

# Nouveaux indices d'état pour la planéité longitudinale

Interprétation et applications pratiques



MATÉRIAUX



DIMENSIONNEMENT  
ET STRUCTURES



RELEVÉ D'ÉTAT  
ET GESTION DE L'ENTRETIEN

Parisa Rossel

Ecublens , 05.11.2024

Journée d'Etude de la Route et des Infrastructures

J E R I

**Nibuxs**

Ingénieurs en infrastructures de transport



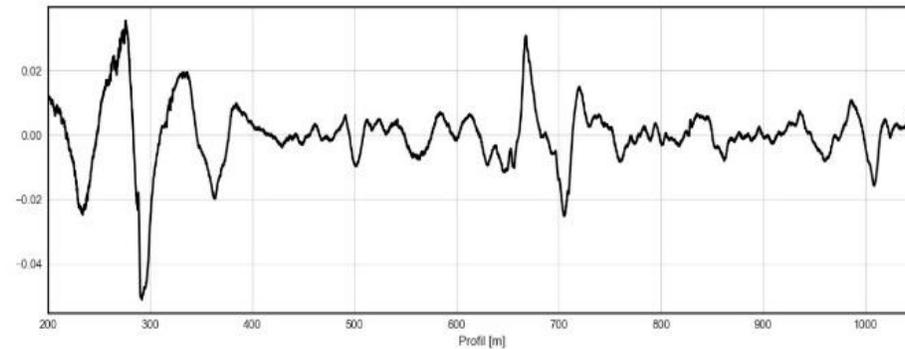
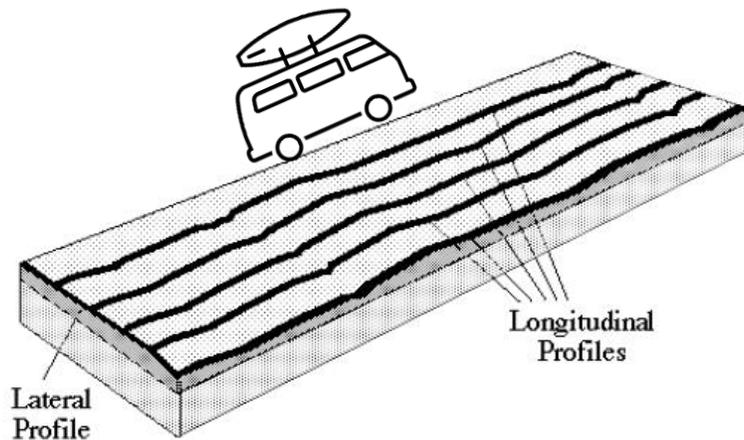
# Planéité longitudinale

Sécurité

Confort

Durée de vie  
des chaussées

Contrôle de Mise  
en œuvre



# Contenu de la présentation

- **Introduction** et notions **théoriques** sur les indicateurs de la planéité longitudinale
- **Normes et standards** : Cadre normatif et analyse de la situation en Suisse
- **Exemples pratiques** d'utilisation des indicateurs de planéité dans le domaine routier

# Situation en suisse

**Valeurs de l'angle W** : Utilisées jusqu'en 2017 en Suisse pour évaluer la planéité des routes.

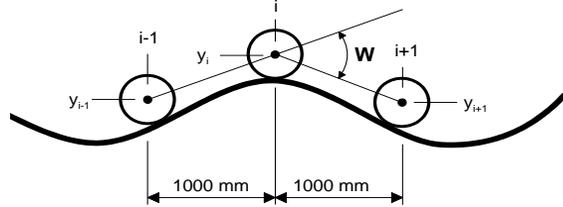
**Norme européenne EN 13036-5** : Introduction de nouveaux indicateurs en 2016 (version finale en 2019), avec une harmonisation des standards au niveau européen.

**Nouvelle norme suisse** : Mise en place en 2017, avec des exigences spécifiques sur les méthodes d'évaluation.

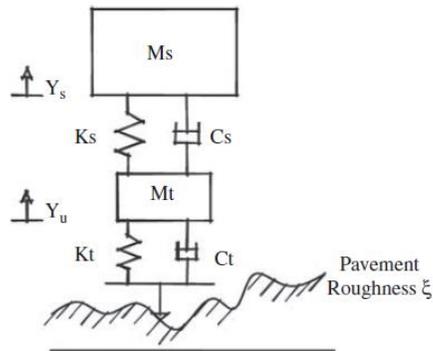
**VSS-40517** : Caractéristiques de surface des chaussées concernant la planéité longitudinale.

