



Influence du trafic et des mesures d'entretien sur la qualité des revêtements phono-absorbants

JERI 2019

12.11.2019

Erik Bühlmann

Un vrai plus pour l'homme et l'environnement

Contenu

1. Introduction
2. Effets du trafic
3. Influence des mesures de nettoyage
4. Influence du micro-fraisage
5. Synthèse

Introduction

Obligation légale en matière de protection contre le bruit

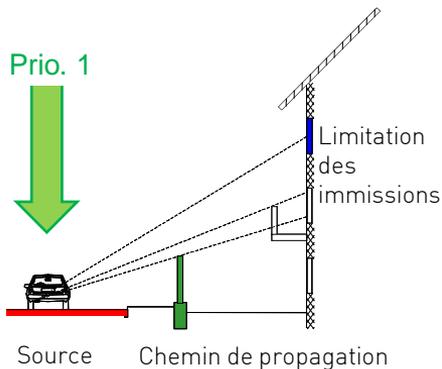
Règles de la LPE et de l'OPB (Aperçu, très simplifié):

1



Principe de causalité

2



Prioriser les mesures à la source

3

Indépendamment des nuisances existantes, limiter dans la mesure que permettent:

- L'état de la technique
- Les conditions d'exploitation
- Le caractère économiquement supportable

Principe de prévention

4

Pour les transformations avec modification notable (augmentation du bruit $\geq 1\text{dB}$)

→ Abaisser les émissions de bruit en-dessous des valeurs limites

Principe de la modification notable

Mesures de protection contre le bruit à la source



Sont disponibles:

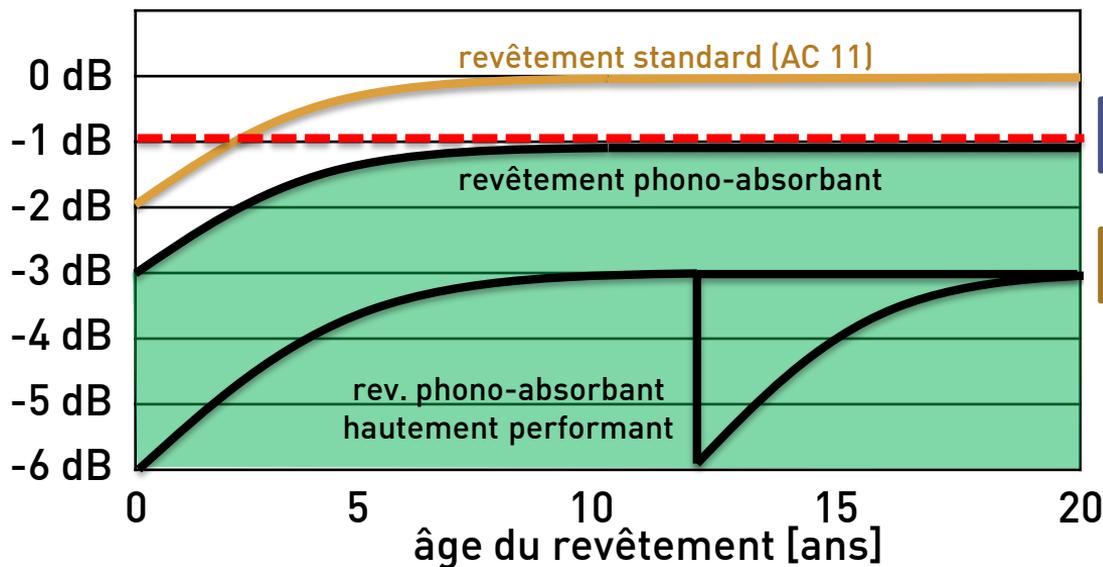
- Réductions de vitesses 
- Mesures de gestion du trafic 
- Revêtements phono-absorbants



Ce que nous attendons d'un revêtement phono-absorbant



“Une **réduction considérable** des émissions sonores pendant **toute sa durée de vie** par rapport à un revêtement standard.”



Quels revê

Produits d'entreprises inclus:

- Nanosoftware 4
- Famsiphonogrip 4
- Sapaphone 4 etc.

