



PCAM 17081  
Route cantonale  
Les Montets – Estavayer

Traversée de Frasses

---

Evaluation de l'effet sur le  
bruit de la limitation de  
vitesse de 50 km/h à  
30 km/h et de la pose d'un  
revêtement phonoabsorbant

Mesurages du bruit routier  
en 2020 et 2021

---

## Rapport final

---

Sur mandats du :

**Canton de Fribourg**  
**Service des ponts et chaussées**  
**Section Projets routiers**  
Rue des Chanoines 17  
1701 Fribourg

**Office fédéral de l'environnement (OFEV)**  
Division Bruit et RNI  
CH-3003 Berne

Date : 09 mai 2022  
Réf. 7013 / RT-DM

## Mentions légales

### Responsabilité

La présente étude a été réalisée sur mandat du canton de Fribourg et de l'OFEV. Seul le mandataire porte la responsabilité de son contenu.

### Mandataire

EcoAcoustique SA, av. de l'Université 24, 1005 Lausanne

### Mandant

Canton de Fribourg, Service des ponts et chaussées, M. Fabrice Collaud, Fribourg

Office fédéral de l'environnement (OFEV), Division Bruit et RNI, Mme Sophie Hoehn, Berne

### Auteurs

Dimitri Magnin, EcoAcoustique SA

Rachel Thomson, EcoAcoustique SA

### Référence

Rapport n° 7013 du 09 mai 2022

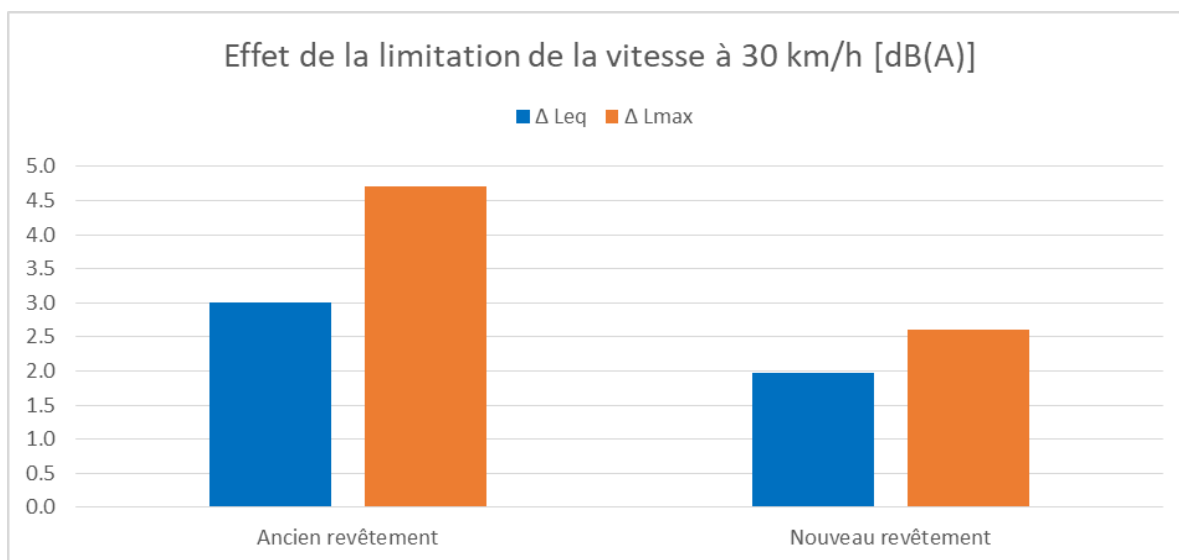
## Tables des matières

|                                                                              |    |
|------------------------------------------------------------------------------|----|
| RESUME                                                                       | 3  |
| 1. INTRODUCTION                                                              | 4  |
| 2. DESCRIPTION DES MESURAGES                                                 | 5  |
| 2.1 Méthodologie de mesurage retenue                                         | 5  |
| 2.2 Paramètres principaux de mesurage                                        | 5  |
| 2.3 Emplacements des mesurages                                               | 6  |
| 2.4 Horaires – conditions météorologiques – revêtements                      | 11 |
| 2.5 Revêtements                                                              | 12 |
| 2.6 Comptages de trafic                                                      | 13 |
| 3. RESULTATS DES MESURAGES (TYPE SEM)                                        | 14 |
| 3.1 Influence des changements de vitesses                                    | 18 |
| 3.2 Influence de la pose du nouveau revêtement                               | 18 |
| 3.3 Effet cumulé de la réduction de vitesse + nouveau revêtement             | 19 |
| 4. RESULTATS DES MESURAGES TYPE SPB (ANALYSE STATISTIQUE)                    | 20 |
| 4.1 Méthode d'analyse                                                        | 20 |
| 4.2 Tableaux récapitulatifs                                                  | 22 |
| 5. COMPARAISON AVEC LE CADASTRE DU BRUIT ROUTIER                             | 25 |
| 5.1 Calendrier                                                               | 25 |
| 5.2 Méthode                                                                  | 25 |
| 5.3 Résultats et analyses                                                    | 25 |
| 6. METHODE GENERALE D'EVALUATION DE L'EFFET « 30 KM/H »                      | 26 |
| 6.1 Mesurages de tronçons à 30 km/h en Suisse                                | 26 |
| 6.2 Effet théorique du 30 km/h selon le modèle de calcul sonROAD18           | 29 |
| 6.2.1 Effet de la limitation à 30 km/h                                       | 31 |
| 6.2.2 Effets cumulés de la limitation 30 km/h et du changement de revêtement | 32 |
| 6.3 Comparaison entre mesurages et modèle sonROAD18                          | 33 |
| 6.4 Méthode d'évaluation                                                     | 36 |
| 7. CONCLUSIONS                                                               | 38 |
| ANNEXES DANS UN DOCUMENT SÉPARÉ                                              |    |

## RESUME

Des mesurages du bruit du trafic routier ont été réalisés le long de la route cantonale sur le territoire de la commune des Montets à Frasses dans le but de déterminer l'effet sur le bruit des réductions de vitesse, de la pose d'un revêtement phonoabsorbant et de l'effet combiné de ces deux mesures.