**VSS-40525** Caractéristiques de surface des chaussées – Exigences

# Méthodes d'exploitation du profil longitudinal

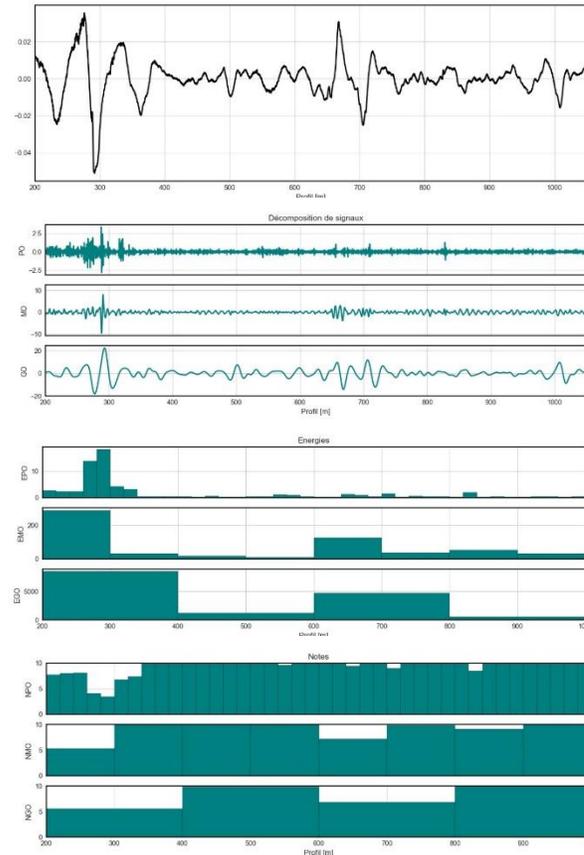


Valeurs d'angle  $W$

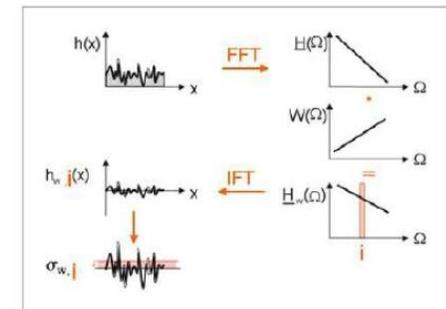
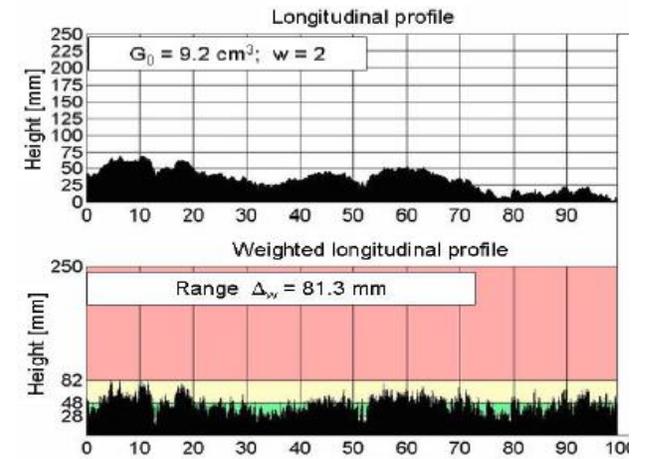


Indice d'uni international (IRI)

Analyse par bande d'onde (NBO)



Profil longitudinal pondéré (BLP)



# Méthode d'exploitation du profil longitudinal

Méthode	Indicateur	Unité	Valeurs indicatives
Valeurs d'angle	Sw	-	~0.5 ... ~8
	Wmax	-	~2 ... ~100
IRI	IRI	m/km	0.5 ... ~8
NBO	NPO	-	0 à 10
	NMO	-	0 à 10
	NGO	-	0 à 10
BLP	SBW	mm	~2 ... ~15
	DBW	mm	~10 ... ~100

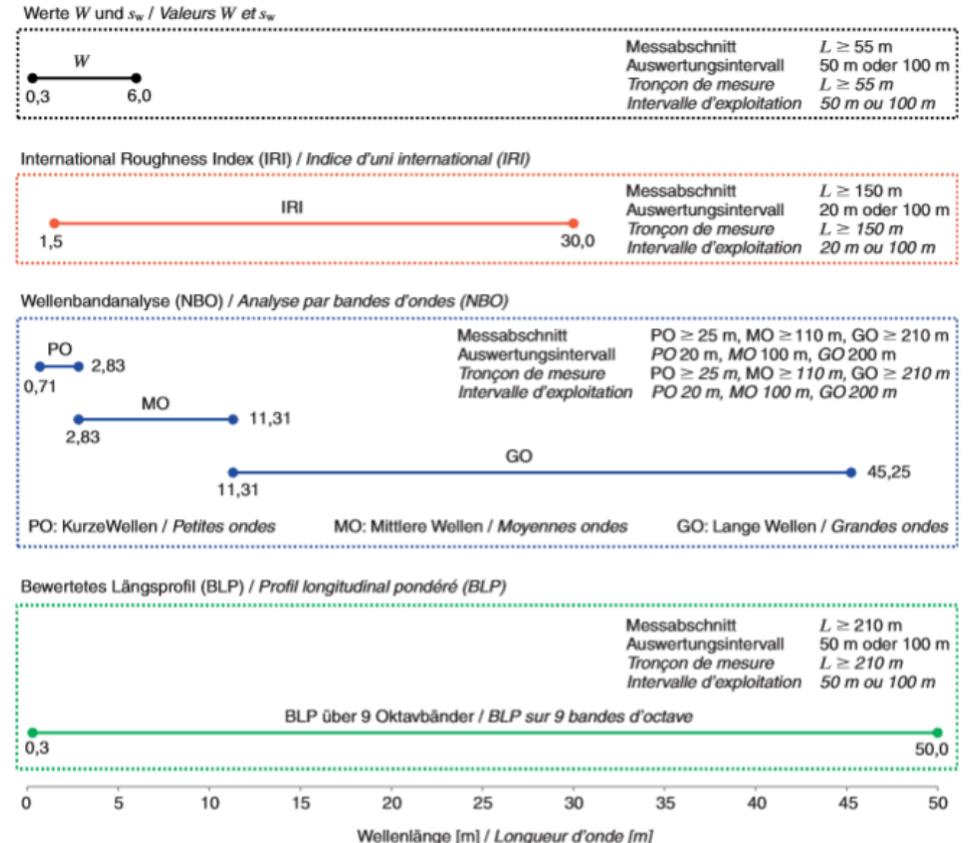


Abb. 2 Ausgewertetes Wellenlängenband der unterschiedlichen charakteristischen Werte

Fig. 2 Bande de longueurs d'ondes exploitée pour les différentes valeurs caractéristiques

VSS-40517

# Situation normative en suisse

## VSS-40525 Caractéristiques de surface des chaussées – Exigences

- Exigence suisse pour les valeurs de réception

- $S_w$  et  $W_{max}$
- NBO (PO/MO/GO)