Enrobé poreux

- ✓ Perméable
- ✓ Teneur en vide >18%



Seulement à ≥ 80 km/h

- ✓ Perméable, pores accessibles depuis la surface
- ✓ Teneur en vide >18%



Seulement à l'intérieur des localités



Tous les types de routes

Texture optimisée

- ✓ Dense
- ✓ Teneur en vide <8%



Tous les types de routes

Réduction du bruit

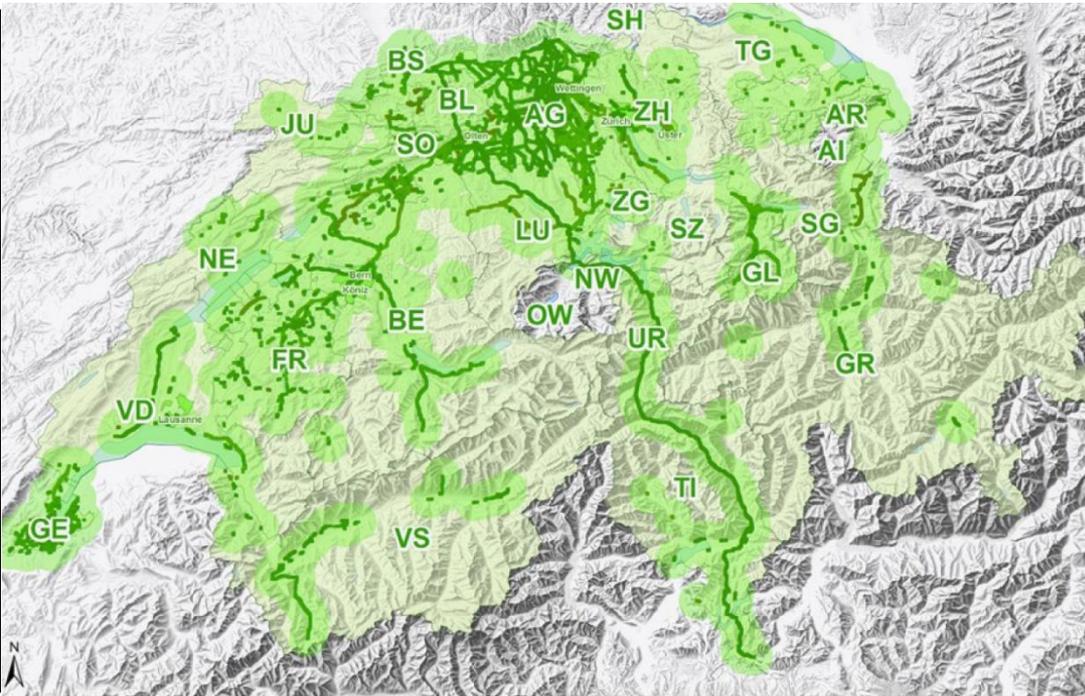
-3 dB

Focus de la recherche en Suisse

Durée de vie

-1 dB

Expériences en matière de revêtements phono-absorbants



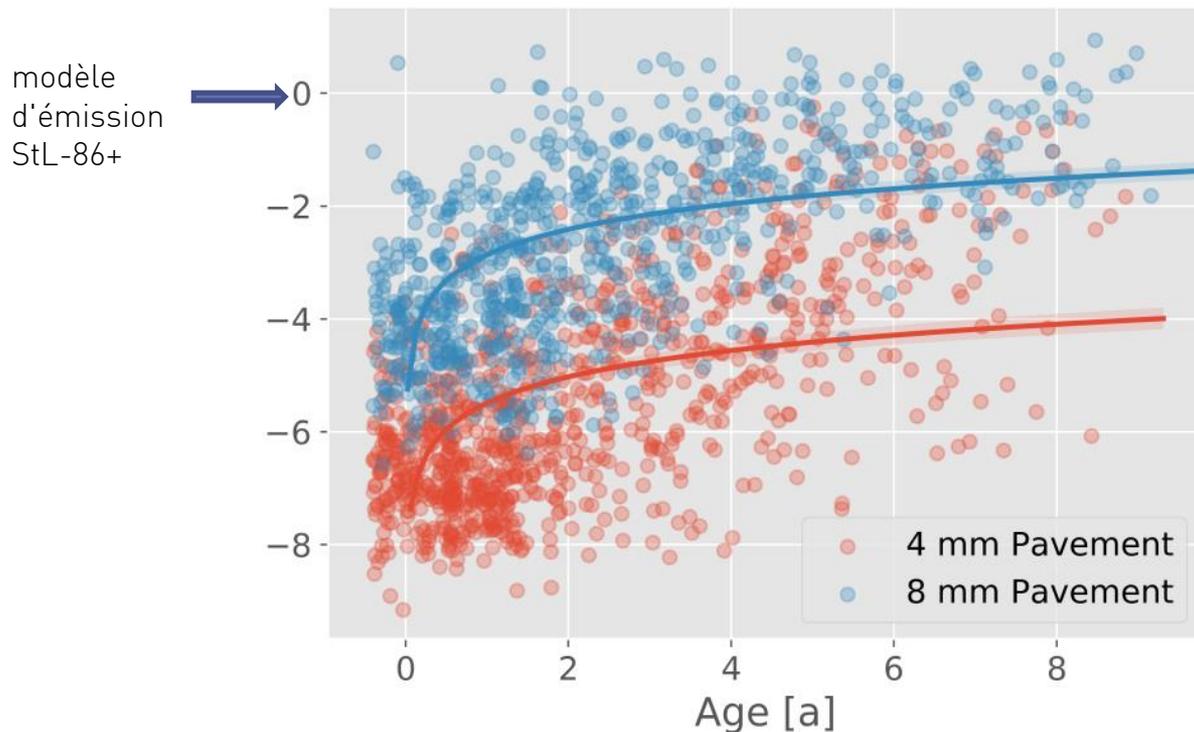
... mesurés par G+P depuis 2008



- 924 revêtements phono-absorbants
- > 2000 mesurages
- > 20'000 km de trajets de mesure dans la base de données

L'expérience acquise permet de tirer des conclusions sur l'optimisation de la durabilité.

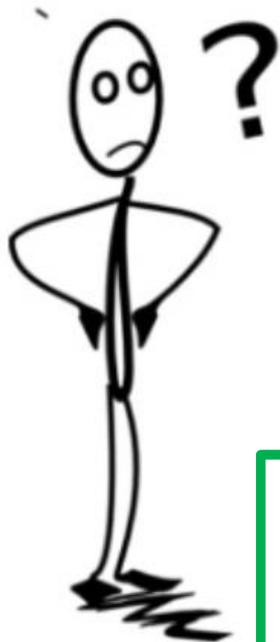
Expériences en matière de revêtements phono-absorbants



→ ≈ AC 11 (2 à 5 ans après la pose)?

→ Solution: déterminer un revêtement de référence indépendamment des modèles d'émission

Comportement acoustique au vieillissement



Facteurs d'influence:

