

Auto-contrôle de l'entrepreneur sur l'uni avec profilomètre basse vitesse

Colloque Technique de Bitume Québec



Yvan Paquin, ing.
Directeur Technique Adjoint
Construction DJL inc.

26 novembre 2008

Plan de la présentation

- Intérêt de l'auto-contrôle
 - Équipement retenu
 - Avantages/inconvénients
 - Logistique de l'essai à basse vitesse
 - Analyse interne des données
 - Corrections durant les travaux (lorsque nécessaire)
 - Relevé final du client
 - Conclusion
-

Intérêt de l'auto-contrôle

- *Prévention* : il peut être utilisé avant les relevés officiels sur les différentes couches d'enrobés, permettant ainsi des corrections préventives, s'il y a lieu, sur les lots rejetés ou à fortes pénalités
 - Éviter les réparations après démobilitation
 - Éviter autant que possible les correctifs sur travaux finis (meulage)
 - Synonyme de qualité, d'efficacité et de réduction de coûts
-

Intérêt de l'auto-contrôle

- Relevé d'uni avant livraison au client
 - Les relevés « préventifs » peuvent être sous-traités
 - Ou être réalisés en interne par un appareil qui mesure l'uni et le transpose en IRI
 - Profilomètre basse vitesse
-

Intérêt de l'auto-contrôle

Utilité de cet appareil pour l'entrepreneur

- *Autonomie* : indépendance par rapport aux autres firmes qui possèdent un ou des profilomètres
 - ❑ Évite le conflit d'intérêt ou pour confidentialité
 - ❑ Disponibilité « just in time »
 - ❑ Rapidité d'exécution et de traitement
 - ❑ Rapport coût/distance
 - ❑ Limite les frais à l'externe
 - ❑ Outil de formation en chantier
-

Intérêt de l'auto-contrôle

Utilité de cet appareil pour l'entrepreneur

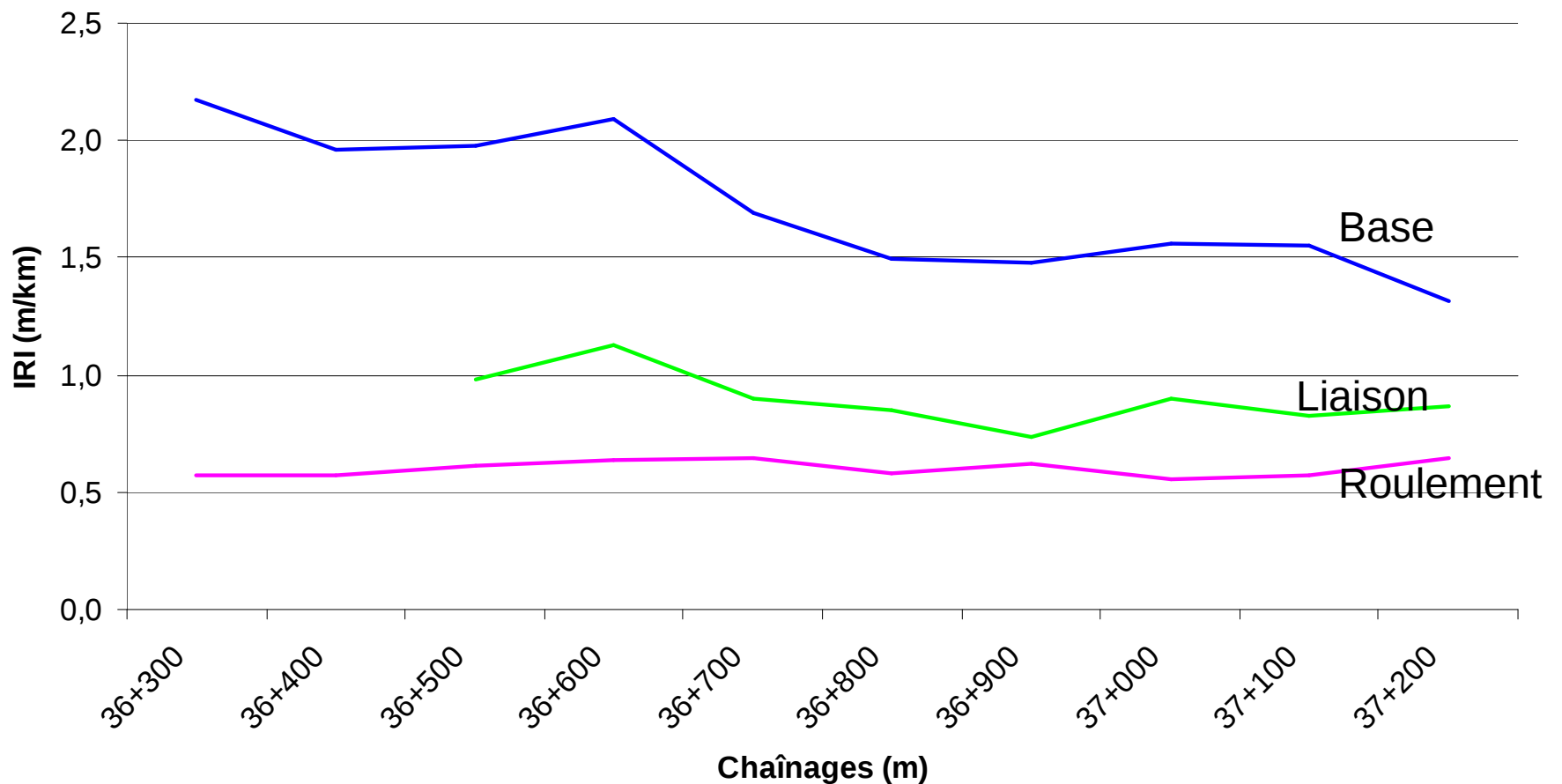
- *Polyvalence* : possibilité d'effectuer des essais dans différents contextes
 - ❑ Avant travaux
 - ❑ Après fraisage (peu concluant pour l'instant)
 - ❑ Évolution de l'uni couche par couche
 - ❑ Sur de petites distances
 - Joints transversaux
 - Travaux par phase ou nuit par nuit
 - ❑ Pendant qu'il y a encore des travaux sur le site
 - ❑ Relevés possibles sur surface humide

