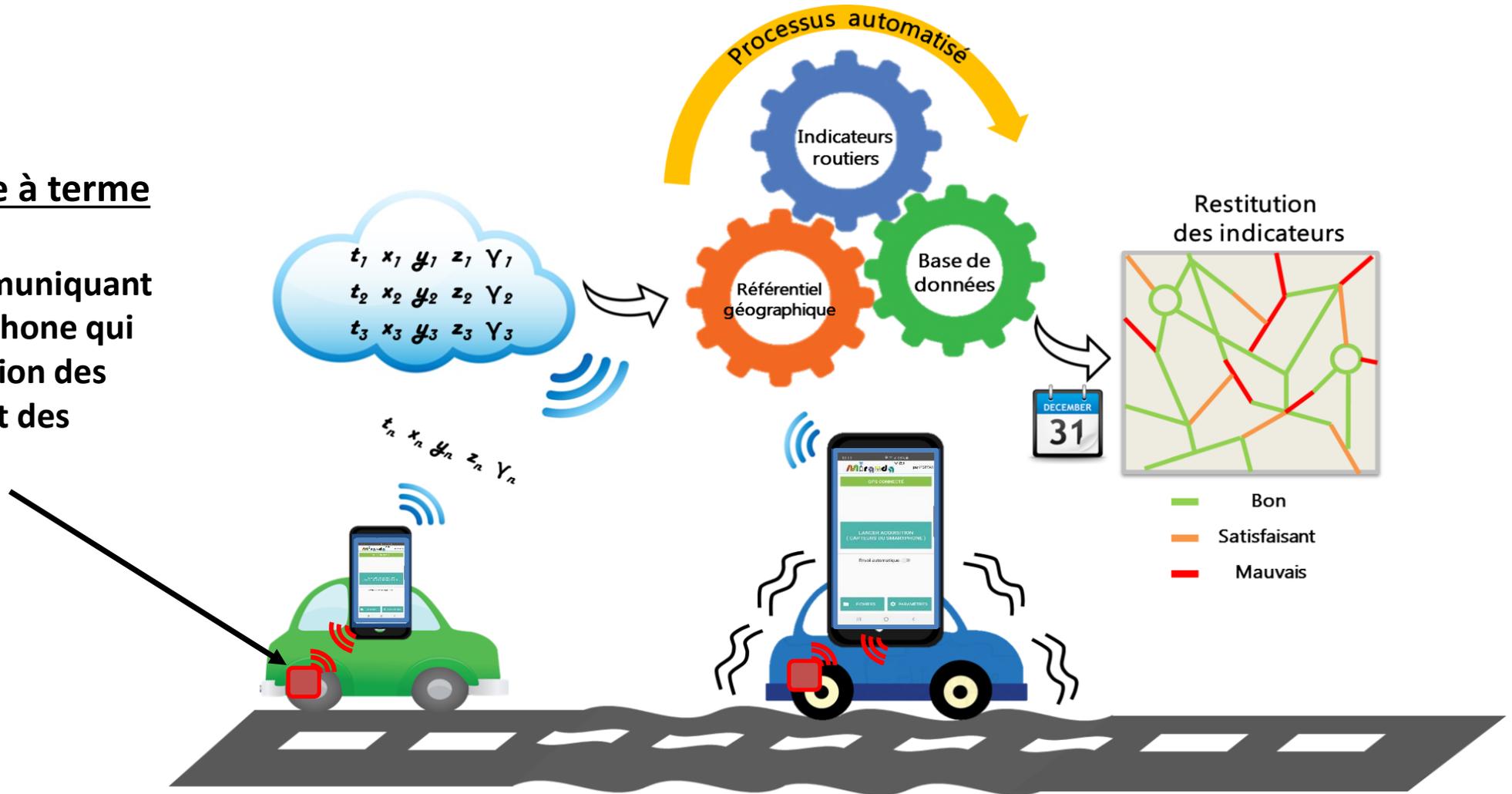
23 janvier 2020, FNTF

Journée d'information sur les techniques d'auscultation et la durée de vie des chaussées

► Pour plus de précision et pour le calcul de nouveaux indicateurs

Solution recherchée à terme

Capteur de roue communiquant sans fil avec le smartphone qui se charge de l'acquisition des signaux et du transfert des données



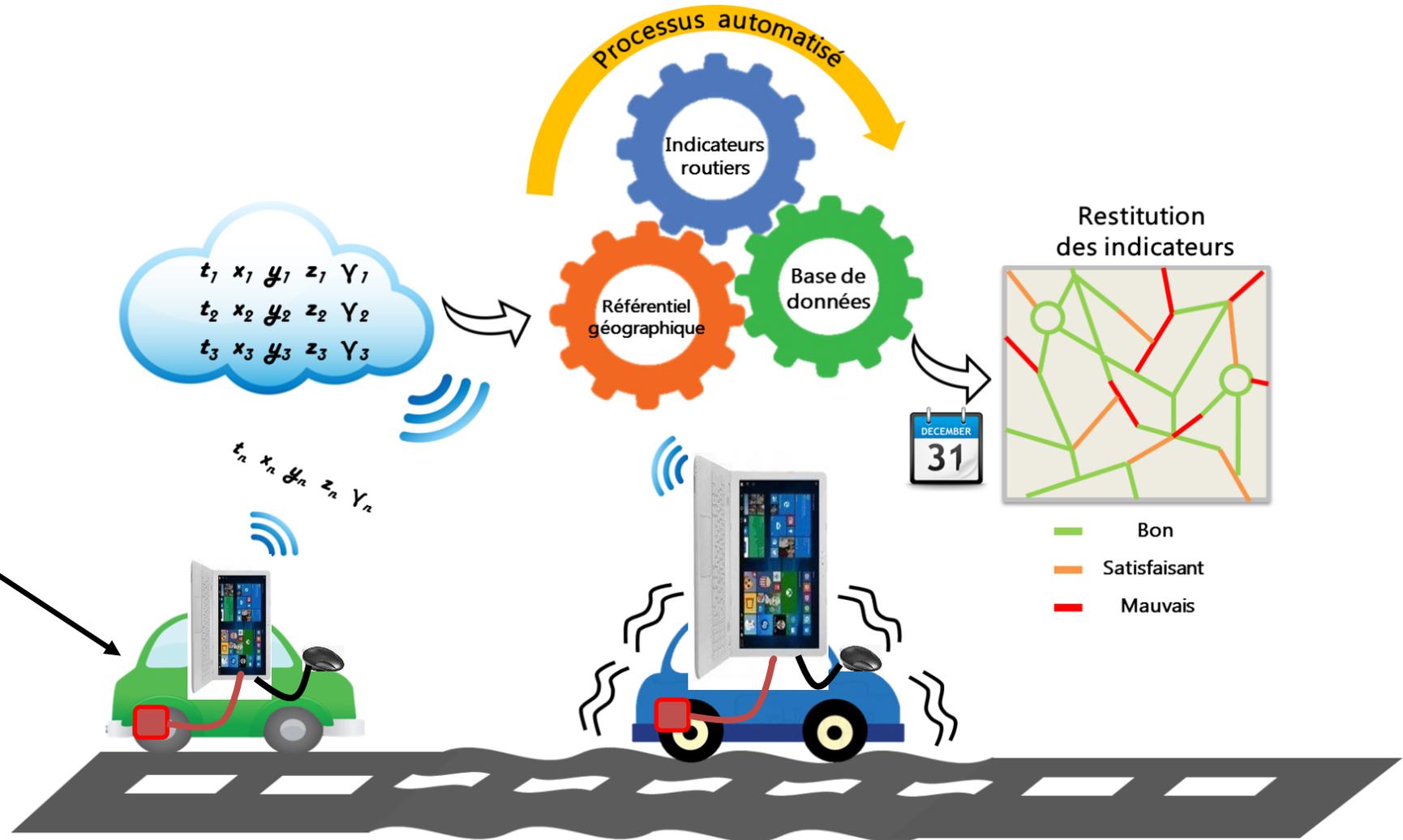
23 janvier 2020, FNTF

Journée d'information sur les techniques d'auscultation et la durée de vie des chaussées