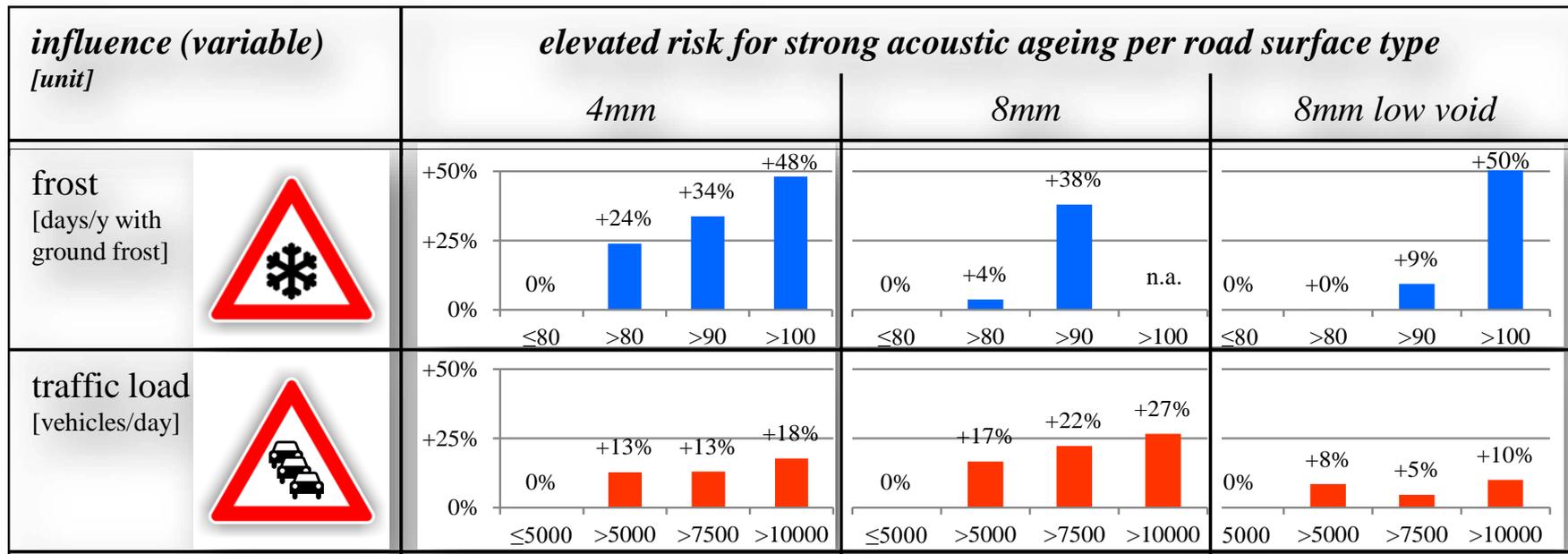
- Technique de construction
 - Matériau, recette, pose (compactage)
 - Qualité de la couche supérieure de la route
- Climat
 - Altitude (choix du liant, contrainte particulière)
 - Influences climatiques (gel, chaleur)
- Utilisation
 - Sollicitation mécanique du trafic
 - Sollicitation mécanique de l'entretien
 - Infiltration de saletés (agriculture, chantiers...)
- Intervention
 - Mesures d'entretien

Focus
de cette
présen-
tation

Effets du trafic

Effets du trafic vs du climat

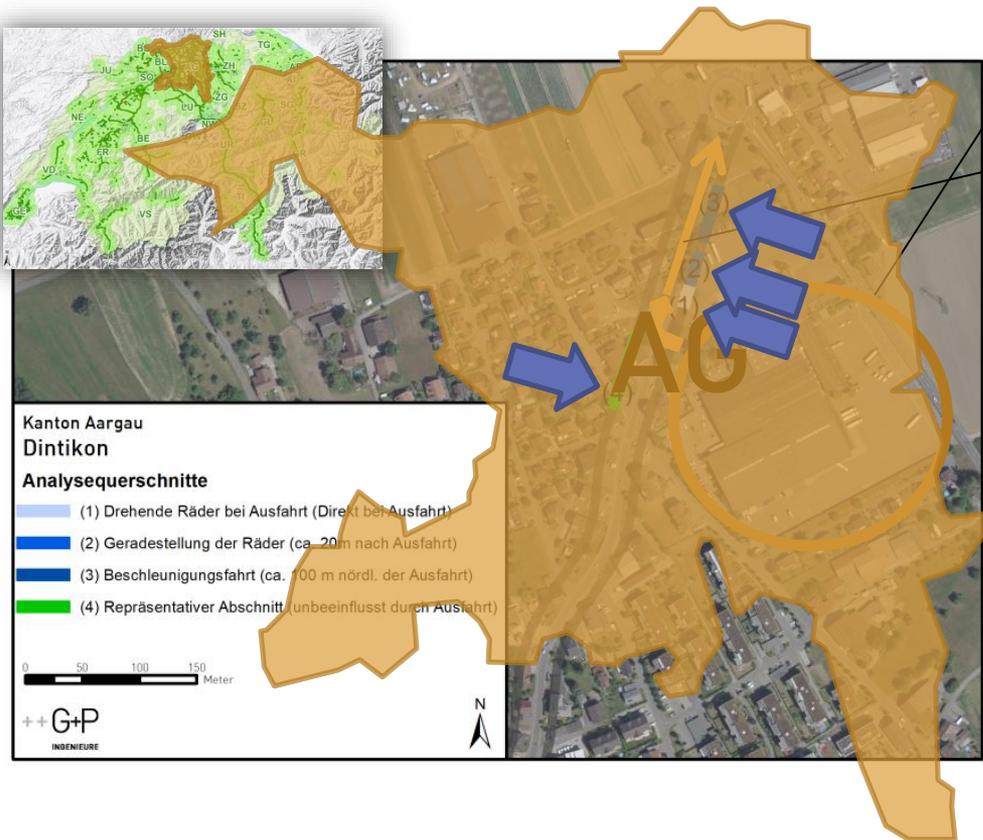
Résultats d'une analyse statistique de 371 revêtements (778 mesures)