 - *Reconnaissance* : pour les enrobés ?
-

Intérêt de l'auto-contrôle

Utilité de cet appareil pour l'entrepreneur

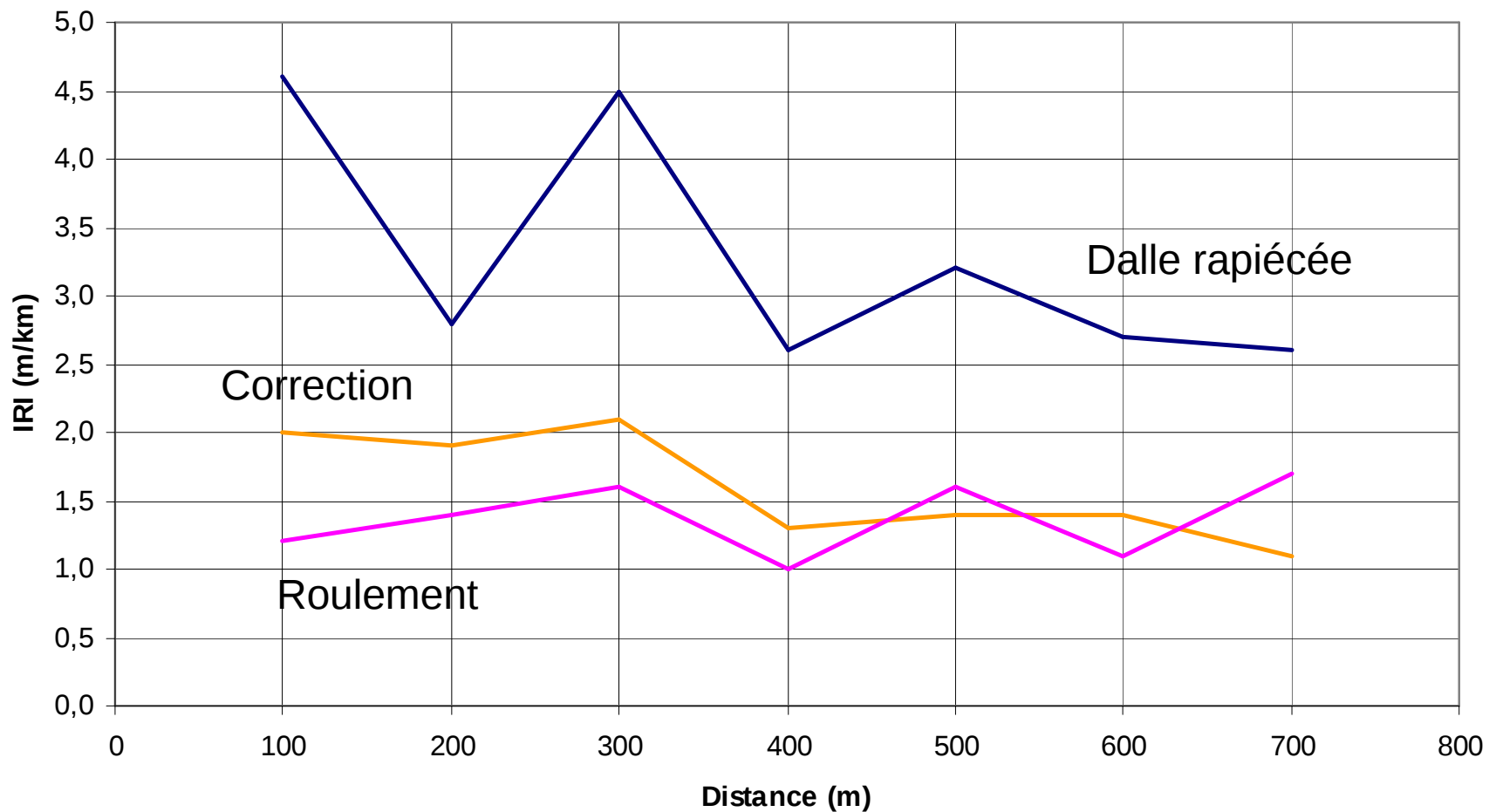
Construction neuve : Évolution de l'uni couche par couche