Längsebenheit: Abnahmwerte für die Auswertung in Winkelwerte $\theta$ und für die Wellenbandanalyse (NBO-Noten)						
Planéité longitudinale: valeurs de réception pour l'exploitation en valeurs d'angle $W$ et pour l'analyse par bandes d'ondes (notes NBO)						
Abnahmwerte Valeurs de réception	$V_{max}$	Winkelwerte Valeurs d'angle		Wellenbandanalyse NBO Analyse par bandes d'ondes NBO		
		$S_w$ 0,3...6 m	$W_{max}$ 0,3...6 m	NBO_PO 0,7...2,8 m	NBO_MO 2,8...11,3 m	NBO_GO 11,3...45 m
Neubau oder Gesamterneuerung des Oberbaus <i>Construction nouvelle ou renouvellement complet de la chaussée</i>	> 80 km/h	( $\leq 1,4$ )	( $\leq 10$ )	$\geq 7$	$\geq 7$	$\geq 8^{1)}$
	60...80 km/h	( $\leq 1,8$ )	( $\leq 14$ )	$\geq 7$	$\geq 7$	$\geq 7^{1)}$
	$\leq 50$ km/h	( $\leq 2,2$ )	( $\leq 14$ )	$\geq 6$	$\geq 6$	–
Deckschichterneuerung <i>Renouvellement couche de roulement</i>	> 80 km/h	$\leq 1,4$	$\leq 10$	$\geq 6^{2)}$	$\geq 7^{3)}$	–
	60...80 km/h	$\leq 1,8$	$\leq 14$	$\geq 5^{2)}$	$\geq 6^{3)}$	–
	$\leq 50$ km/h	$\leq 2,2$	$\leq 14$	$\geq 5^{2)}$	–	–
Erneuerung von 2 bis 3 Asphalt-schichten <i>Renouvellement de 2 à 3 couches en enrobé bitumineux</i>	> 80 km/h	( $\leq 1,4$ )	( $\leq 10$ )	$\geq 6^{4)}$	$\geq 7^{4)}$	–
	60...80 km/h	( $\leq 1,8$ )	( $\leq 14$ )	$\geq 6^{4)}$	$\geq 6^{4)}$	–
	$\leq 50$ km/h	$\leq 2,2$	$\leq 14$	$\geq 6^{4)}$	$\geq 6^{4)}$	–

( $\leq \dots$ ) Gültig nur für die kurzen Wellen (PO)

<sup>1)</sup> Für Einbaulänge  $\geq 1000$  m

<sup>2)</sup> Maximale Verbesserung der Note mit dem Einbau: + 2

<sup>3)</sup> Wenn Note vor Massnahme mindestens gleich hoch ist

<sup>4)</sup> Maximale Verbesserung der Note mit dem Einbau: + 3

**Tab. 4**

Längsebenheit: Abnahmwerte für die Auswertung in Winkelwerte  $W$  und für die Wellenbandanalyse (NBO-Noten)

( $\leq \dots$ ) Valable seulement pour les petites ondes (PO)

<sup>1)</sup> Pour longueur de pose  $\geq 1000$  m

<sup>2)</sup> Amélioration maximale de la note après pose: + 2

<sup>3)</sup> Si note avant travaux au moins égale

<sup>4)</sup> Amélioration maximale de la note après pose: + 3

**Tab. 4**

Planéité longitudinale: valeurs de réception pour l'exploitation en valeurs d'angle  $W$  et pour l'analyse par bandes d'ondes (notes NBO)

# Situation normative en suisse

## VSS-40525 Caractéristiques de surface des chaussées – Exigences

- Mesure de réception recommandée des bandes de longueurs d'onde
  - En fonction du genre et du nombre de couches posées

Abnahmemessung der Längsebenheit: empfohlene Auswertung der standardisierten Wellenlängenbänder unter Berücksichtigung der Art und Anzahl der erneuerten Schichten und der signalisierten Höchstgeschwindigkeit Mesure de réception de la planéité longitudinale: exploitation recommandée des bandes de longueurs d'ondes standardisées en fonction du genre et du nombre de couches renouvelées et de la vitesse maximale signalisée				
Abnahmemessungen Mesures de réception	V <sub>max</sub>	Wellenlängenbänder Bandes de longueurs d'ondes		
		PO 0,7...2,8 m	MO 2,8...11,3 m	GO 11,3...45 m
Art und Anzahl der erneuerten Schichten Genre et nombre des couches renouvelées				
Neubau oder Gesamterneuerung des Oberbaus Nouvelle construction ou renouvellement complet de la chaussée	> 80 km/h	✓	✓	✓
	60...80 km/h	✓	✓	✓ <sup>1)</sup>
	≤ 50 km/h	✓	(✓)	
Deckschichtenerneuerung Renouvellement de la couche de roulement	Alle Toute	✓		
Erneuerung von 2 bis 3 Asphaltsschichten Renouvellement de 2 à 3 couches en enrobé bitumineux	Alle Toute	✓	✓ <sup>2)</sup>	

- ✓ Auswertung empfohlen
- (✓) Auswertung optional
- ✓<sup>1)</sup> Empfohlen für V<sub>max</sub> = 80 km/h
- ✓<sup>2)</sup> Empfohlen für V<sub>max</sub> > 60 km/h

**Tab. 2**  
Abnahmemessung der Längsebenheit: empfohlene Auswertung der standardisierten Wellenlängenbänder unter Berücksichtigung der Art und Anzahl der erneuerten Schichten und der signalisierten Höchstgeschwindigkeit

- ✓ Exploitation recommandée
- (✓) Exploitation optionnelle
- ✓<sup>1)</sup> Recommandé pour V<sub>max</sub> = 80 km/h
- ✓<sup>2)</sup> Recommandé pour V<sub>max</sub> > 60 km/h

**Tab. 2**  
Mesure de réception de la planéité longitudinale: exploitation recommandée des bandes de longueurs d'ondes standardisées en fonction du genre et du nombre de couches renouvelées et de la vitesse maximale signalisée