Bühlmann et al. 2015

Mais: le nombre de camions joue un plus grand rôle que le volume total de trafic.

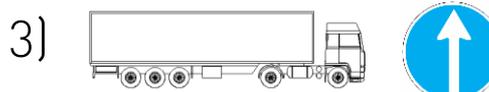
Effets des camions sur un revêtement SDA 4



Centre Post-Logistics

Passage de 200 camions / jour

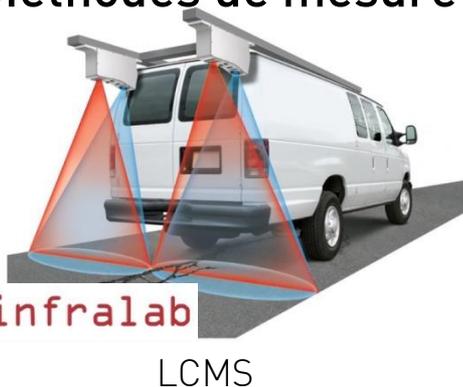
Tronçons analysés:



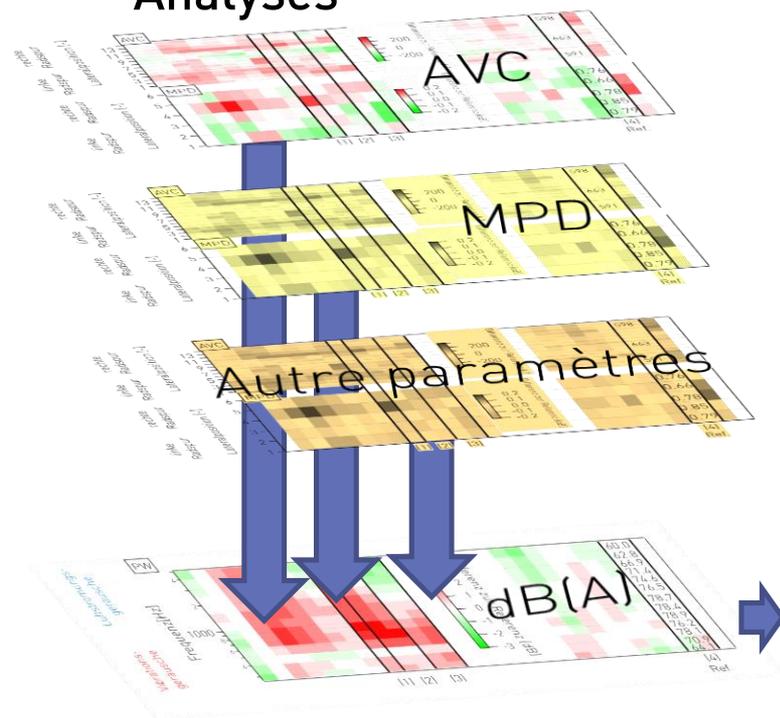
4) Référence (5% camions)