Intérêt de l'auto-contrôle

Utilité de cet appareil pour l'entrepreneur

Dalle de béton rapiécée : Évolution de l'uni couche par couche



Intérêt de l'auto-contrôle

Limitations de l'appareil basse vitesse

- Une signalisation appropriée est nécessaire lorsqu'un profil est relevé (la ou les voies de roulement doivent être fermées au public).
 - Peut demander un nettoyage/balayage de la surface
 - Demande 2 passes : 1 pour chaque trace de roue (idéalement A/R)
 - Alignement approximatif avec les traces de roues
 - Effet texture ? (forte macrorugosité des enrobés discontinus de type SMA, ultra-minces...)
-

Équipement retenu

- Plusieurs modèles disponibles



Équipement retenu

SurPRO 2000

Le SurPRO (de l'anglais *surface profiler*) est un profilomètre à basse vitesse sur roue opéré manuellement qui lit le vrai profil non filtré de la surface sur laquelle il est utilisé. Cela signifie que le profil relevé est représentatif de la surface réelle.

Il est conçu de manière à ce qu'il puisse être utilisé à une vitesse de marche et peut fournir les indices de confort au roulement tel que l'IRI ou le RN autant sur l'asphalte ou une construction en béton.





Mesure de l'uni avec
profilomètre basse vitesse

Équipement retenu

Avantages du SurPRO 2000

- Appareil conforme à la classe 1 de la norme ASTM E950-98 donc approuvé par le MTQ pour les surfaces béton
 - Normalisé par le CCDG 14.2.2.5.1.b)
 - Le MTQ a deux de ces appareils

- Petit et relativement léger : facile à transporter
 - Masse: 20.4 kg (42 lbs)
 - Taille: 254 x 482 mm (10" x 19")

b) Appareil et unité de mesure

L'uni est mesuré au moyen d'un profilomètre de référence à bas rendement conforme aux exigences de biais et de répétabilité d'un appareil de classe 1 selon la norme ASTM E950 « Standard Test Method for Measuring the Longitudinal Profile of Traveled Surfaces with an Accelerometer Established Inertial Profiling Reference ».

L'unité de mesure de l'uni est l'IRI (International Roughness Index) calculé selon la norme ASTM E1926 « Standard Practice for Computing International Roughness Index of Roads from Longitudinal Profile Measurements » et exprimé en m/km. L'IRI est mesuré et calculé dans chacun des axes situés à 975 mm des joints longitudinaux (traces de roues) avec une précision au millième de m/km.