# Situation en suisse

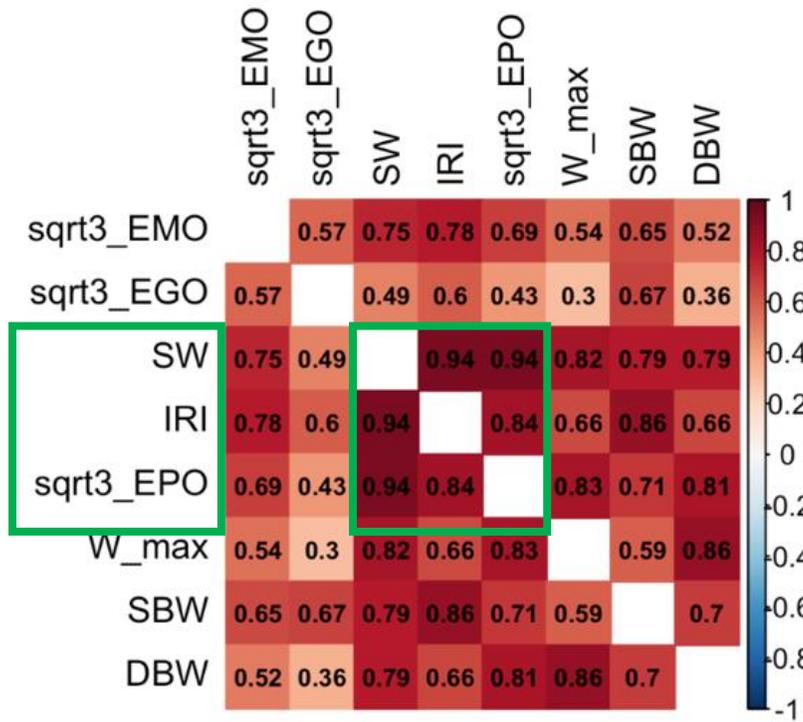
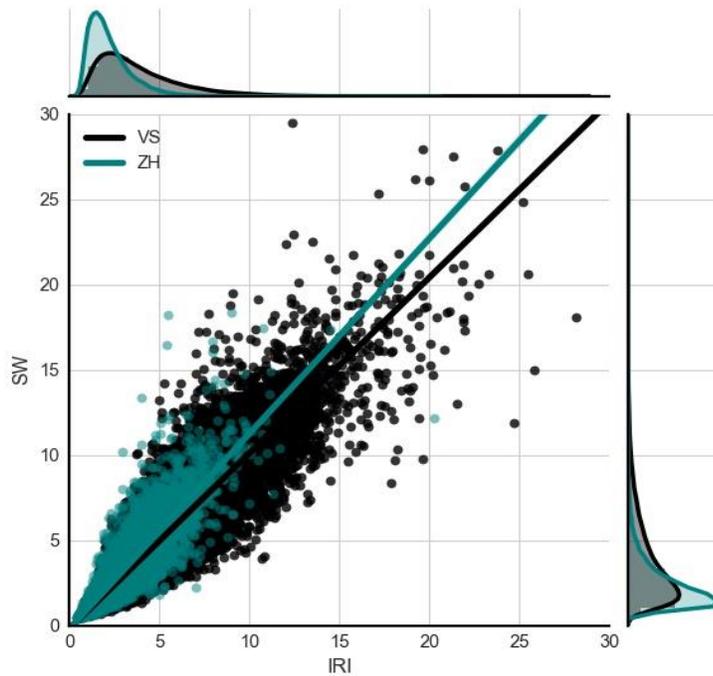
- VSS-40580 Couches de fondation non liées; Exécution et exigences relatives aux couches en place

Niveau et planéité de la surface des couches de fondation non liées, type et étendue des contrôles		
Niveau en fonction de la position des bordures ou de l'axe		Tous les 10 m
Planéité	Longitudinale Transversale	Une mesure par 200 m <sup>2</sup> de surface de la couche de fondation

Tab. 4  
Niveau et planéité de la surface des couches de fondation non liées, type et étendue des contrôles

- Des conventions différentes pour le contrôle de niveau de la planéité peuvent être conclues entre le maître de l'ouvrage et l'entrepreneur

# Corrélation entre sw et IRI



## Planéité longitudinale : Exigences et indices d'état à partir des méthodes d'exploitation européennes

Längsebenheit: Anforderungen und Zustandsindex gemäss europäischen Auswertungsmethoden

Longitudinal unevenness: Requirements and state index for the European methods

Nibuxs Sàrl  
 Parisa Rosset, Ing. civil, dr ès science KTH  
 Jacques Perret, Ing. civil, dr ès science EPF  
 Mehdi Ould-Henia, Ing. civil, dr ès science EPF  
 Marc Delaby, Ing. civil EPF

Infralab SA  
 Robert Braber, Ing. Dipl. HTS  
 Anthony Gautier, Ing. dipl. INSA

IMP Bautest AG  
 Carsten Frey, Dipl.-Ingenieur (BA)

Projet de recherche VSS 2016/322 sur demande de l'Association suisse des professionnels de la route et des transports (VSS)

Mai 2020

1674

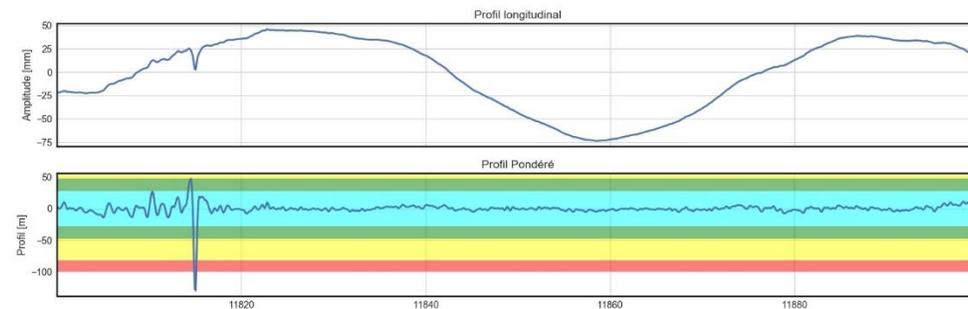
- ~3700 km de différentes routes cantonales