Pour le secteur qui a fait l'objet de la réduction de vitesse de 50 km/h à 30 km/h, la diminution moyenne du bruit est de 3.0 dB(A) avec une baisse de la vitesse moyenne des véhicules de 15 km/h avec l'ancien revêtement. Avec le nouveau revêtement, la réduction du bruit est de 2.0 dB(A) pour une baisse des vitesses moyennes de 13 km/h.



La pose du nouveau revêtement routier a permis de réduire les niveaux sonores de 4.7 à 6.7 dB(A) par rapport à l'ancien revêtement (valeurs variables selon les emplacements). Les mesurages CPX confirment cette importante réduction du bruit avec une valeur de réduction de 7.0 dB(A).

Pour le point qui a fait l'objet de la réduction de vitesse, l'effet cumulé de la limitation de vitesse de 50 km/h à 30 km/h et de la pose du nouveau revêtement permet de réduire les niveaux sonores moyens de 8.1 dB(A).

En complément, les analyses statistiques ont permis de montrer que la réduction des niveaux de pointe au passage des véhicules (Lmax) est plus importante que la réduction des niveaux sonores moyens. Avec la réduction de la vitesse de 50 km/h à 30 km/h, les niveaux de pointes sont réduits de 4.7 dB(A) pour l'ancien revêtement et de 2.6 dB(A) pour le nouveau revêtement. La pose du nouveau revêtement a permis de réduire les niveaux de pointe de 7.3 dB(A) à une vitesse de 30 km/h et de 9.3 à une vitesse de 50 km/h. Pour l'effet cumulé de ces 2 mesures, les niveaux de pointe ont diminué en moyenne de 12.0 dB(A).

Sur la base des résultats de ces mesurages et en analysant plus en détail les données de plus de 50 tronçons limités à 30 km/h en Suisse, le nouveau modèle de calcul sonROAD18 est recommandé pour estimer l'effet de la baisse de vitesse dans le cas d'une limitation à 30 km/h. Ce modèle permet de déterminer l'effet de cette diminution de vitesse selon différents paramètres (réduction effective de la vitesse, type de revêtement, taux de véhicules bruyants...) ainsi que les effets cumulés de cette limitation de vitesse avec la pose d'un nouveau revêtement.

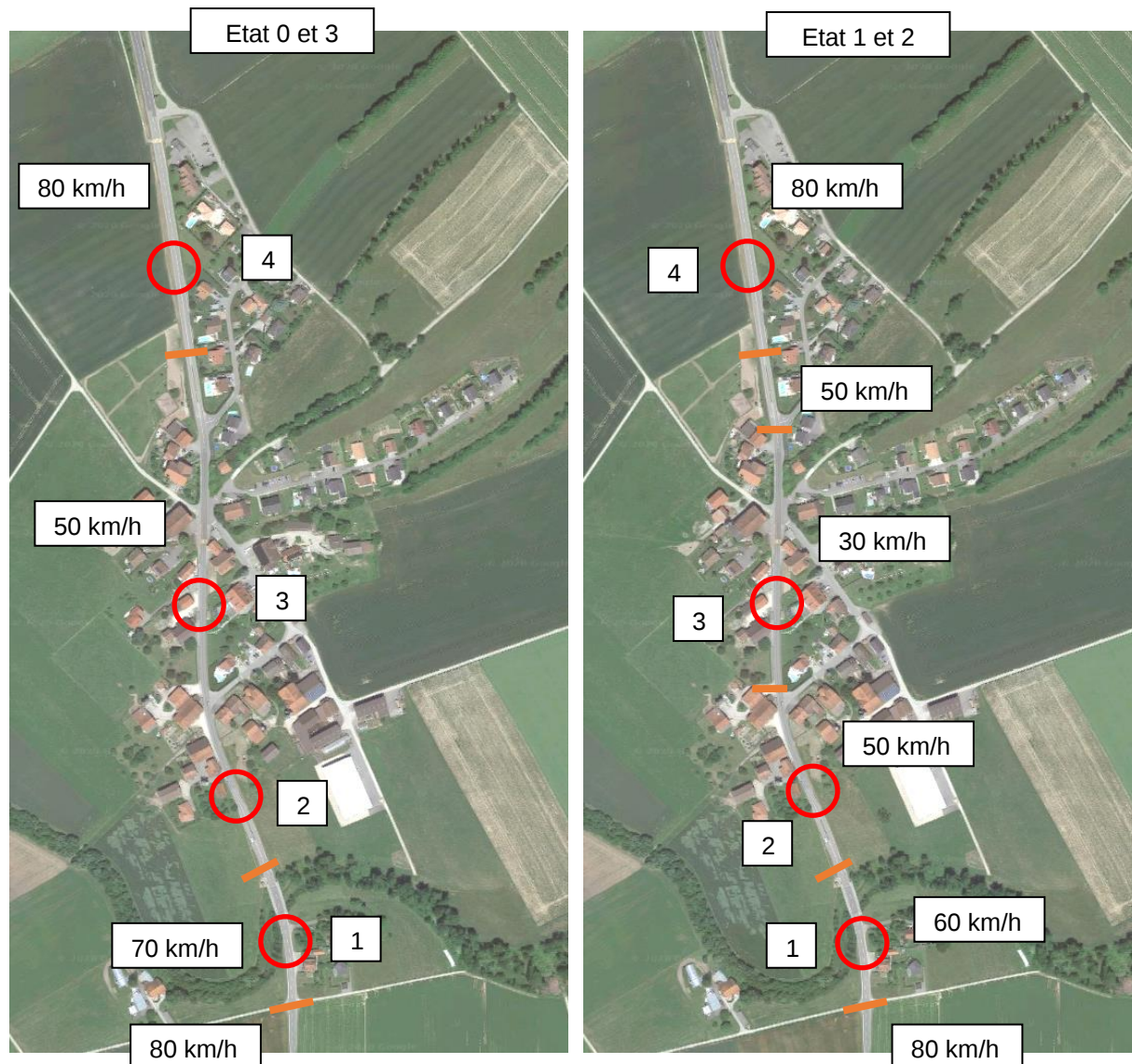
## 1. INTRODUCTION

A la demande du Service des ponts et chaussées du canton de Fribourg, nous avons réalisé des mesurages du bruit du trafic routier sur le territoire de la commune des Montets à Frasses dans le but de **déterminer l'effet sur le bruit des limitations de vitesse, de la pose d'un revêtement phonoabsorbant et de l'effet combiné de ces deux mesures.**

Les mesurages ont été effectués en 4 étapes :

| Etat initial 0     | Etat 1 et 1bis*                        | Etat 2                                            | Etat 3                             |
|--------------------|----------------------------------------|---------------------------------------------------|------------------------------------|
| Situation initiale | Avec limitation de vitesses uniquement | Avec limitation de vitesses et nouveau revêtement | Avec nouveau revêtement uniquement |
| Juillet 2020       | Août 2020<br>et Avril 2021             | Septembre 2021                                    | Octobre 2021                       |

\* : suite à un problème technique sur les comptages de trafic, la campagne de l'état 1 a été répétée en avril 2021 (campagne 1bis).