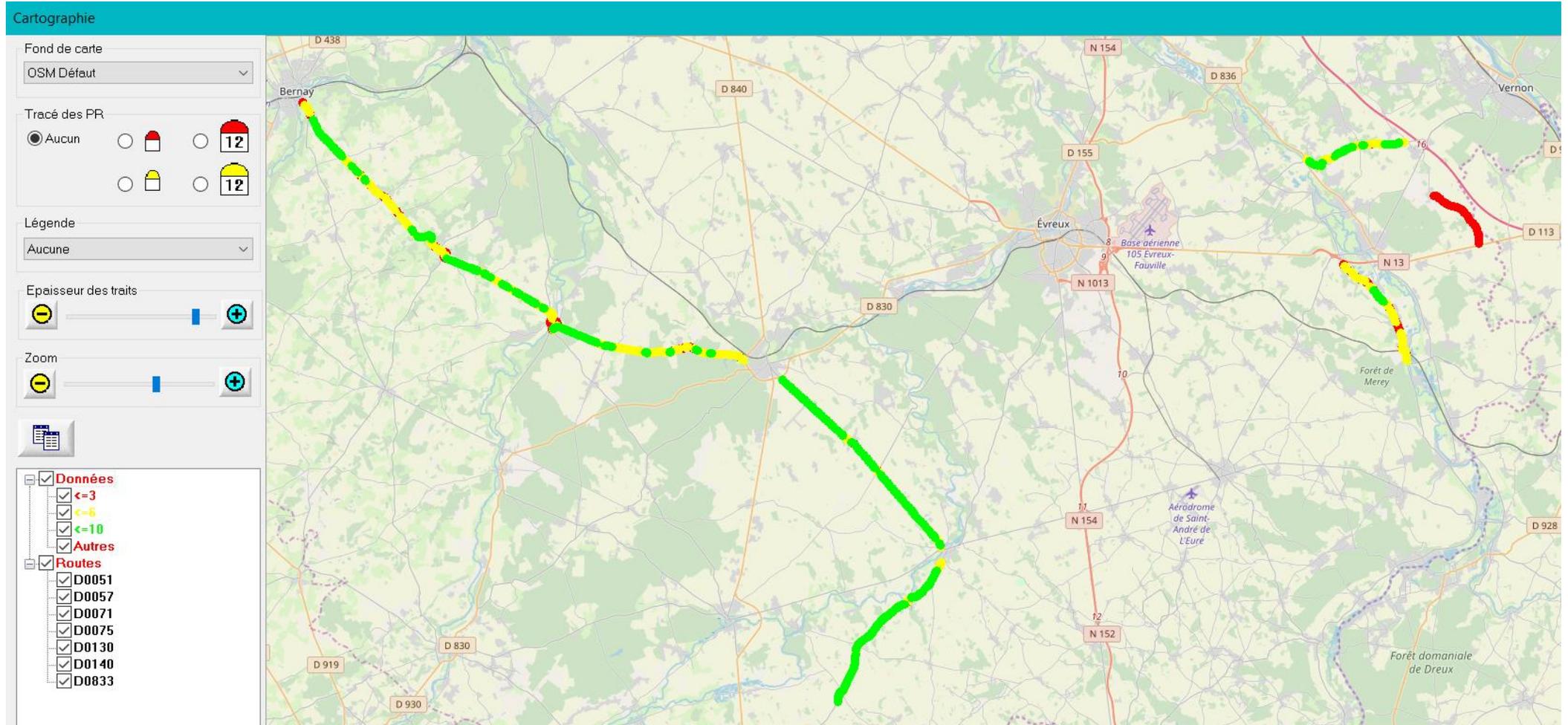
► Pour plus de précision et pour le calcul de nouveaux indicateurs

Solution testée sur le CD27

Capteur de roue communiquant en USB avec un PC qui se charge de l'acquisition des signaux (UniWheel et GPS)



► Evaluation du capteur sur circuit de référence du projet DVDC (130 km)



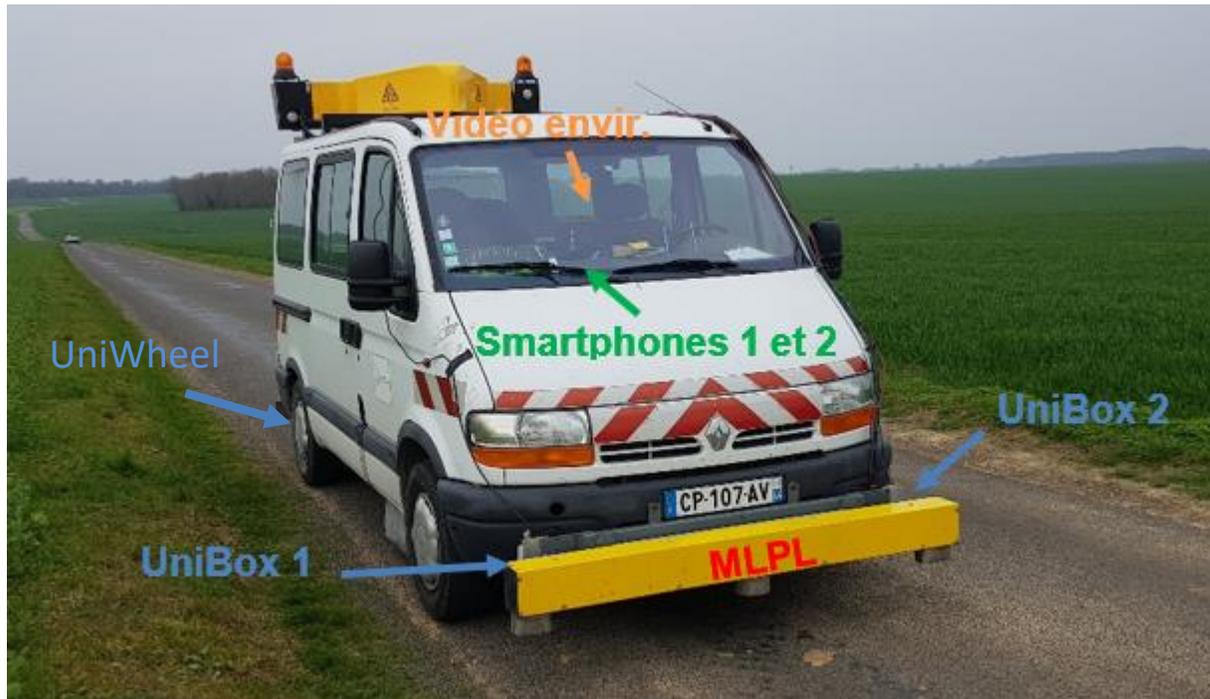
23 janvier 2020, FNTF

Journée d'information sur les techniques d'auscultation et la durée de vie des chaussées

► Les véhicules et leur outils de mesures

- Deux UniWheel : une sur Master (Ifsttar) , une sur Kangoo (CD27)
- Deux smartphones dans l'habitacle du Master en mesures simultanées : GS8 et GN9
- Des appareils de référence en mesures simultanées : MLPL, UniBox, Vidéo Env et Video Dég