Les exigences d'uni s'appliquent à la moyenne des valeurs d'IRI des 2 traces de roues par secteur de 100 m, avec une précision au dixième de m/km après simplification sans arrondissement.

Équipement retenu

Avantages du SurPRO 2000

- Facile à assembler et à opérer
 - Bonne autonomie de la pile (15 heures)
 - Aucune vérification spéciale ou calibration n'est nécessaire avant départ
 - Accompagné d'un « laptop », peut-être analysé « live » sur chantier dans un délai raisonnable
 - Complément : utile pour lecture du profil transversal pour d'autres expertises (orniérage, pente ...)
-

Équipement retenu

Inconvénients du SurPRO 2000

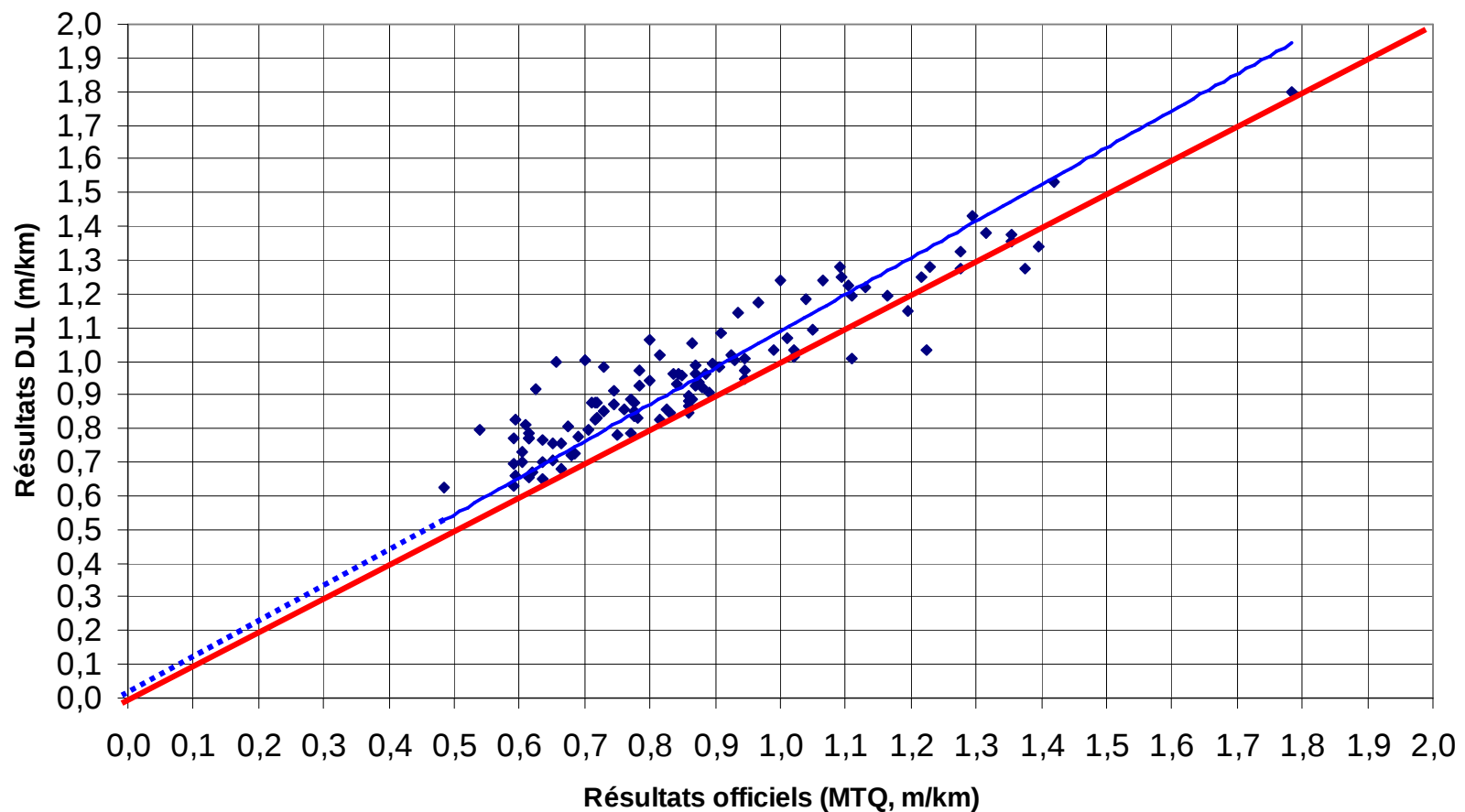
- Électronique limitée par le temps froid ($< 0^{\circ}\text{C}$)
 - Faible rendement sur longue distance (vitesse limite de 4 km/h)
 - 1 km d'autoroute sur 2 voies :
 - 1 km X 2 voies X 2 traces de roues / voie X 2 passages (A/R) / 4 km/h = 2 h
 - Temps de sauvegarde = 4 X 5 minutes
 - Total : Environ 2,5 heures/km
 - + 30 à 45 minutes de préparatifs (montage + marquage)
 - Vitesse limitée à 2 km/h sur les surfaces endommagées (IRI $> 2,5$)
 - Affichage graphique limité
 - Demande un logiciel complémentaire (gratuit)
 - Prix d'environ 30 000 USD
-