Forecasting of Acoustic Maintenance Effectivity FAME

Méthodes de mesure



Analyses



Résultats

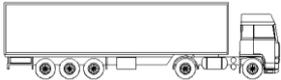
- Perte de grains
- Perte de texture négative
- Bruits dûs à l'écoulement de l'air
- Bruits de vibrations
- Effets globaux de l'acoustique

Forecasting of
Acoustic Maintenance
Effectivity (FAME)

Effets des camions sur un revêtement SDA 4

Effet d'env. **2'000'000 passages de camions**

(Revêtement SDA 4, 4 ans après la pose)

		Arrachement des grains	Teneur en vide	Acoustique
1)	 	plus fort	faible	+2 dB
2)	 	modéré	modérée	+1 dB
3)	 	modéré	bonne	+1 dB
4)	Référence (5% camions)	faible	bonne	0 dB

Effets du trafic sur les revêtements phono-absorbants

Constats

Revêtements phono-absorbants pour des raisons de protection contre le bruit = charge de trafic élevée

- Facteur d'influence **trafic** statistiquement **moins important que le climat**
- **Relation** statistique entre **le comportement acoustique** et les charges de trafic particulières **dans des conditions climatiques extrêmes**
→ fournit des indications pour l'optimisation des matériaux / recettes

Sollicitation mécanique des camions

- **SDA 4 peuvent être utilisés sur des tronçons avec beaucoup de camions** (si la majorité d'entre eux conduisent tout droit)
- **Inclure la perte d'efficacité (pas de changement de revêtement avec les revêtements plus résistants), puisque le phénomène n'est que local**

Nettoyage comme mesure d'entretien

Nettoyage comme mesure d'entretien



Nettoyage comme mesure d'entretien



Nettoyage régulier depuis 2017:

- 3-4 nettoyages par an sur les revêtements phono-absorbants (entièrement)
- Nettoyage après une période de mauvais temps
- 1 passage lavage
- 1 passage lavage et aspiration



Nettoyage test depuis 2018:

- 2 nettoyages par an sur 4 revêtements phono-absorbants
- Nettoyage après une période de mauvais temps
- 3 méthodes testées
- Une seule voie nettoyée à la fois (la voie en sens inverse n'est pas nettoyée pour comparaison)

Mesurages & analyses réalisés

Méthode de mesure

Acoustique



Résistance à l'écoulement de l'air

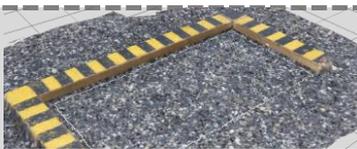


Perméabilité



Vides accessibles

Texture de la couche supérieure

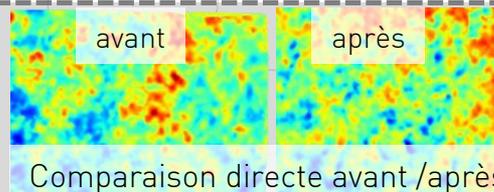
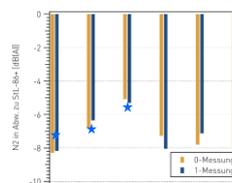


Modèle 3D (photogrammétrique)

Polluants



Analyses



Résultats

- Influence sur l'acoustique
- Bruits dûs à l'écoulement de l'air
- Modification des vides accessibles

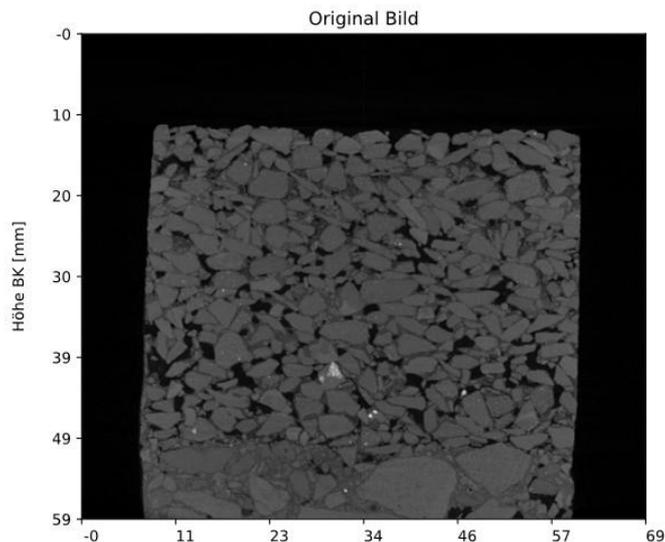
- Perte de grains (qualitative)
 - Polluants dans les eaux usées
- Options pour l'élimination