Master (Ifsttar) instrumenté pour acquisitions simultanées



UniWheel : roue arrière droite du Master

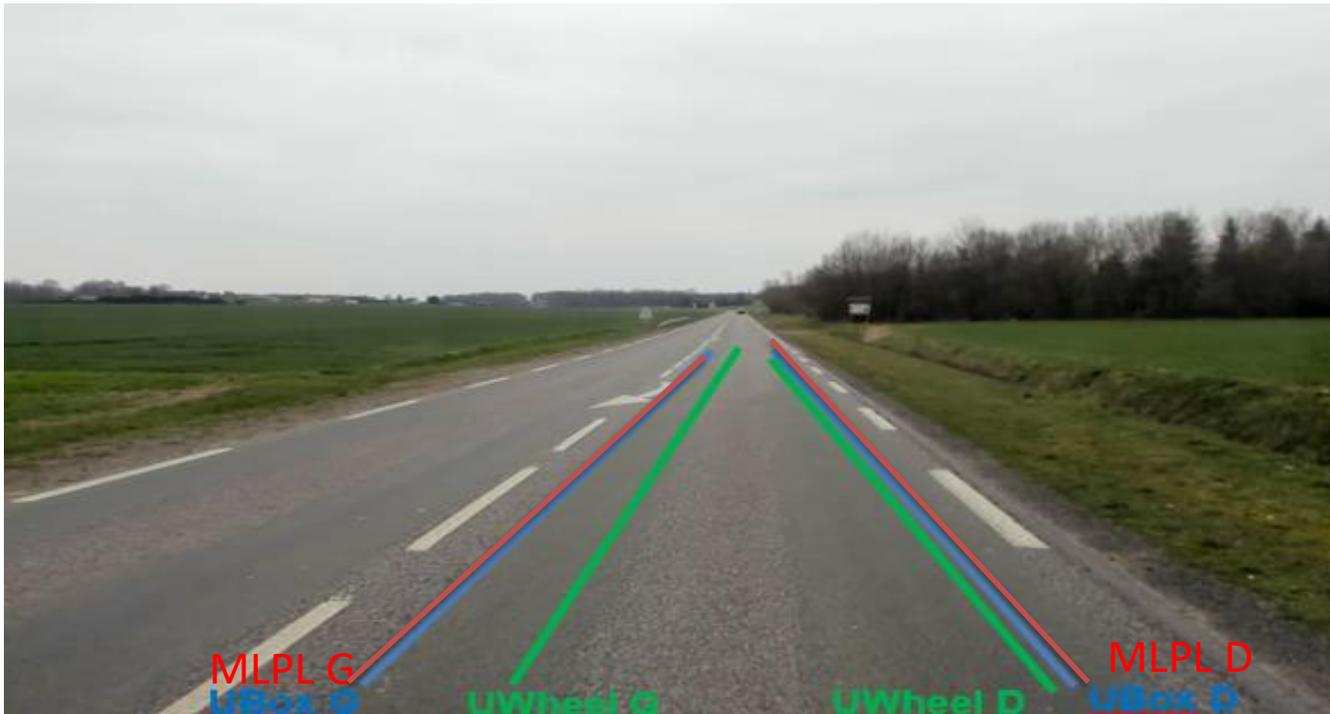


UniWheel : roue arrière gauche du Kangoo



► Configuration de mesure et d'exploitation

- Acquisition simultanée : MLPL, UniBox, UniWheel, Smartphones, Vidéo sur Master (Ifsttar)
- Formats de fichiers identiques pour UniBox, Smartphone et UniWheel
- Même exploitation automatisée pour les fichiers UniBox, Smartphone et UniWheel
- Comparaison facilitée entre UniBox, Smartphone, UniWheel après avoir montré que UniBox = MLPL
- Les mesure Laser Prof de Rincent BTP n'ont pas été exploitées car uniquement les notes NBO (pas de profils bruts)



Liste des tables | Liste des routes

	route	pio_debut	abs_debut	pio_fin	abs_fin	cote	note	energie	vitesse	date	heure	sens	veh_type	veh_mar.	veh_mod.	immatric.	pseudo
1	D0051	PR15U	371.5	PR15U	471.5	U	4	518.119	10.36	2019-03-20	15:48	+1	VU	RENAULT	KANGOO		EC1035
2	D0051	PR15U	471.5	PR15U	571.5	U	10	16.517	17.24	2019-03-20	15:48	+1	VU	RENAULT	KANGOO		EC1035
3	D0051	PR15U	571.5	PR15U	671.5	U	9	51.13	21.87	2019-03-20	15:48	+1	VU	RENAULT	KANGOO		EC1035
4	D0051	PR15U	671.5	PR15U	771.5	U	8	89.885	21.9	2019-03-20	15:48	+1	VU	RENAULT	KANGOO		EC1035
5	D0051	PR15U	771.5	PR15U	871.5	U	10	30.825	22.01	2019-03-20	15:48	+1	VU	RENAULT	KANGOO		EC1035
6	D0051	PR15U	871.5	PR15U	971.5	U	10	21.269	22.01	2019-03-20	15:48	+1	VU	RENAULT	KANGOO		EC1035
7	D0051	PR15U	871.5	PR16U	88.2	U	10	23.481	22.01	2019-03-20	15:48	+1	VU	RENAULT	KANGOO		EC1035
8	D0051	PR16U	88.2	PR16U	188.2	U	10	29.598	21.97	2019-03-20	15:48	+1	VU	RENAULT	KANGOO		EC1035
9	D0051	PR16U	188.2	PR16U	288.2	U	8.5	63.815	21.82	2019-03-20	15:48	+1	VU	RENAULT	KANGOO		EC1035
10	D0051	PR16U	288.2	PR16U	388.2	U	9.5	48.952	21.99	2019-03-20	15:48	+1	VU	RENAULT	KANGOO		EC1035
11	D0051	PR16U	388.2	PR16U	488.2	U	10	12.615	22.33	2019-03-20	15:48	+1	VU	RENAULT	KANGOO		EC1035
12	D0051	PR16U	488.2	PR16U	588.2	U	10	30.624	22.22	2019-03-20	15:48	+1	VU	RENAULT	KANGOO		EC1035
13	D0051	PR16U	588.2	PR16U	688.2	U	10	34.457	22.06	2019-03-20	15:48	+1	VU	RENAULT	KANGOO		EC1035
14	D0051	PR16U	688.2	PR16U	788.2	U	9	52.172	21.2	2019-03-20	15:48	+1	VU	RENAULT	KANGOO		EC1035
15	D0051	PR16U	788.2	PR16U	888.2	U	8.5	74.752	19.65	2019-03-20	15:48	+1	VU	RENAULT	KANGOO		EC1035
16	D0051	PR16U	888.2	PR16U	988.2	U	7.5	110.177	18.48	2019-03-20	15:48	+1	VU	RENAULT	KANGOO		EC1035
17	D0051	PR16U	988.2	PR17U	94.8	U	9	61.312	18.17	2019-03-20	15:48	+1	VU	RENAULT	KANGOO		EC1035
18	D0051	PR17U	94.8	PR17U	194.8	U	10	9.291	18.16	2019-03-20	15:48	+1	VU	RENAULT	KANGOO		EC1035
19	D0051	PR17U	194.8	PR17U	294.8	U	9.5	43.418	18.24	2019-03-20	15:48	+1	VU	RENAULT	KANGOO		EC1035
20	D0051	PR17U	294.8	PR17U	394.8	U	10	21.115	17.35	2019-03-20	15:48	+1	VU	RENAULT	KANGOO		EC1035
21	D0051	PR17U	394.8	PR17U	494.8	U	5	333.493	15	2019-03-20	15:48	+1	VU	RENAULT	KANGOO		EC1035
22	D0051	PR17U	494.8	PR17U	594.8	U	4	500.172	13.54	2019-03-20	15:48	+1	VU	RENAULT	KANGOO		EC1035
23	D0051	PR17U	594.8	PR17U	694.8	U	2	1140.578	12.1	2019-03-20	15:48	+1	VU	RENAULT	KANGOO		EC1035
24	D0051	PR17U	694.8	PR17U	794.8	U	2.5	916.138	12.23	2019-03-20	15:48	+1	VU	RENAULT	KANGOO		EC1035
25	D0051	PR17U	794.8	PR17U	894.8	U	0	2906.494	12.62	2019-03-20	15:48	+1	VU	RENAULT	KANGOO		EC1035
26	D0051	PR17U	894.8	PR18U	72.5	U	2	1275.775	15.75	2019-03-20	15:48	+1	VU	RENAULT	KANGOO		EC1035
27	D0051	PR18U	72.5	PR18U	172.5	U	4	573.074	18	2019-03-20	15:48	+1	VU	RENAULT	KANGOO		EC1035
28	D0051	PR18U	172.5	PR18U	272.5	U	6	235.921	20.49	2019-03-20	15:48	+1	VU	RENAULT	KANGOO		EC1035
29	D0051	PR18U	272.5	PR18U	372.5	U	2	1190.107	19.72	2019-03-20	15:48	+1	VU	RENAULT	KANGOO		EC1035
30	D0051	PR18U	372.5	PR18U	472.5	U	3.5	618.437	20.11	2019-03-20	15:48	+1	VU	RENAULT	KANGOO		EC1035
31	D0051	PR18U	472.5	PR18U	572.5	U	6.5	169.001	21.99	2019-03-20	15:48	+1	VU	RENAULT	KANGOO		EC1035
32	D0051	PR18U	572.5	PR18U	672.5	U	7	126.148	21.71	2019-03-20	15:48	+1	VU	RENAULT	KANGOO		EC1035
33	D0051	PR18U	672.5	PR18U	772.5	U	6.5	158.326	22.1	2019-03-20	15:48	+1	VU	RENAULT	KANGOO		EC1035
34	D0051	PR18U	772.5	PR18U	872.5	U	6.5	187.931	21.9	2019-03-20	15:48	+1	VU	RENAULT	KANGOO		EC1035
35	D0051	PR18U	872.5	PR18U	972.5	U	5	324.035	21.9	2019-03-20	15:48	+1	VU	RENAULT	KANGOO		EC1035
36	D0051	PR18U	972.5	PR19U	70.2	U	4.5	406.174	21.93	2019-03-20	15:48	+1	VU	RENAULT	KANGOO		EC1035
37	D0051	PR19U	70.2	PR19U	170.2	U	2.5	1057.984	21.95	2019-03-20	15:48	+1	VU	RENAULT	KANGOO		EC1035
38	D0051	PR19U	170.2	PR19U	270.2	U	5.5	244.889	22.2	2019-03-20	15:48	+1	VU	RENAULT	KANGOO		EC1035
39	D0051	PR19U	270.2	PR19U	370.2	U	2	1154.85	21.46	2019-03-20	15:48	+1	VU	RENAULT	KANGOO		EC1035
40	D0051	PR19U	370.2	PR19U	470.2	U	3	887.971	19.84	2019-03-20	15:48	+1	VU	RENAULT	KANGOO		EC1035