*Emplacements des points de mesurages (1, 2, 3 et 4) et des limitations de vitesses à Frasses*

## 2. DESCRIPTION DES MESURAGES

### 2.1 Méthodologie de mesure retenue

La procédure adoptée est celle recommandée par l'OFEV et l'OFROU, soit la « Méthode de mesure par échantillonnage (SEM) » telle que décrite dans la « Notice technique concernant le mesure des qualités acoustiques des revêtements de route » UV-0637-annexe 1c du 28.06.2006.

En complément, une analyse selon la méthode SPB (méthode statistique au passage) est prévue pour analyser les niveaux sonores par véhicule (niveau sonore moyen  $L_{eq}$ , niveau sonore de pointe  $L_{max}$  et niveau d'exposition  $L_{AE}$ ).

Les caractéristiques phoniques d'un revêtement juste après sa pose sont relativement particulières, ce qui justifie en général de ne pas faire de mesures avant une période de « rodage » du revêtement de plusieurs mois à une année. Pour des raisons de planning, les mesures des phases 2 et 3 ont été réalisées 1 mois et 2 mois après la pose du nouveau revêtement SDA4. Les résultats de ces phases peuvent être entachés d'un léger biais du fait que les mesures ont été effectuées directement après la pose.

### 2.2 Paramètres principaux de mesure

En conformité à la méthode SEM, les conditions suivantes ont été respectées :

- mesures de manière synchrone par échantillons de 1 minute :
  - o niveau moyen équivalent  $L_{eq}$  ;
  - o comptage, pour chacun des sens de circulation, des véhicules par catégories N1 (véhicules légers, minibus, véhicules de livraison) et N2 (poids-lourds, cars, trains routiers, motos, véhicules agricoles) permettant d'obtenir le taux de véhicules bruyants  $N2/(N1+N2)$ .
- si possible 500 véhicules au total pour chacun des sens de circulation, condition qui ne peut être remplie que de jour sur les routes avec un trafic important ( $TJM > 10'000$  véh/j).
- relevés de la température du revêtement routier.
- relevés de la vitesse de l'ensemble des véhicules.
- sonomètres intégrateurs de classe 1 (appareil Norsonic 140) avec microphones à une hauteur de 2.0 mètres au-dessus de la chaussée (appareils calibrés avant et après chaque période de mesures par un calibre Brüel & Kjaer 4231 et homologués par le METAS).
- suppression des échantillons avec bruits perturbateurs.

En supplément à la méthode SEM :

- mesurages du bruit pendant 24 heures afin de documenter des conditions de circulation différentes, en particulier par rapport à la vitesse des véhicules et au taux de véhicules bruyants.

Les descripteurs utilisés sont :

- Le niveau sonore moyen de référence  $L_{eq\ ref}$  [dB(A)] qui est obtenu à partir du niveau sonore moyen mesuré ( $L_{eq}$ ) et corrigé pour tenir compte des trafics journaliers moyens de référence (sans correction par rapport à la vitesse des véhicules), soit un TJM de 4700 véh/h avec 8 % de véhicules bruyants et une température de 20°C
- le niveau sonore maximum au passage des véhicules ( $L_{max}$  en dB(A)) déterminé pour chaque passage de véhicules sur la base des mesurages SPB
- le niveau d'exposition LAE [dB(A)] par véhicule (aussi désigné dose de bruit SEL). Il est déterminé à partir du niveau  $L_{Aeq}$  obtenu par mesurage en tenant compte de la durée de passage du véhicule (méthode SPB) ou du trafic horaire (méthode SEM) :

$$L_{AE} = L_{Aeq} + 10 \times \log(t[s]) \text{ avec } t : \text{durée du mesurage (= durée du passage du véhicule)}$$

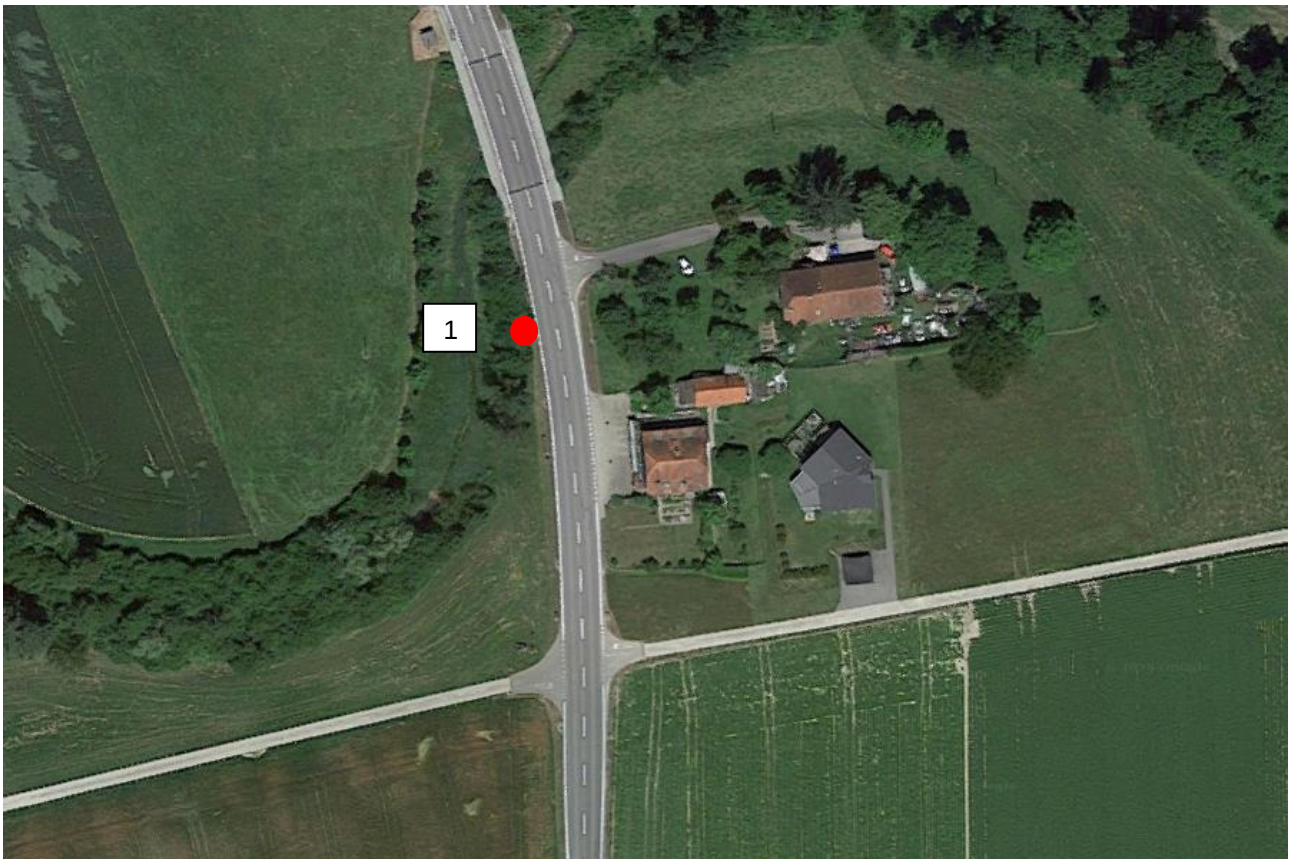
$$L_{AE} = L_{Aeq} - 10 \times \log(3600 \times N[\text{véh/h}]) = L_{Aeq} - 10 \times \log(N[\text{véh/h}]) - 35.6$$