Méthode d'analyse *Acoustic-Void-Content-Analysis (AVCA)* par G+P

(uniquement canton AG)

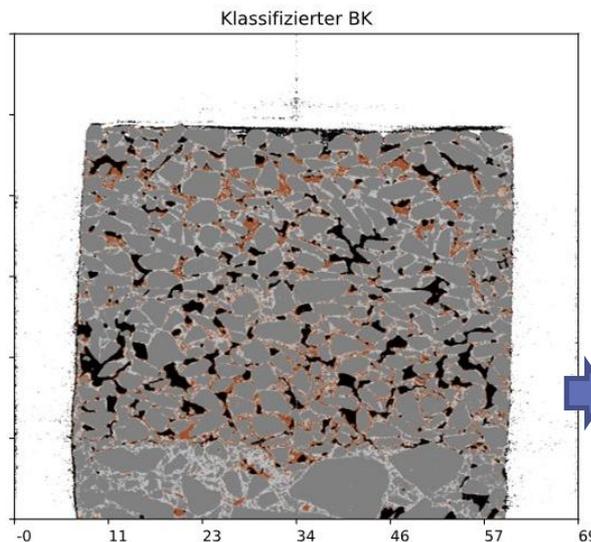
Méthodes de mesure

Carottes CT-Scans



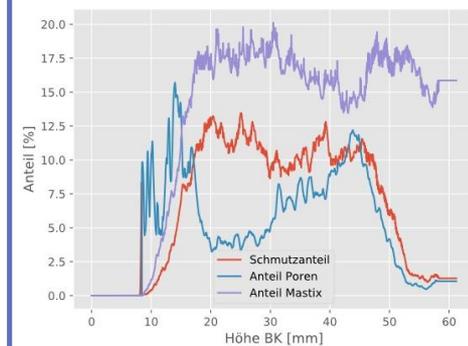
Analyses

Algorithmes de classification d'images
Analyses de trajectoires (vides)



Résultats

→ Quantification de l'effet du nettoyage



Quantification de l'infiltration de saletés & des vides acoustiquement efficaces grâce à AVCA

Infiltration de saletés/ vides accessibles depuis la surface

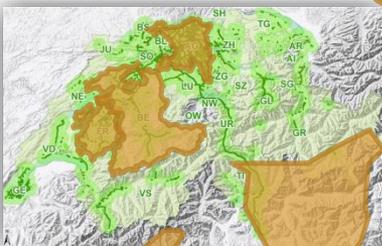
Synthèse – nettoyage comme mesure d'entretien

- A court terme, les **effets** acoustiquement **faibles** du nettoyage **sont mesurables**
→ **Effet à long terme** doit être étudié plus avant.
- Les **dépôts anciens de saletés** sont seulement **partiellement éliminables**
→ **commencer à nettoyer tôt**
- La **saleté près de la surface** est **éliminée avec succès**,
effet local du nettoyage jusqu'à -2.5 dB
→ Nettoyage recommandé **après un apport important de saletés**
- Jusqu'à présent, aucun changement significatif de la **texture** constaté
→ **Observer les effets** sur la texture **à long terme!**
- Les **eaux usées de nettoyage** ne peuvent **pas être directement déversées dans le collecteur.**