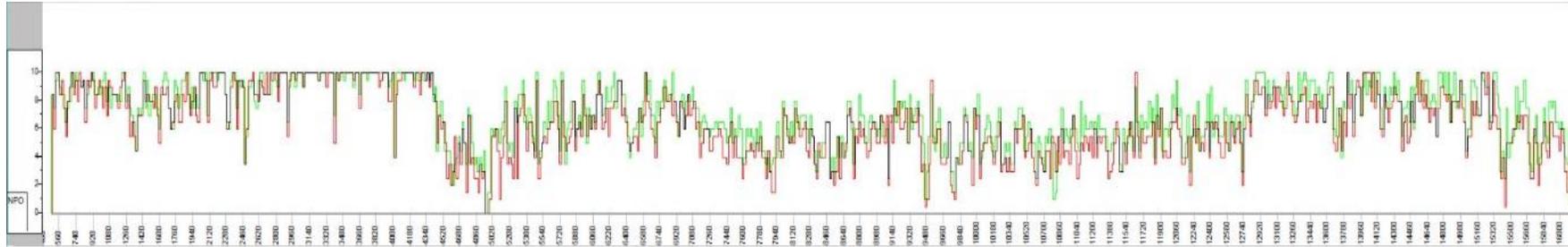


23 janvier 2020, FNTF

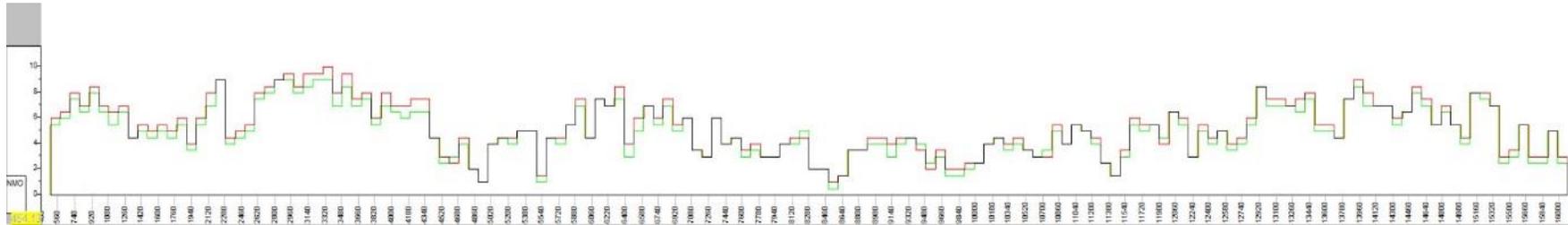
Journée d'information sur les techniques d'auscultation et la durée de vie des chaussées