# Exemples pratiques

# Détection de défauts de surface à partir des indicateurs d'uni longitudinal

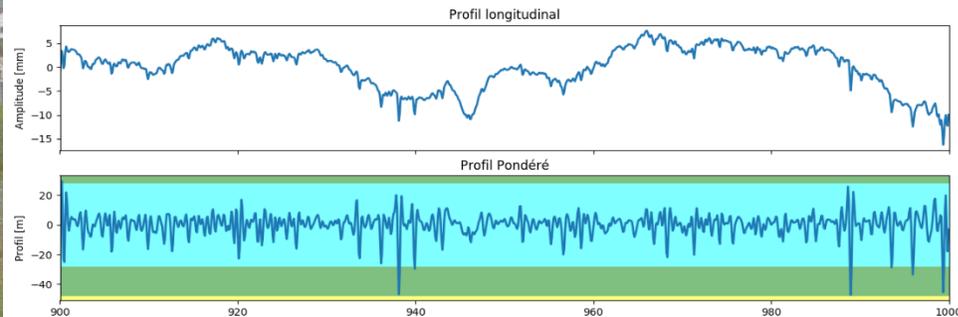
## Joint de pont



IRI	SW	Wmax	NPO	NMO	NGO	SBW	DBW
1.5	1.2	24.3	8.8	7.9	4.9	7.2	101.6

# Détection de défauts de surface à partir des indicateurs d'uni longitudinal

## Fissures de surface



IRI	SW	Wmax	NPO	NMO	NGO	SBW	DBW
2	2.7	15.3	5	8.5	10	8.7	92.5

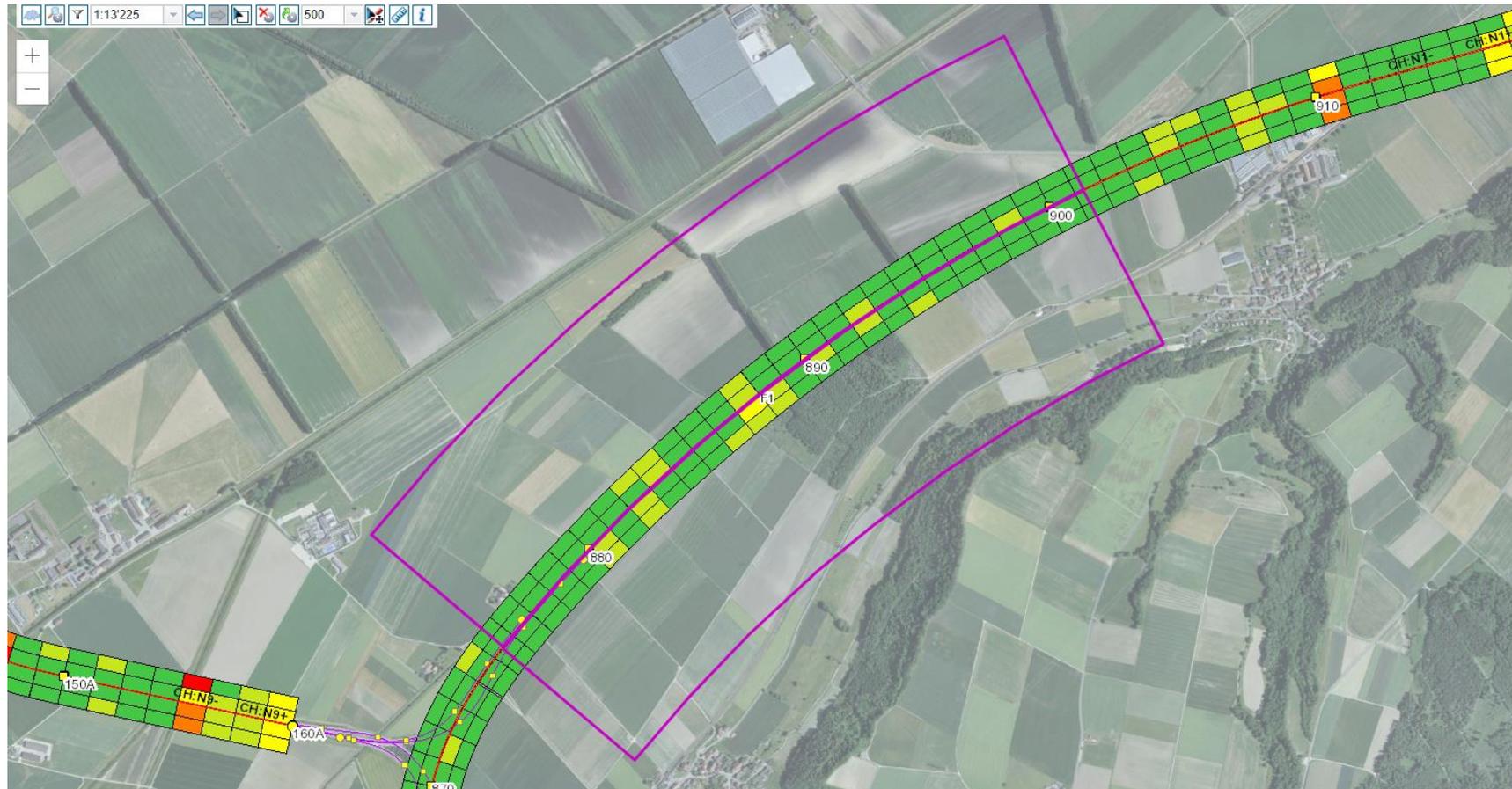
# Détection de défauts de surface à partir des indicateurs d'uni longitudinal