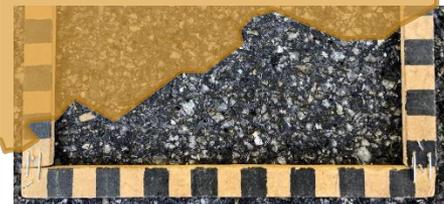
Micro-fraisage comme mesure d'entretien

Micro-fraisage comme mesure d'entretien

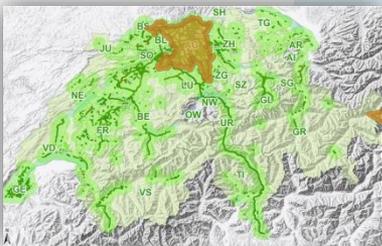


Tests sur 9 revêtements
(15 tronçons) SDA 4
→ **Variation de la
profondeur de
ponçage**

- BE** 1-3 mm
- 3-5 mm
 - 5-7 mm



Micro-fraisage comme mesure d'entretien



Tests sur un revêtement SDA 4

→ Variation de la méthode de ponçage

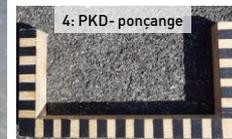
3: Grincement longitudinal 2 mm



2: Grincement de serpe 2mm



4: PKD - ponçage



1: Grincement de serpe avec PKD - ponçage



Mesurages & analyses réalisés

Méthode de mesure

Acoustique



Analyses



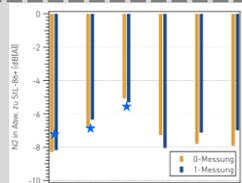
Analyses d'écarts (spectrales)

Résultats

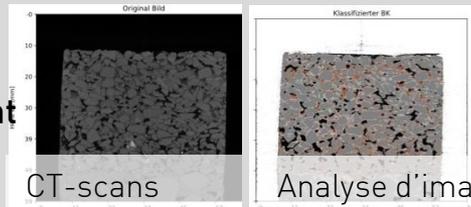
- Influence sur l'acoustique
- Bruits dûs à l'écoulement de l'air

Résistance à l'écoulement de l'air

Vides accessibles

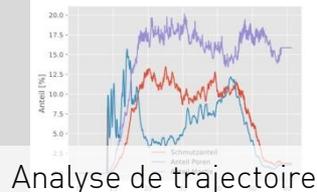


Vides acoustiquement efficaces



CT-scans

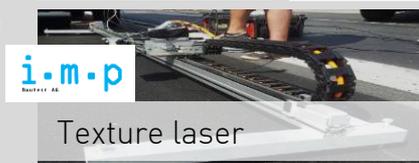
Analyse d'image



Analyse de trajectoire

AVCA:
Acoustic
Void Content
Analysis

Texture de la couche supérieure



Texture laser

- Modification des caractéristiques d'aération
- Modification de vides accessibles
- Modification de la texture de la couche supérieure
- Perte de grains

Les méthodes de micro-fraisage les plus prometteuses

Méthode Réduction du bruit Amélioration Prolongement de la durée de vie

1: Ponçage env. 5 mm



-5 à -7 dB



-2 à -4 dB

* Estimation

2 à 4 ans*

2: Grincement longitudinal 2 mm



-4 dB



-1.5 dB

1 à 2 ans*

3: PKD- ponçage



-3.5 dB



-1 dB

1 an*

Mais: la performance dépend de la qualité et l'état acoustique de la couche supérieur

Conclusions & recommandations

Conclusions

1. Influence du trafic

- Le volume de trafic est statistiquement moins important que le climat.
- Beaucoup de camions qui bifurquent réduisent considérablement l'efficacité acoustique des revêtements phono absorbants.

2. Influence du nettoyage comme mesure d'entretien

- Amélioration légère à court terme, effet à long terme inconnu
 - Grand effet local
- Possibilité de prolonger la durée de vie de 1 à 3 ans??

3. Influence du micro-fraisage comme mesure d'entretien

- Le remplacement de la couche de roulement peut être retardé de 2 à 4 ans.

Conditions sine qua non du succès

1. Minimiser le vieillissement acoustique

- Fabrication et pose Best-practice ①
- Optimiser la zone d'utilisation ①
(choix en fonction du problème de bruit, charge de trafic, altitude, etc.)
- Option nettoyage ②

2. Retarder la date de remplacement grâce à des mesures d'entretien

- Option micro-fraisage ③

Analyses du potentiel et coûts-bénéfices!