Équipement retenu

Fiabilité et prédiction du relevé final

Résultats internes en fonction des résultats officiels
(moyenne des traces de roue gauche et droite)

$$y = 1,089x$$
$$R^2 = 0,797$$



Logistique de l'essai à basse vitesse

1. Indiquer les points de départs et d'arrivée dans chaque trace de roue relevée. Il est important de noter la longueur exacte du profil afin de compenser l'erreur (*précision de la distance*: $\pm 0.1 \%$). Coordonner idéalement avec les chaînages du devis.
2. Assembler le SurPRO. Aucune calibration n'est nécessaire avant le départ.
3. Relever chaque trace de roue afin d'acquérir les données. Il est préférable de faire une boucle fermée, c'est-à-dire de faire une passe aller-retour sur chaque piste de roue, puisque que l'appareil balancera l'erreur de niveau sur les deux passes.
4. Chaque relevé est sauvegardé dans la mémoire interne de l'appareil.
5. Transférer le ou les fichiers vers un ordinateur à l'aide du logiciel du fabricant.
6. Analyser ces fichiers à l'aide des logiciels appropriés comme ProVal (un logiciel gratuit développé pour la FHWA) afin d'obtenir les indices de confort au roulement et prendre les mesures correctives appropriées si nécessaire.

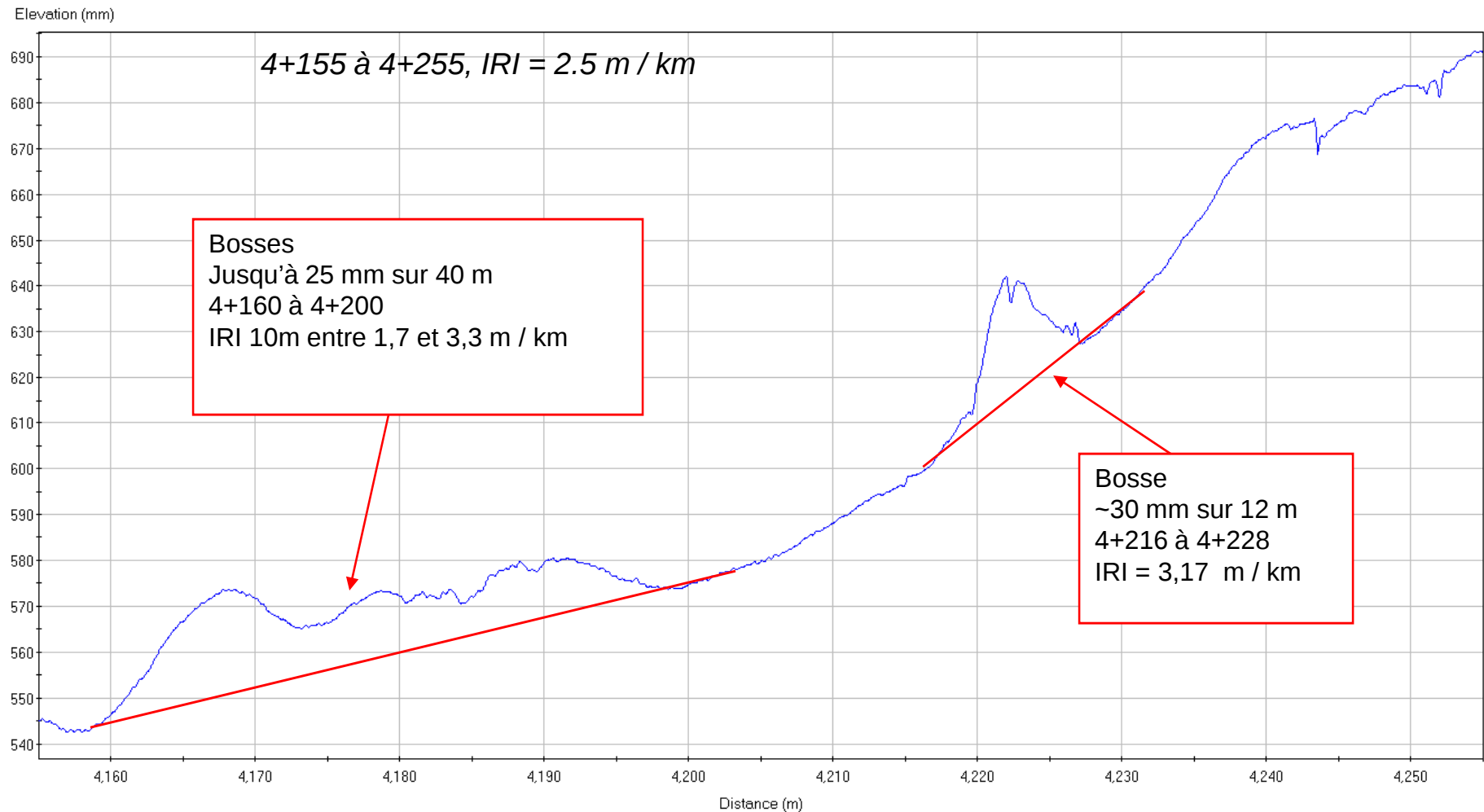
Les analyses peuvent aussi être effectuées directement sur l'appareil, mais cela limite les options et n'est pas très convivial.