## Cas de dégradations très avancé

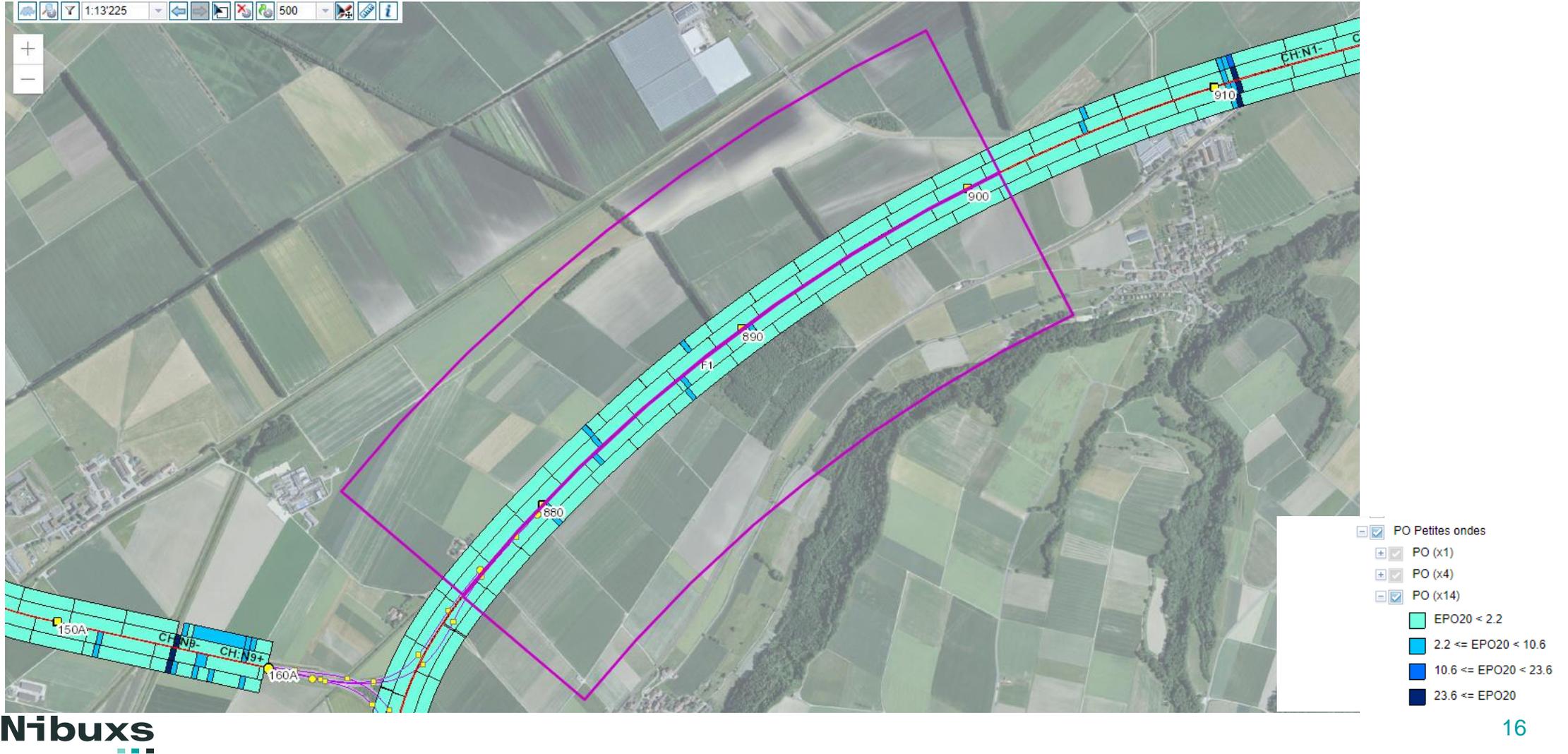


IRI	SW	Wmax	NPO	NMO	NGO	SBW	DBW
9.8	10.2	44.3	1.2	0.3	0.4	23,2	188.9

# Déformations grandes ondes, sensibles en véhicule



# Déformations grandes ondes, sensibles en véhicule

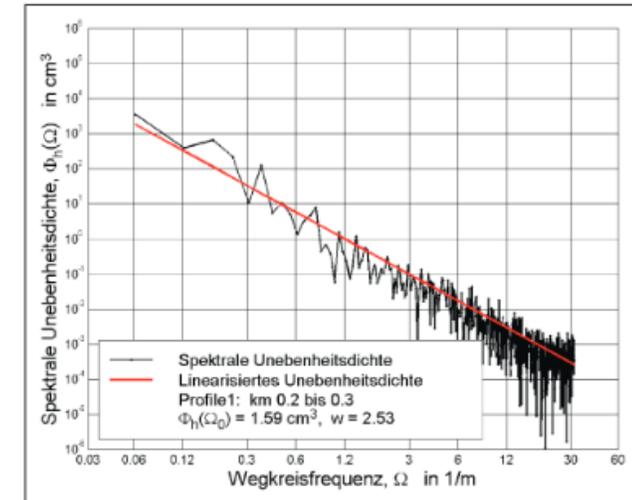
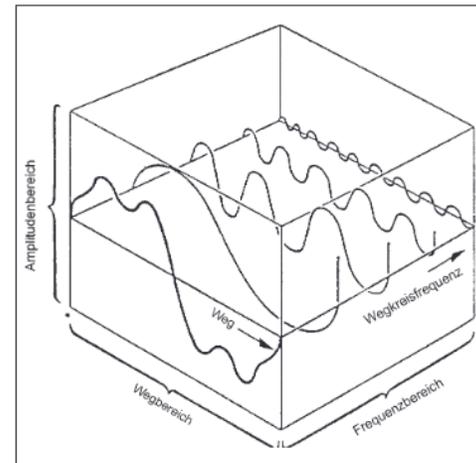