### 2.3 Emplacements des mesurages

Etant donné la configuration des tronçons routiers (route en traversée de village avec constructions de part et d'autre de la route), les microphones de mesurage ont été placés selon les emplacements à une distance située entre 4.0 m et 5.3 m de l'axe des voies de la route et à une hauteur de 2.0 m au-dessus du niveau de la chaussée. Les emplacements des points de mesurages sont détaillés sur les plans et photos en pages suivantes.

**Point 1 :**

- Coordonnées :
  - coord. CH1903+/LV95 : 2'556'188 / 1'185'927, alt. 470.3 m
- Route cantonale Les Montets - Estavayer
- Trafic routier MGI : TJM 4'500 véhicules par jour (année 2020)
- Vitesse autorisée : mesurages états 0 et 3 – 70 km/h / mesurages états 1 et 2 – 60 km/h
- Largeur chaussée : 7.2 mètres
- Distance entre microphone et axe de la chaussée : 5.1 mètre
- Tronçon assez rectiligne, pente faible (< 3%)
- Réflexions : aucune



*Vue point de mesure 1 (compteur trafic et sonomètre)*

**Point 2 :**

- Coordonnées :
  - coord. CH1903+/LV95 : 2'556'138 / 1'186'080, alt. 473.3 m
- Route cantonale Les Montets - Estavayer
- Trafic routier MGI : TJM 4'800 véhicules par jour (année 2020)
- Vitesse autorisée : mesurages états 0, 1, 2 et 3 – 50 km/h
- Largeur chaussée : 7.2 mètres
- Distance entre microphone et axe de la chaussée : 5.2 mètres
- Tronçon rectiligne, pente faible (< 3%)
- Réflexions : aucune



*Vue point de mesure 2 (sonomètre et compteur trafic)*

**Point 3 :**

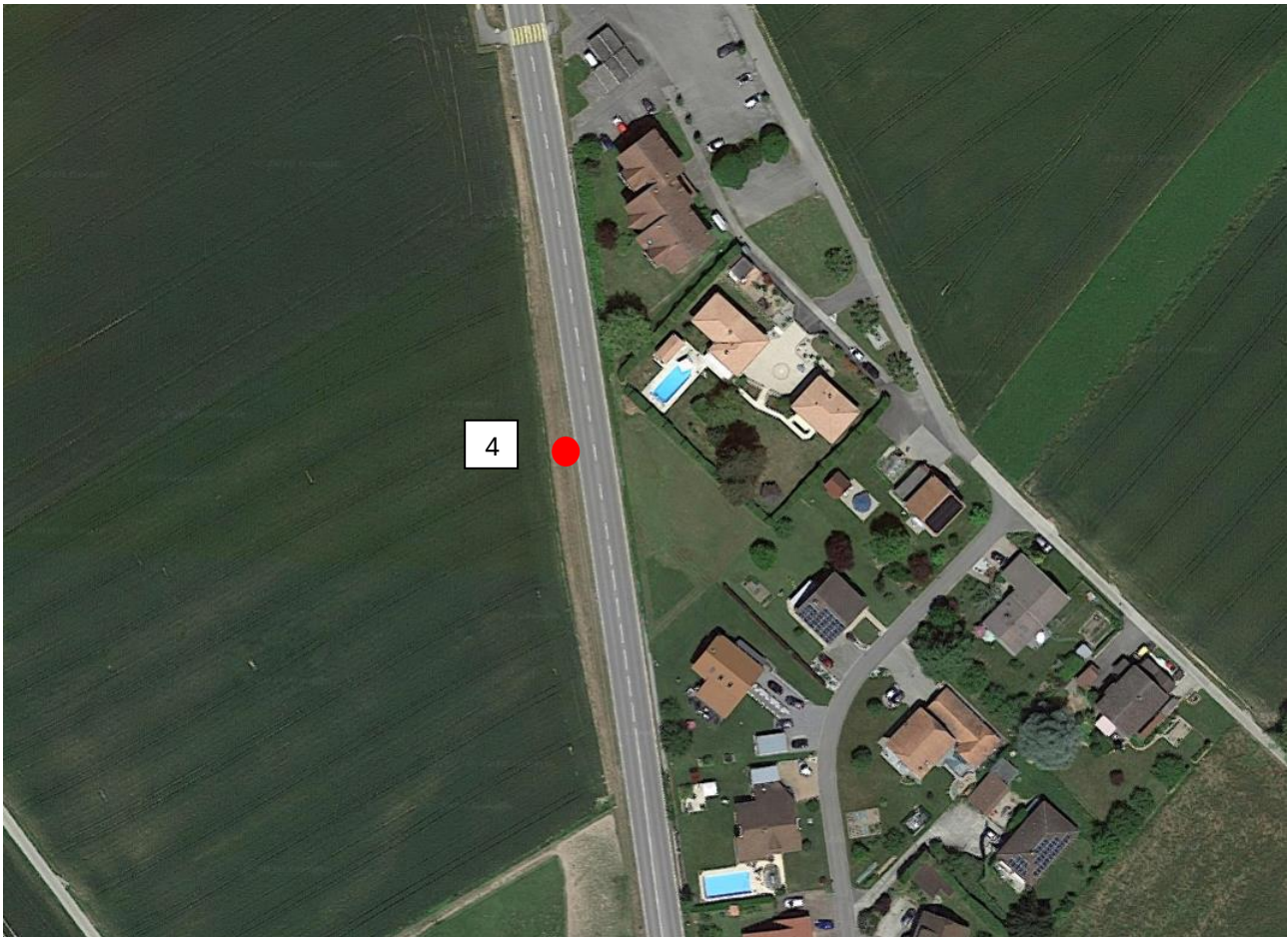
- Coordonnées :
  - coord. CH1903+/LV95 : 2'556'116 / 1'186'290, alt. 479.9 m
- Route cantonale Les Montets - Estavayer
- Trafic routier MGI : TJM 4'700 véhicules par jour (année 2020)
- Vitesse autorisée : mesurages états 0 et 3 – 50 km/h / mesurages états 1 et 2 – 30 km/h
- Largeur chaussée : 7.2 mètres
- Distance entre microphone et axe de la chaussée : 4.0 mètres
- Tronçon rectiligne, pente faible (< 3%)
- Réflexions : aucune