Analyse interne des données

Exemple de résultats (sur couche de correction afin de détecter les bosses)

Localisation		IRI (m/km)			Bonis / Pénalités (\$)
Chainage (m)	Distance (m)	1re passe	2e passe	Moyenne	
1+855	0				
1+955	100	1.3	1.5	1.4	-20
2+055	200	0.8	1.3	1.0	20
2+155	300	1.5	1.3	1.4	-20
2+255	400	0.8	0.7	0.7	100
2+355	500	1.2	1.2	1.2	
2+455	600	1.6	1.5	1.5	-100
2+555	700	0.7	0.7	0.7	100
2+655	800	0.9	1.0	0.9	50
2+755	900	1.4	1.3	1.3	-10
2+855	1000	1.2	1.2	1.2	
2+955	1100	2.1	2.1	2.1	Rejet
3+055	1200	1.0	1.0	1.0	20
3+155	1300	1.1	1.1	1.1	10
3+255	1400	1.2		1.2	
3+355	1500	1.6		1.6	-500
3+455	1600	0.9		0.9	50
3+555	1700	1.3		1.3	-10
3+655	1800	1.0		1.0	20
3+755	1900	1.1		1.1	10
3+855	2000	1.3		1.3	-10
3+955	2100	2.0		2.0	Rejet
4+055	2200	1.0		1.0	20
4+155	2300	1.2		1.2	
4+255	2400	2.5		2.5	Rejet
4+355	2500	0.8		0.8	100

Analyse interne des données



- Solution : Fraisage localisé des bosses aux chaînages détectés, avant pose de la couche de roulement
 - Intervention interne à peu de frais

Relevé final du client

- Uni accepté et même bonifié dans ces secteurs après couche de roulement
 - Aucune trace en surface (pas de meulage apparent)
-

Conclusion

- Analyse interne autonome
 - Cibler les éventuels défauts d'uni
 - Évaluation d'uni avant travaux
 - Contrôle préventif sur couches autres que couche de roulement
 - Observation de l'évolution de l'uni sur plusieurs couches
 - Contrôle après couche de roulement avant livraison
 - Évaluation après travaux
 - Vérification lors des travaux de correction
 - Optimiser la technique de réparation au meilleur coût
 - Qualité et responsabilité
-

Conclusion



Pour éviter d'en arriver là !