► Comparaison MLPL et UniBox pour les trois notes courantes PO, MO et GO

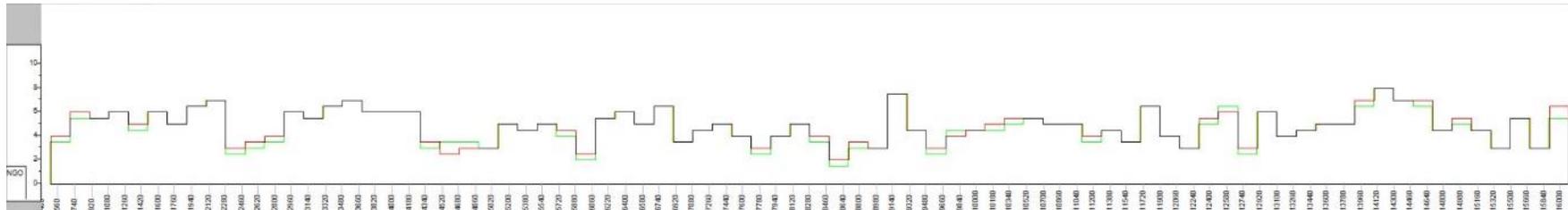
NPO



NMO



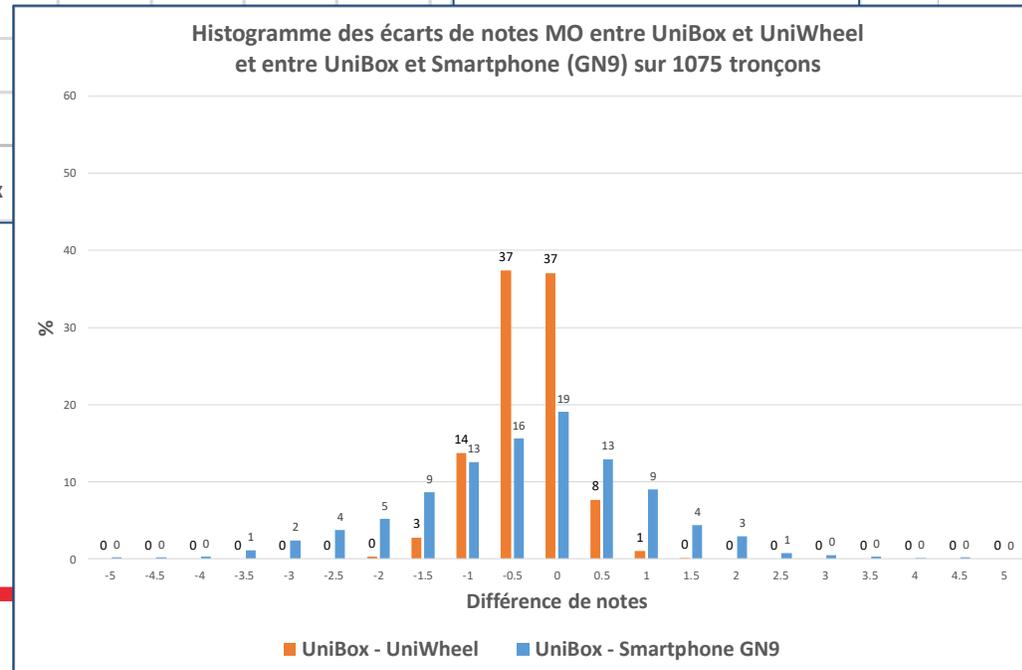
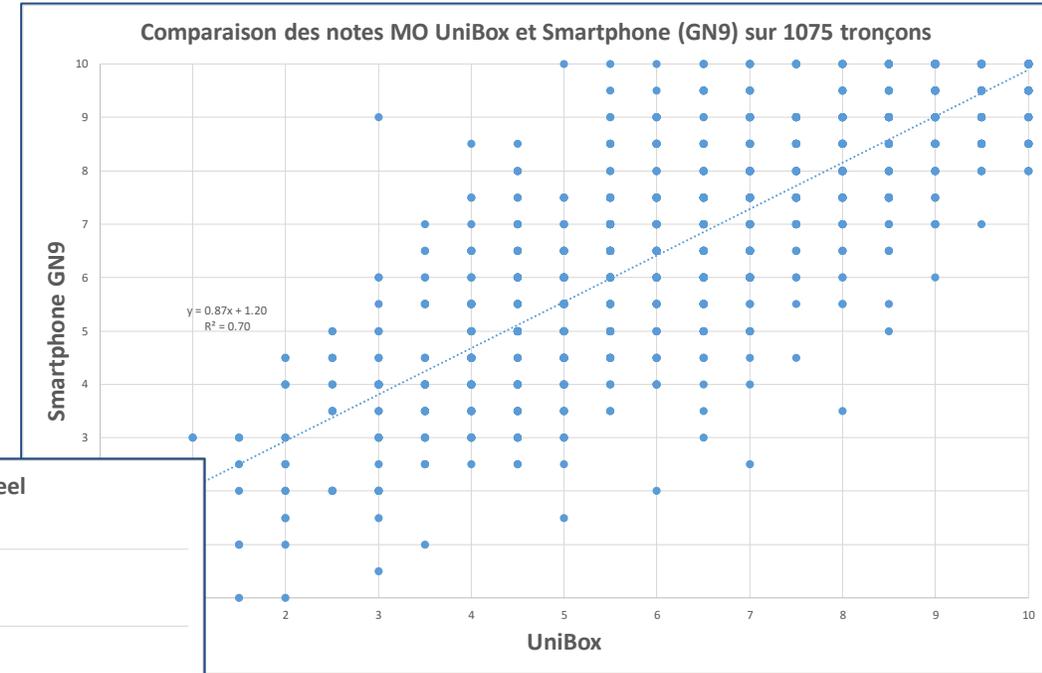
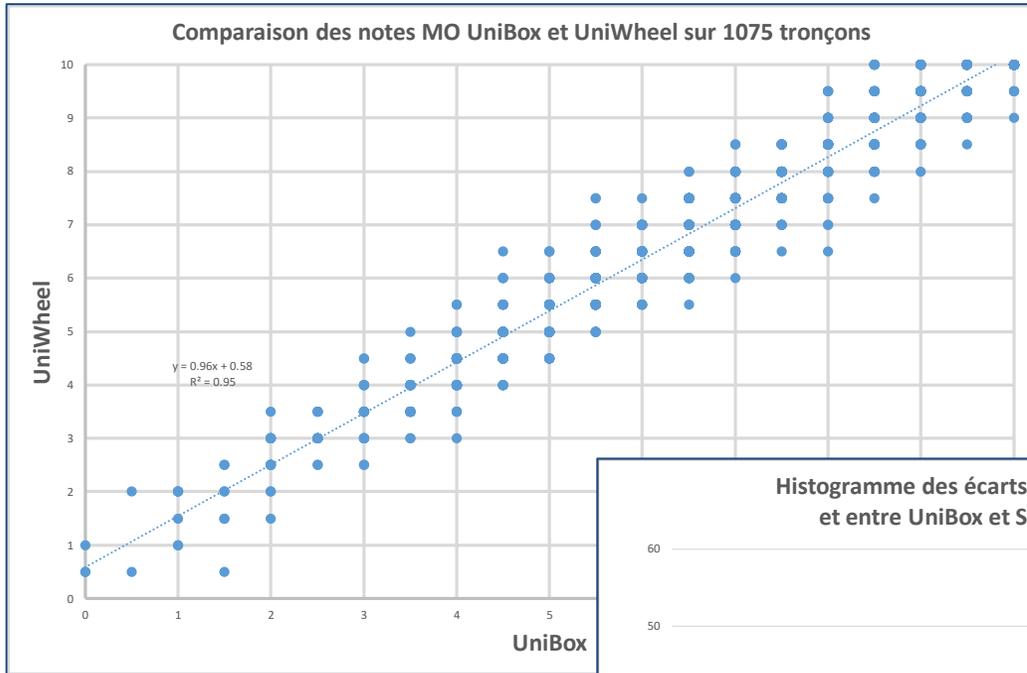
NGO