*Vue point de mesure 3 (sonomètre et compteur trafic)*

**Point 4 :**

- Coordonnées :
  - coord. CH1903+/LV95 : 2'556'081 / 1'186'611, alt. 482 m
- Route cantonale Les Montets - Estavayer
- Trafic routier MGI : TJM 4'500 véhicules par jour (année 2020)
- Vitesse autorisée : mesurages état 0, 1, 2 et 3 – 80 km/h
- Largeur chaussée : 7.2 mètres
- Distance entre microphones et axe de la chaussée : 5.3 mètres
- Tronçon rectiligne, sans pente
- Réflexions : aucune



*Vue point de mesure 4 (compteur trafic et sonomètre)*

## 2.4 Horaires – conditions météorologiques – revêtements

Les conditions météorologiques durant les périodes de mesurages étaient les suivantes :

### Mesurages état 0 – juillet 2020

- |                          |                                               |
|--------------------------|-----------------------------------------------|
| - 09-10.07.2020 (24h) :  | ciel dégagé, pas de vent                      |
| température revêtement : | entre 15°C de nuit et 30°C de jour            |
| points mesurés           | 1 et 2                                        |
|                          |                                               |
| - 20-21.07.2020 (24h) :  | ciel dégagé, pas de vent                      |
|                          | court épisode pluvial (de 6h à 8h15 le 21.07) |
| température revêtement : | entre 15°C de nuit et 30°C de jour            |
| points mesurés           | 3 et 4                                        |

### Mesurages état 1 – août 2020

- |                          |                                                             |
|--------------------------|-------------------------------------------------------------|
| - 19-20.08.2020 (24h) :  | ciel dégagé, pas de vent                                    |
| température revêtement : | entre 15°C de nuit et 30°C de jour                          |
| points mesurés           | 1, 2, 3 et 4                                                |
| bruits perturbateurs     | vols militaires (3 passages à environ 8h35, 10h50 et 11h45) |

### Mesurages état 1bis – avril 2021

- |                          |                                                            |
|--------------------------|------------------------------------------------------------|
| - 19-20.04.2021 (24h) :  | ciel dégagé, pas de vent                                   |
| température revêtement : | entre 5°C de nuit et 30°C de jour                          |
| points mesurés           | 1 et 2                                                     |
| bruits perturbateurs     | vols militaires (1 passage à environ 10h35)                |
|                          |                                                            |
| - 26-27.04.2021 (24h) :  | ciel dégagé, pas de vent                                   |
| température revêtement : | entre 5°C de nuit et 30°C de jour                          |
| points mesurés           | 3 et 4                                                     |
| bruits perturbateurs     | vols militaires (3 passages à environ 8h30, 8h40 et 10h45) |

### Mesurages état 2 – septembre 2021

- |                          |                                                                     |
|--------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| - 02-03.09.2021 (24h) :  | ciel dégagé, pas de vent                                            |
| température revêtement : | entre 5°C de nuit et 20°C de jour                                   |
| points mesurés           | 1 et 2                                                              |
| bruits perturbateurs     | vols militaires (1 passage à environ 9h10)                          |
|                          |                                                                     |
| - 13-14.09.2021 (24h) :  | ciel dégagé, pas de vent                                            |
| température revêtement : | entre 5°C de nuit et 20°C de jour                                   |
| points mesurés           | 3 et 4                                                              |
| bruits perturbateurs     | vols militaires (4 passages à environ 14h35, 14h50, 15h10 et 20h15) |

**Mesurages état 3 – octobre 2021**

|                                |                                                                                                                                                                                                                                          |
|--------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| - <b>08-09.10.2021 (24h) :</b> | ciel dégagé, pas de vent                                                                                                                                                                                                                 |
| température revêtement :       | entre 0°C de nuit et 15°C de jour                                                                                                                                                                                                        |
| points mesurés                 | 3 et 4                                                                                                                                                                                                                                   |
| bruits perturbateurs           | vols militaires (2 passages à environ 14h00 et 10h55)                                                                                                                                                                                    |
| trafic routier                 | trafic plus faible et taux de véhicules bruyants inférieur car<br>mesurages décalés à vendredi-samedi en raison de la<br>météo. Les valeurs de trafic sont plus faibles et présentent<br>une composition différente des jours de semaine |
| - <b>14-15.10.2021 (24h) :</b> | ciel dégagé, pas de vent                                                                                                                                                                                                                 |
| température revêtement :       | entre 0°C de nuit et 15°C de jour                                                                                                                                                                                                        |
| points mesurés                 | 1 et 2                                                                                                                                                                                                                                   |
| bruits perturbateurs           | vols militaires (3 passages à environ 8h15, 8h45 et 14h20)                                                                                                                                                                               |

La référence pour la température de revêtement routier est de 20°C. La constante de correction conforme aux recommandations de l'OFROU et l'OFEV est de  $-0.03 \text{ dB(A)/}^{\circ}\text{C}$ . Comme les mesurages ont été effectués pendant 24 heures, il existe une variation de température entre le jour et la nuit (variation d'env. 15 à 25° C entre les valeurs extrêmes de jour et de nuit selon les conditions météorologiques). Il n'est pas possible de corriger les valeurs mesurées en continu pour tenir compte de ces variations de température. Par conséquent, aucune correction de température n'a été apportée aux mesurages.