# Déformations grandes ondes, sensibles en véhicule

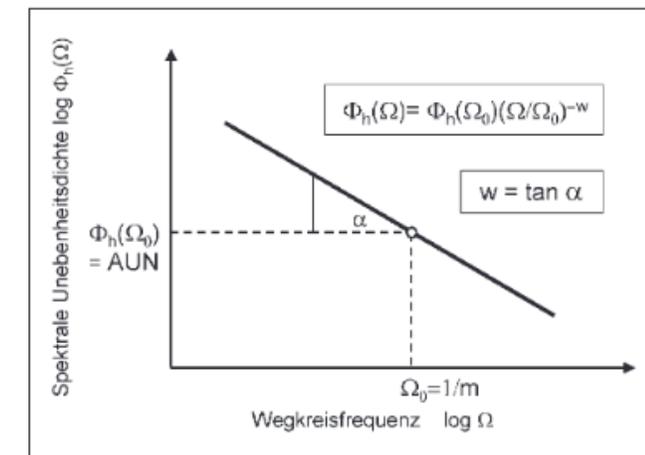


# Densité Spectrale de Puissance (DSP)

- Répartition de la puissance (importance) d'un signal par nombre d'onde



- Pas normalisé selon EN
  - ISO 8608:1995



# Déformations périodiques

- **Renouvellement** de deux couches d'enrobés (2 x 4 cm)
- **Le défaut** est détecté sur une distance de 5 km
- **Présence d'une sinusoïde** détectable sur le profil longitudinal
- **Toutes les notes (PO/MO/GO)** sont comprises entre 9 et 10

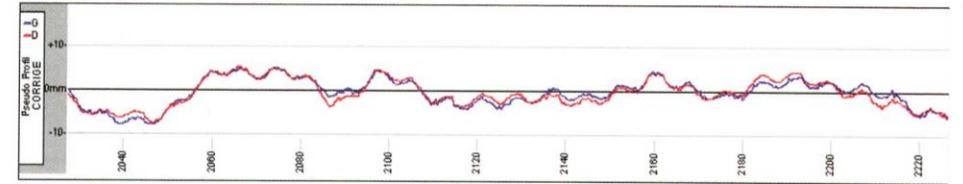


Figure 19 : Déficit périodique (sens sinusoïdal) d'amplitude faible

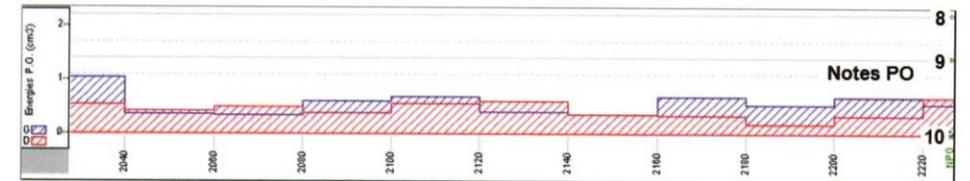


Figure 20 : Variation des énergies en PO

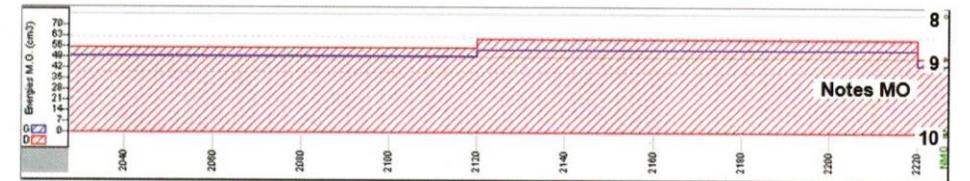


Figure 21 : Variation des énergies en MO

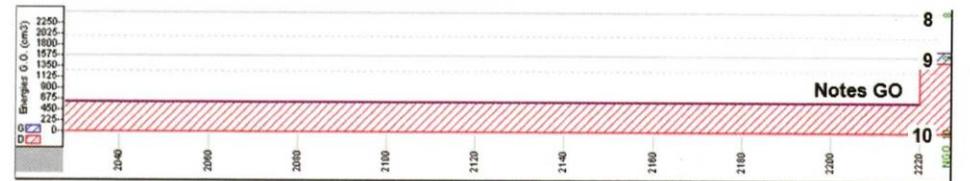
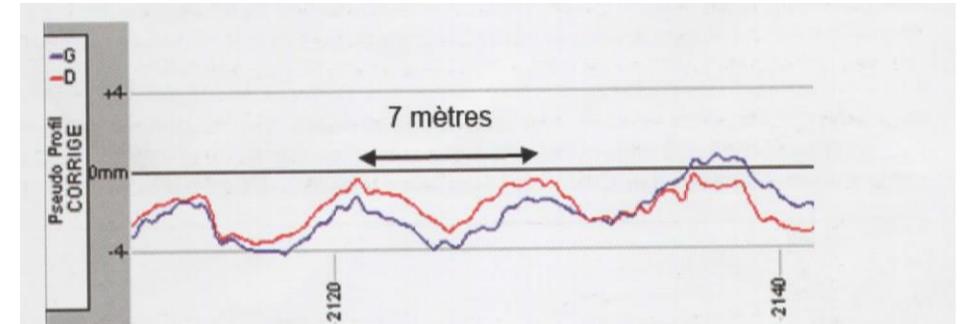
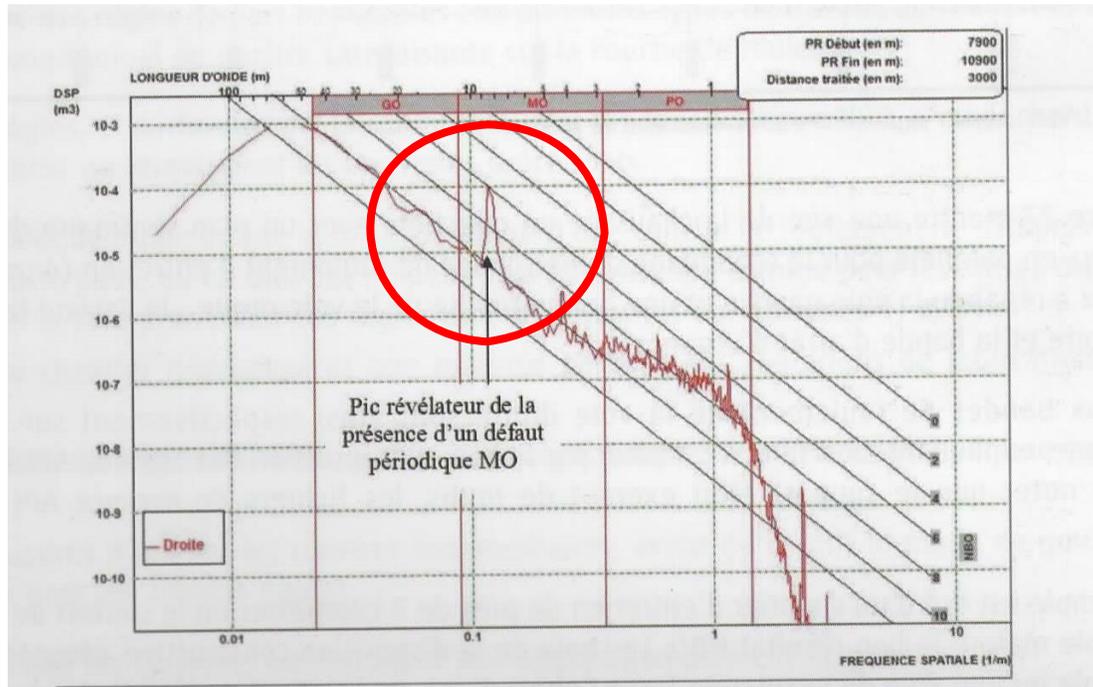