→ On peut donc retenir l'UniBox comme référence de comparaison



► Synthèse des comparaisons UniBox, UniWheel, Smartphone sur les NMO

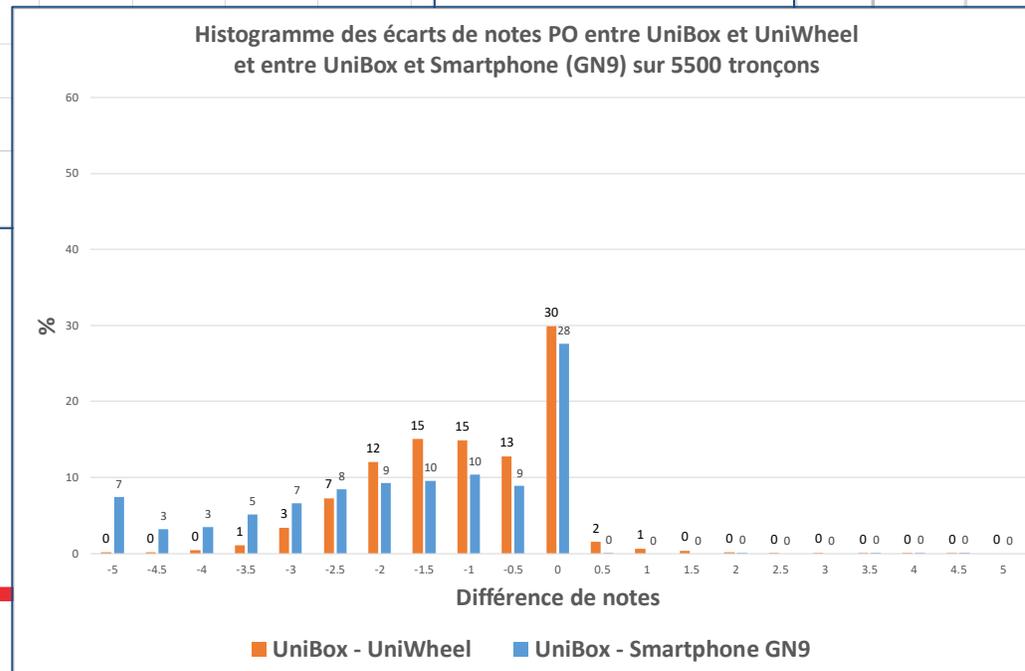
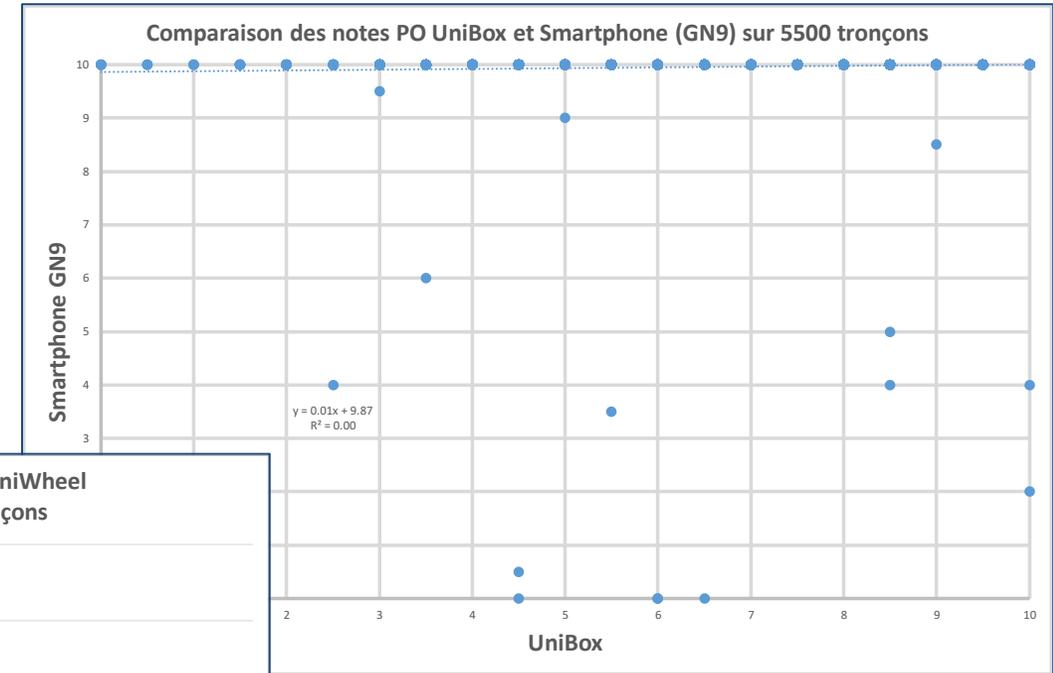
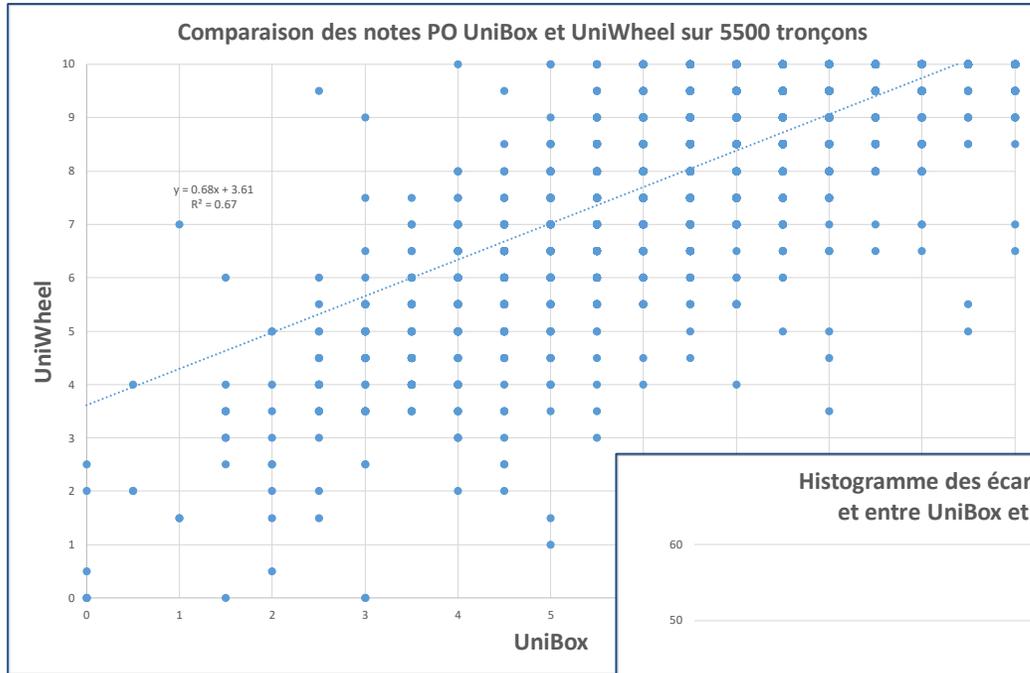


UBox – UWheel : 97 % écarts ≤ 1

UBox – Smartph : 70 % écarts ≤ 1
 91 % écarts ≤ 2



► Synthèse des comparaisons UniBox, UniWheel, Smartphone sur les NPO



UBox – UWheel : 89 % écarts ≤ 2

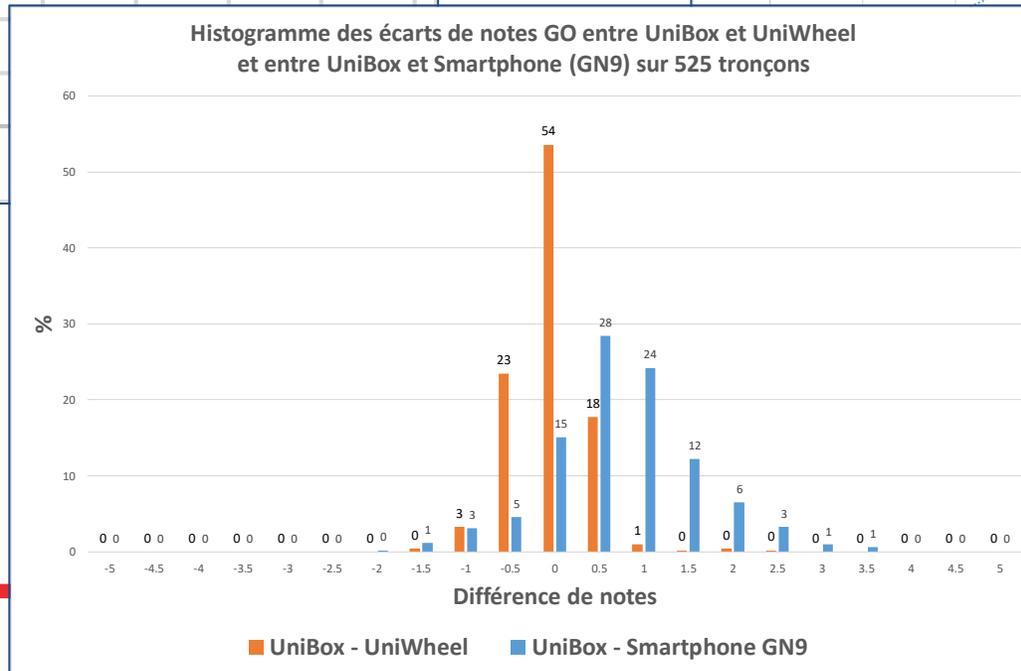
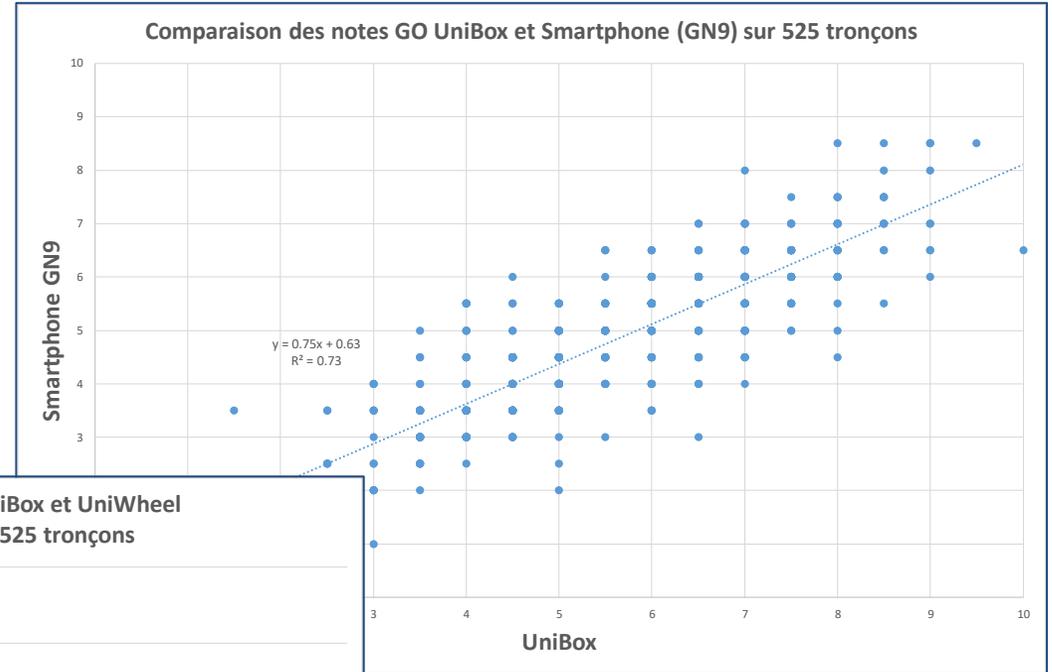
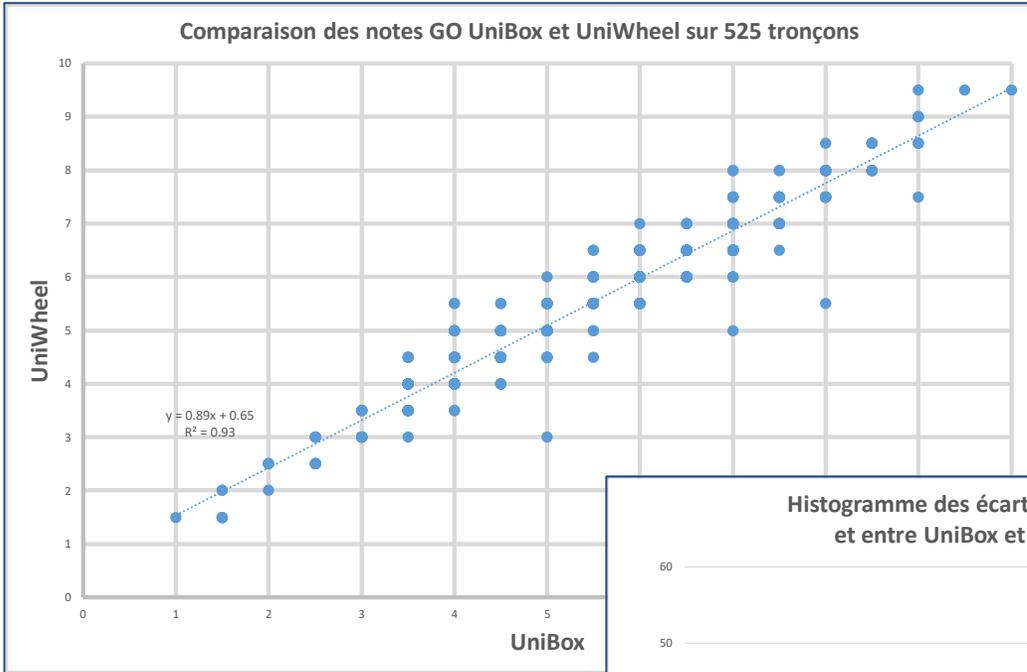
UBox – Smartph : pas de corrélation