A titre d'information, les périodes avec les températures les plus opposées présentent une différence de 15°C (par exemple entre l'état 0 et l'état 3) ce qui induirait au maximum une correction de 0.45 dB(A).

**2.5 Revêtements**

Le type de revêtement avant le changement n'est pas précisé, il n'y a pas non plus d'indication sur son année de pose. Il s'agit du revêtement en place lors des états 0, 1 et 1bis.

Le nouveau revêtement posé en été 2021 (30.07.21) est un SDA4. C'est le revêtement pour les mesurages des états 2 et 3, effectués un et deux mois après sa pose.

Le bureau Grolimund a effectué des mesurages du revêtement avant et après son changement. Les mesurages avant indiquent une déviation par rapport à STL-86+ de -0.6 dB(A) pour un trafic mixte à 50 km/h. Avec le nouveau revêtement en place, les mesurages indiquent une déviation par rapport à STL-86+ de -7.6 dB(A), soit une augmentation globale de 7.0 dB(A) par rapport au modèle de calcul.

## 2.6 Comptages de trafic

Simultanément et de manière synchrone aux mesurages acoustiques, des comptages du trafic ont été effectués par le bureau MGI, avec comptages séparés des véhicules par catégories (voitures, motos, camionnettes, poids lourds et trains routiers) et mesurages de la vitesse pour chaque sens de trafic. Leurs résultats (voir tableau résumé ci-dessous) sont basés sur les valeurs moyennes obtenues sur la base de comptages d'une durée d'une semaine.

|                                                  |           | Point 1    | Point 2    | Point 3    | Point 4         |
|--------------------------------------------------|-----------|------------|------------|------------|-----------------|
| TJM<br>(véh/j)                                   | Etat 0    | 4500       | 4800       | 4700       | (4000) *        |
|                                                  | Etat 1    | 4400       | 4400       | 4600       | 4400            |
|                                                  | Etat 1bis | 4200       | 4300       | 4700       | 4700            |
|                                                  | Etat 2    | 4000       | 4400       | 4200       | 4400            |
|                                                  | Etat 3    | 4300       | 4300       | 4300       | 4300            |
| V50 jour / nuit<br>(km/h)                        | Etat 0    | 69 / 68    | 48 / 48    | 46 / 46    | 64 / 64         |
|                                                  | Etat 1    | 64 / 65    | 43 / 44    | 31 / 32    | 60 / 60         |
|                                                  | Etat 1bis | 69 / 69    | 46 / 46    | 30 / 30    | 61 / 62         |
|                                                  | Etat 2    | 60 / 61    | 48 / 48    | 31 / 32    | 61 / 61         |
|                                                  | Etat 3    | 64 / 65    | 47 / 48    | 45 / 46    | 63 / 63         |
| V85 jour / nuit<br>(km/h)                        | Etat 0    | 75 / 78    | 53 / 55    | 50 / 52    | 71 / 74         |
|                                                  | Etat 1    | 71 / 75    | 48 / 50    | 36 / 42    | 67 / 70         |
|                                                  | Etat 1bis | 76 / 80    | 51 / 54    | 34 / 38    | 68 / 73         |
|                                                  | Etat 2    | 68 / 71    | 54 / 56    | 39 / 42    | 73 / 74         |
|                                                  | Etat 3    | 72 / 74    | 53 / 54    | 50 / 52    | 74 / 75         |
| Taux de véhicules<br>bruyants jour / nuit<br>(%) | Etat 0    | 8.1 / 13.9 | 8.3 / 10.2 | 8.4 / 5.3  | (18.1 / 14.4) * |
|                                                  | Etat 1    | 8.8 / 4.4  | 8.9 / 6.0  | 9.1 / 4.5  | 8.2 / 5.6       |
|                                                  | Etat 1bis | 10.0 / 5.2 | 8.9 / 4.4  | 8.8 / 6.2  | 8.8 / 5.8       |
|                                                  | Etat 2    | 10.5 / 6.9 | 8.6 / 5.3  | 9.4 / 8.0  | 8.6 / 7.2       |
|                                                  | Etat 3    | 9.2 / 4.3  | 8.7 / 4.0  | 8.9 / 11.0 | 9.3 / 10.3      |
| Répartition jour / nuit<br>(%)                   | Etat 0    | 92 / 8     | 92 / 8     | 92 / 8     | 92 / 8          |
|                                                  | Etat 1    | 93 / 7     | 90 / 10    | 93 / 7     | 93 / 7          |
|                                                  | Etat 1bis | 94 / 6     | 94 / 6     | 94 / 6     | 94 / 6          |
|                                                  | Etat 2    | 93 / 7     | 93 / 7     | 93 / 7     | 93 / 7          |
|                                                  | Etat 3    | 94 / 6     | 94 / 6     | 93 / 7     | 93 / 7          |

\* : Lors de la campagne de mesurages de l'état 0 (juillet 2020), des problèmes de comptages ont été rencontrés au point 4. Les résultats pour ce point ne sont donc que partiels. Les valeurs indiquées correspondent à la période de mesurages du bruit. La valeur de TJM est trop faible et les % VB jour et nuit sont trop élevés par rapport aux tronçons voisins (période de mesurage identique).

Lors de la campagne de mesurages de l'état 1 (août 2020), des anomalies ont aussi été constatées dans les résultats des comptages de trafic (absence de données pour le point 3 pendant les mesurages de bruit, point le plus intéressant correspondant au tronçon passant de 50 km/h à 30 km/h). C'est la raison pour laquelle la campagne avec les conditions de l'état 1 a été reconduite en avril 2021 afin de pouvoir comparer des résultats complets.