Figure 22 : Variation des énergies en GO

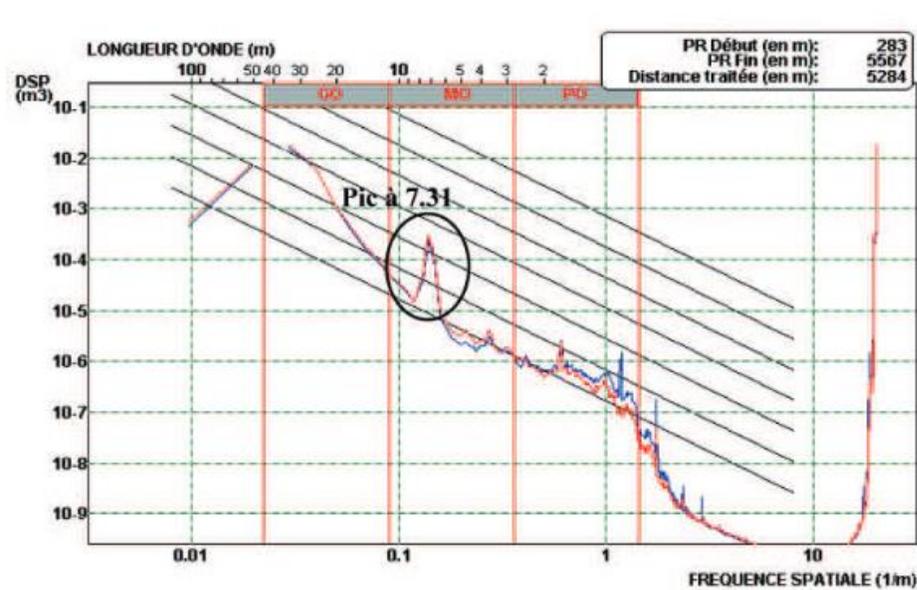
# Déformations périodiques

- Très faible amplitude (plage de plus au moins 2 millimètres)

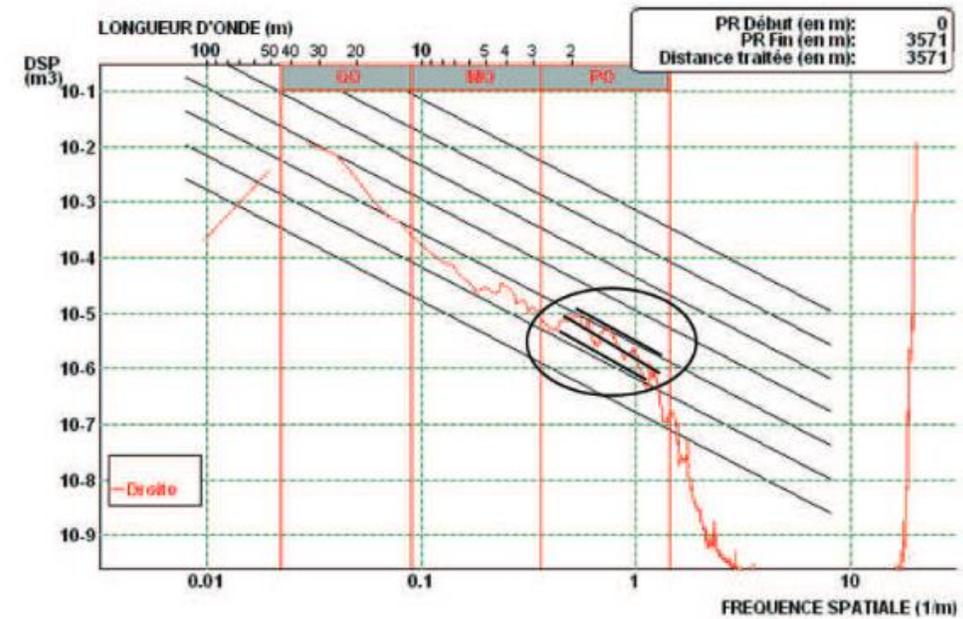


Uni longitudinal – état de l'art et recommandations – Cerema - 2014

# Quantification des défauts à la pose DSP



Défaut de répannage



Défaut dû à l'effet du compactage

# Conclusions

- **Le profil longitudinal** contient beaucoup plus d'informations qu'un simple indice (comme l'I2).
- **Les indices** sont particulièrement utiles pour l'évaluation de l'état à l'échelle du réseau
- Pour **le contrôle de la mise en œuvre** ou la détection de défauts spécifiques, l'analyse de la répartition des longueurs d'onde apporte une précision supplémentaire

Parisa.rossel@nibuxs.ch

Nibuxs sàrl · Chemin du Croset 9 · 1024 Écublens  
T. +41 21 550 95 32 · nibuxs.ch



MATÉRIAUX



DIMENSIONNEMENT  
ET STRUCTURES



RELEVÉ D'ÉTAT  
ET GESTION DE L'ENTRETIEN

**Nibuxs**

Ingénieurs en infrastructures de transport