23 janvier 2020, FNTF

Journée d'information sur les techniques d'auscultation et la durée de vie des chaussées

► Synthèse des comparaisons UniBox, UniWheel, Smartphone sur les **NGO**



UBox – UWheel : 95 % écarts \leq 0.5

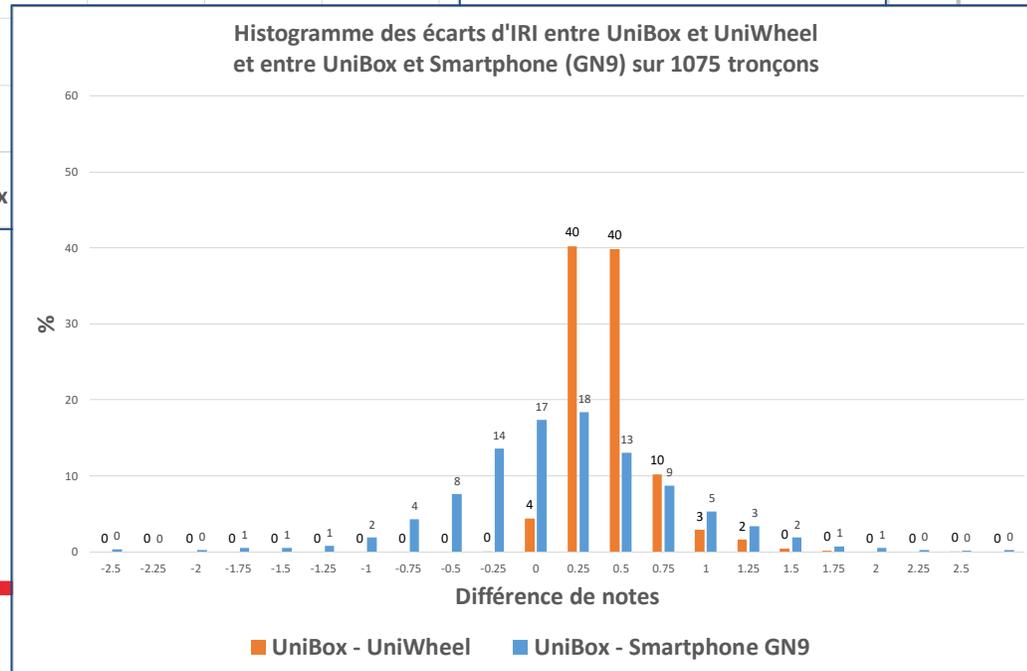
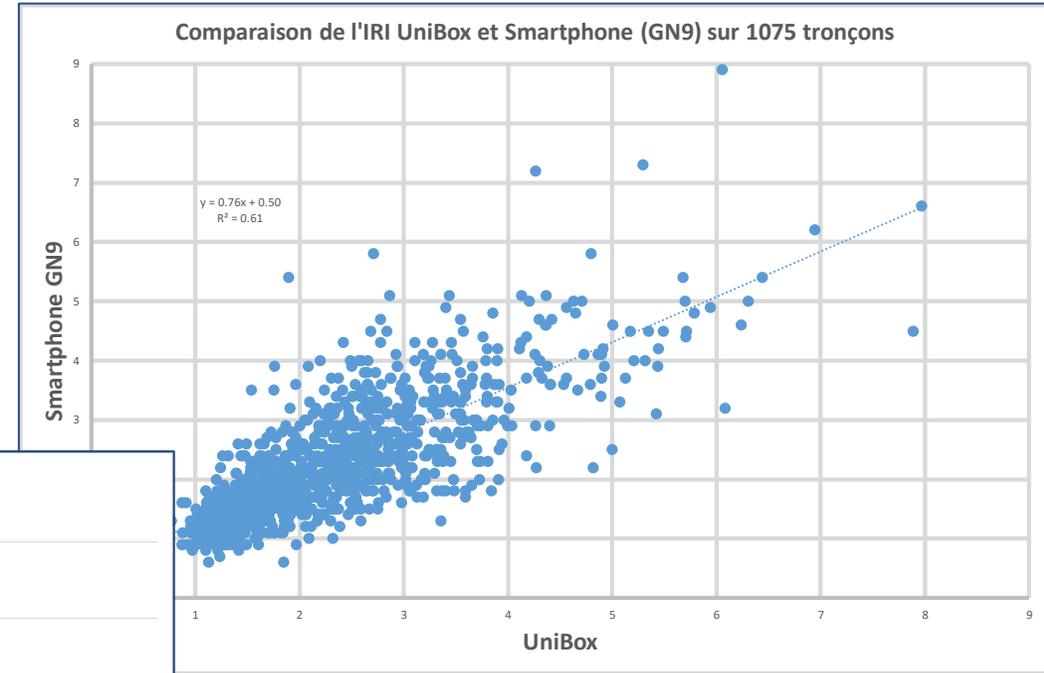
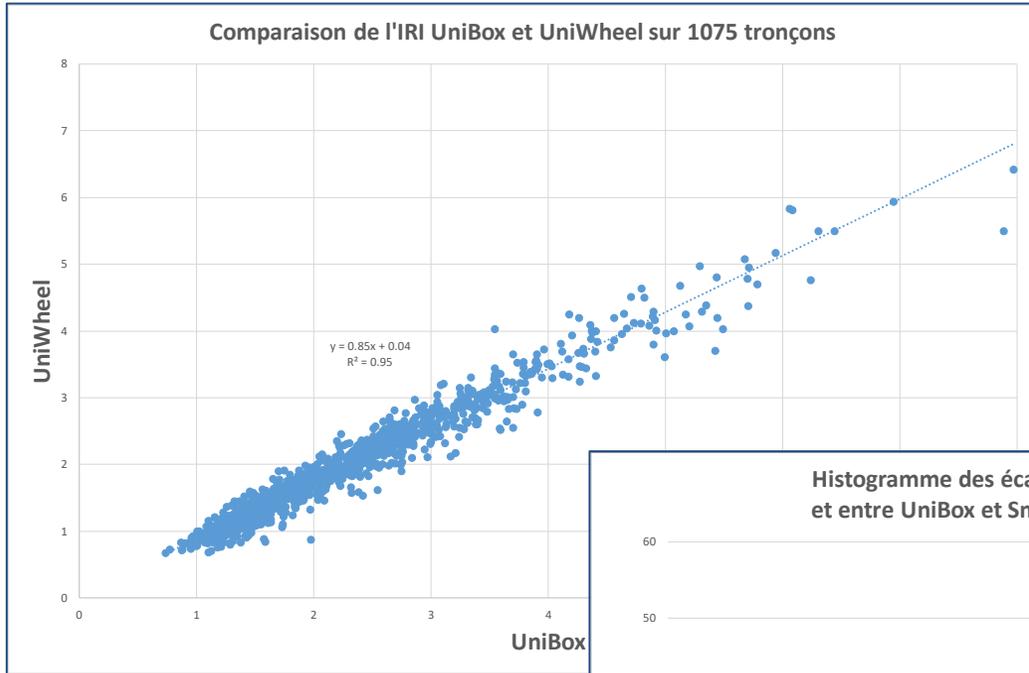
UBox – Smartph : 75 % écarts \leq 1
 95 % écarts \leq 2