### 3. RESULTATS DES MESURAGES (TYPE SEM)

Les résultats sont synthétisés dans les tableaux suivants et les graphiques en annexes. Les valeurs de trafic mentionnées ci-dessous correspondent aux périodes de mesurages de bruit (24h). Les valeurs entre parenthèses correspondent aux périodes où les données trafic ne sont que partielles ou incertaines.

Les évolutions temporelles des niveaux sonores pendant toute la durée des mesurages figurent en annexe 1 (état 0), en annexe 2 (état 1), en annexe 3 (état 1bis), en annexe 4 (état 2) et en annexe 5 (état 3) avec indication des périodes avec des bruits perturbateurs (chaussée mouillée, passages d'avions).

Les annexes 6 (état 0), 7 (état 1), 8 (état 1bis), 9 (état 2) et 10 (état 3) montrent les corrélations entre les niveaux sonores mesurés et les valeurs calculées (selon le modèle STL-86) pour chacun des 4 emplacements. Ces graphiques ont été établis pour 2 configurations : l'ensemble des périodes de mesurage (colonne de gauche) et uniquement les périodes sans véhicules bruyants (colonne de droite).

Les graphiques en annexe 11 permettent de comparer pour chacun des emplacements les niveaux sonores mesurés à l'état 0, à l'état 1, à l'état 1bis, à l'état 2 et à l'état 3 pour l'ensemble des périodes de mesurage.

#### Point 1

|      |                        | Etat 0      | Etat 1      | Etat 1bis   | Etat 2      | Etat 3      |
|------|------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|      | Vitesse légale [km/h]  | 70          | 60          | 60          | 60          | 70          |
|      |                        |             |             |             |             |             |
| 24h  | Vmoy [km/h]            | 68.5        | 64.6        | 69.7        | 61.3        | 64.4        |
|      | TJM [veh/j]            | 4785        | 4519        | 4460        | 4259        | 4950        |
|      | %VB                    | 8.4         | 9.5         | 11.3        | 10.9        | 10.6        |
|      | Durée [min]            | 1177        | 1188        | 994         | 1129        | 1385        |
|      | Leq mesuré [dB(A)]     | 69.4        | 69.0        | 69.7        | 62.5        | 64.8        |
|      | <b>Leq ref [dB(A)]</b> | <b>68.5</b> | <b>68.1</b> | <b>68.0</b> | <b>61.3</b> | <b>63.8</b> |
|      |                        |             |             |             |             |             |
| Jour | Vmoy [km/h]            | 68.2        | 64.2        | 69.5        | 60.8        | 64.1        |
|      | TJM [veh/j]            | 5509        | 5040        | 4938        | 4702        | 5468        |
|      | %VB                    | 8.7         | 9.8         | 11.6        | 11.2        | 10.8        |
|      | Durée [min]            | 942         | 1001        | 856         | 965         | 1196        |
|      | Leq mesuré [dB(A)]     | 70.0        | 69.5        | 70.2        | 62.9        | 65.3        |
|      | Leq ref [dB(A)]        | 67.9        | 67.6        | 67.7        | 60.9        | 63.3        |
|      |                        |             |             |             |             |             |
| Nuit | Vmoy [km/h]            | 69.5        | 66.7        | 70.7        | 64.4        | 65.8        |
|      | TJM [veh/j]            | 1884        | 1726        | 1492        | 1653        | 1632        |
|      | %VB                    | 5.6         | 5.1         | 5.5         | 7.3         | 7.5         |
|      | Durée [min]            | 235         | 187         | 138         | 164         | 187         |
|      | Leq mesuré [dB(A)]     | 65.3        | 64.7        | 64.4        | 57.9        | 58.2        |
|      | Leq ref [dB(A)]        | 67.2        | 67.2        | 67.2        | 59.8        | 60.2        |

**Point 2**

|      |                        | <b>Etat 0</b> | <b>Etat 1 *</b> | <b>Etat 1bis</b> | <b>Etat 2</b> | <b>Etat 3</b> |
|------|------------------------|---------------|-----------------|------------------|---------------|---------------|
|      | Vitesse légale [km/h]  | 50            | 50              | 50               | 50            | 50            |
|      |                        |               |                 |                  |               |               |
| 24h  | Vmoy [km/h]            | 48.4          | 43.1            | 46.3             | 48.6          | 46.8          |
|      | TJM [veh/j]            | 5059          | 3787            | 4678             | 4625          | 4869          |
|      | %VB                    | 8.6           | 7.9             | 10.0             | 9.2           | 12.0          |
|      | Durée [min]            | 1199          | 640             | 988              | 1147          | 1380          |
|      | Leq mesuré [dB(A)]     | 67.2          | 65.7            | 67.5             | 60.6          | 62.4          |
|      | <b>Leq ref [dB(A)]</b> | <b>66.1</b>   | <b>64.8</b>     | <b>65.8</b>      | <b>59.6</b>   | <b>61.1</b>   |
|      |                        |               |                 |                  |               |               |
| Jour | Vmoy [km/h]            | 48.1          | 42.5            | 46.1             | 48.4          | 46.6          |
|      | TJM [veh/j]            | 5852          | 4704            | 5204             | 5178          | 5397          |
|      | %VB                    | 8.9           | 8.1             | 10.3             | 9.5           | 12.2          |
|      | Durée [min]            | 958           | 442             | 848              | 966           | 1190          |
|      | Leq mesuré [dB(A)]     | 67.9          | 66.6            | 68.0             | 61.2          | 63.0          |
|      | Leq ref [dB(A)]        | 65.4          | 64.3            | 65.4             | 59.1          | 60.6          |
|      |                        |               |                 |                  |               |               |
| Nuit | Vmoy [km/h]            | 49.4          | 44.4            | 47.1             | 49.9          | 47.6          |
|      | TJM [veh/j]            | 1906          | 1740            | 1493             | 1675          | 1563          |
|      | %VB                    | 5.6           | 6.6             | 4.0              | 4.1           | 7.7           |
|      | Durée [min]            | 241           | 198             | 140              | 181           | 190           |
|      | Leq mesuré [dB(A)]     | 62.7          | 62.5            | 62.0             | 55.0          | 55.3          |
|      | Leq ref [dB(A)]        | 64.7          | 64.6            | 65.6             | 58.1          | 57.4          |