23 janvier 2020, FNTF

Journée d'information sur les techniques d'auscultation et la durée de vie des chaussées

► Synthèse des comparaisons UniBox, UniWheel, Smartphone sur l'IRI



UBox – UWheel : 85 % écarts ≤ 0.5
 95 % écarts ≤ 0.75

UBox – Smartph : 90 % écarts ≤ 1



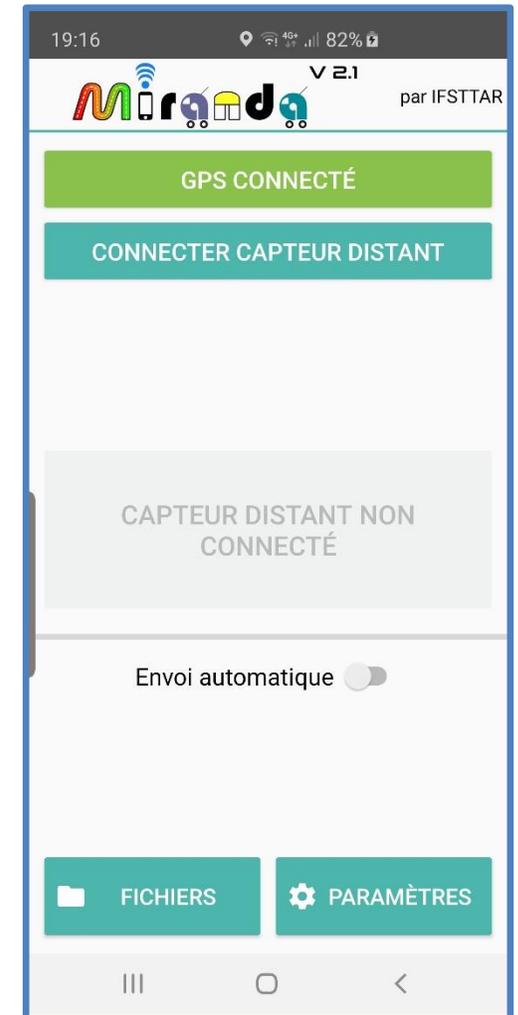
23 janvier 2020, FNTF

Journée d'information sur les techniques d'auscultation et la durée de vie des chaussées

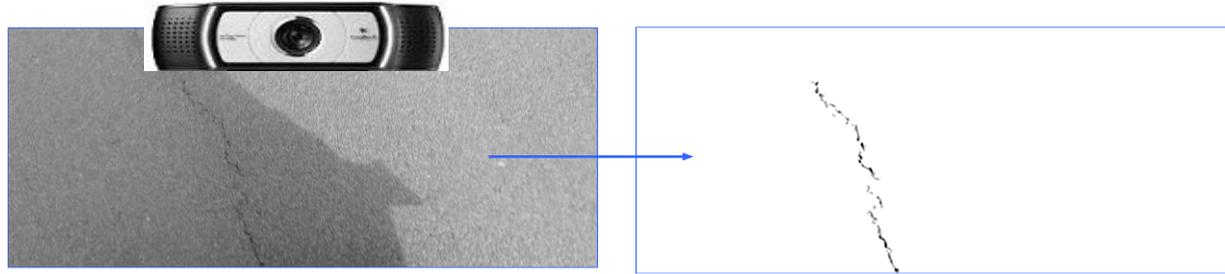
- ▶ Synthèse pour un contexte d'évaluation et de suivi de réseau départemental :
 - L'UniWheel délivre tous les indicateurs d'uni usuels (NBO et IRI) avec des niveaux de **précisions très proches de ceux des appareils de référence** quelle que soit la catégorie de réseau (principal ou desserte locale)
 - **L'UniWheel s'affranchit totalement de la météo** et notamment de surfaces humides ou mouillées, contrairement aux dispositifs optiques
 - L'outil d'exploitation automatisée associé à l'UniWheel (mêmes traitements que les mesures smartphones) apporte un **gain de temps d'exploitation et de la fiabilité dans l'alimentation de la base**
 - Sans contrainte de mesure et d'exploitation, **l'UniWheel apporte la souplesse nécessaire en évaluation de réseau**, d'autant plus si le gestionnaire souhaite **travailler en régie** avec cet outil
 - La **procédure d'acquisition de l'UniWheel**, ici sous Windows et en filaire par liaison série, a été satisfaisante pour une expérimentation, mais **mérite d'être optimisée** en passant par une liaison sans fil de type **Wifi gérée par l'application Android Miranda** sur smartphone comme elle le fait pour l'acquisition de ses capteurs internes.



- ▶ Finalisation de la version début 2020
- ▶ Evaluation par le CD27 sur Kangoo
- ▶ Comparaison avec la version filaire validée en T2
- ▶ Etude de nouveaux indicateurs (ex : affaissement de rive)



- ▶ Le valoriser, puis le diffuser pour une utilisation en régie sur les petits réseaux basés sur les retours d'expérience du CD50, CD27, CD28 et CD44
- ▶ La déformation c'est bien, mais il faut aussi la fissuration, (et l'adhérence ?)
 → mise au point d'un relevé sommaire mais automatisé de la fissuration (et ressuage, glaçage ?) associée à une exploitation automatisée selon le concept Miranda



▶ Outil simplifié d'aide à l'entretien pour le petit réseau

Par tronçon de 200 m	% Fissures = 0	% Fissures <= 30	% Fissures <= 100
Note Déform <= 10	Pas de travaux	Alerte Fis	Tx : ES
Note Déform < 6	Alerte Déf	Alerte Fis + Déf	Tx : ES + Repro partiel
Note Déform < 2	Tx : Repro + ES si circulé	Tx : Repro + ES (ou autre)	Tx : Réfection complète



- ▶ Miranda est un outil simple sans contrainte pour l'agent réalisant le patrouillage.
- ▶ La mise en œuvre et l'exploitation automatisée facilite l'utilisation en régie.
- ▶ Il faut adapté les résultats aux types de réseaux afin de définir au mieux les préconisations de travaux aux exigences budgétaires.
- ▶ Le CD27 est dans l'attente du développement d'outil ayant la même philosophie (relevé de fissures automatisé simple et bon marché) .