\* : données trafic partielles (durée environ 16h entre 17h et 9h)

**Point 3**

|      |                        | <b>Etat 0</b> | <b>Etat 1 *</b> | <b>Etat 1bis</b> | <b>Etat 2</b> | <b>Etat 3 "</b> |
|------|------------------------|---------------|-----------------|------------------|---------------|-----------------|
|      | Vitesse légale [km/h]  | 50            | 30              | 30               | 30            | 50              |
|      |                        |               |                 |                  |               |                 |
| 24h  | Vmoy [km/h]            | 45.9          |                 | 31.2             | 32.4          | 45.7            |
|      | TJM [veh/j]            | 4619          |                 | 4790             | 4635          | 3738            |
|      | %VB                    | 10.0          |                 | 9.9              | 10.0          | 4.5             |
|      | Durée [min]            | 1023          |                 | 1088             | 1225          | 1103            |
|      | Leq mesuré [dB(A)]     | 68.4          |                 | 65.4             | 59.8          | 59.5            |
|      | <b>Leq ref [dB(A)]</b> | <b>66.8</b>   |                 | <b>63.8</b>      | <b>58.7</b>   | <b>60.7</b>     |
|      |                        |               |                 |                  |               |                 |
| Jour | Vmoy [km/h]            | 45.8          |                 | 31.1             | 32.5          | 45.4            |
|      | TJM [veh/j]            | 5249          |                 | 5261             | 5114          | 4182            |
|      | %VB                    | 9.9           |                 | 10.0             | 10.1          | 4.8             |
|      | Durée [min]            | 836           |                 | 946              | 1057          | 901             |
|      | Leq mesuré [dB(A)]     | 68.7          |                 | 65.8             | 60.3          | 60.2            |
|      | Leq ref [dB(A)]        | 66.2          |                 | 63.5             | 58.3          | 60.3            |
|      |                        |               |                 |                  |               |                 |
| Nuit | Vmoy [km/h]            | 46.2          |                 | 31.5             | 32.2          | 47.1            |
|      | TJM [veh/j]            | 1803          |                 | 1654             | 1626          | 1762            |
|      | %VB                    | 11.0          |                 | 7.9              | 6.4           | 1.5             |
|      | Durée [min]            | 187           |                 | 142              | 168           | 202             |
|      | Leq mesuré [dB(A)]     | 66.6          |                 | 60.6             | 54.0          | 53.1            |
|      | Leq ref [dB(A)]        | 67.2          |                 | 62.3             | 56.3          | 57.1            |

\* : données de trafic manquantes

" : mesurages effectués entre vendredi et samedi

**Point 4**

|      |                        | <b>Etat 0 *</b> | <b>Etat 1</b> | <b>Etat 1bis</b> | <b>Etat 2</b> | <b>Etat 3 <sup>□</sup></b> |
|------|------------------------|-----------------|---------------|------------------|---------------|----------------------------|
|      | Vitesse légale [km/h]  | 80              | 80            | 80               | 80            | 80                         |
|      |                        |                 |               |                  |               |                            |
| 24h  | Vmoy [km/h]            | 63.6            | 59.8          | 60.9             | 62.4          | 65.0                       |
|      | TJM [veh/j]            | 4072 *          | 4265          | 4793             | 4794          | 3765                       |
|      | %VB                    | 17.8 *          | 8.7           | 10.1             | 8.9           | 5.1                        |
|      | Durée [min]            | 988             | 1112          | 1091             | 1236          | 1109                       |
|      | Leq mesuré [dB(A)]     | 68.0            | 68.9          | 69.3             | 61.7          | 59.9                       |
|      | <b>Leq ref [dB(A)]</b> | <b>65.4</b>     | <b>68.2</b>   | <b>67.7</b>      | <b>60.8</b>   | <b>60.8</b>                |
|      |                        |                 |               |                  |               |                            |
| Jour | Vmoy [km/h]            | 63.5            | 59.6          | 60.9             | 62.3          | 65.0                       |
|      | TJM [veh/j]            | 4627 *          | 4774          | 5280             | 5312          | 4231                       |
|      | %VB                    | 18.1 *          | 8.9           | 10.2             | 9.1           | 5.4                        |
|      | Durée [min]            | 806             | 926           | 947              | 1061          | 899                        |
|      | Leq mesuré [dB(A)]     | 68.4            | 69.4          | 69.7             | 62.2          | 60.5                       |
|      | Leq ref [dB(A)]        | 64.9            | 67.7          | 67.3             | 60.4          | 60.3                       |
|      |                        |                 |               |                  |               |                            |
| Nuit | Vmoy [km/h]            | 63.6            | 60.4          | 61.0             | 62.8          | 65.3                       |
|      | TJM [veh/j]            | 1614 *          | 1730          | 1595             | 1655          | 1768                       |
|      | %VB                    | 14.4 *          | 5.1           | 7.2              | 5.0           | 2.2                        |
|      | Durée [min]            | 182             | 186           | 144              | 175           | 210                        |
|      | Leq mesuré [dB(A)]     | 65.3            | 64.9          | 64.4             | 55.5          | 55.2                       |
|      | Leq ref [dB(A)]        | 65.8            | 67.3          | 66.5             | 58.2          | 58.6                       |

\* : incertitudes dans les comptages de trafic

□ : mesurages effectués entre vendredi et samedi

**Point 4 avec valeurs corrigées**

|      |                        | <b>Etat 0 **</b> | <b>Etat 1</b> | <b>Etat 1bis</b> | <b>Etat 2</b> | <b>Etat 3</b> |
|------|------------------------|------------------|---------------|------------------|---------------|---------------|
| 24h  | TJM [veh/j]            | 4619 **          |               |                  |               |               |
|      | %VB                    | 10.0 **          |               |                  |               |               |
|      | Durée [min]            | 1023 **          |               |                  |               |               |
|      | <b>Leq ref [dB(A)]</b> | <b>66.5</b>      | <b>68.2</b>   | <b>67.7</b>      | <b>60.8</b>   | <b>60.8</b>   |
| Jour | TJM [veh/j]            | 5249 **          |               |                  |               |               |
|      | %VB                    | 9.9 **           |               |                  |               |               |
|      | Durée [min]            | 836 **           |               |                  |               |               |
|      | Leq ref [dB(A)]        | 66.0             | 67.7          | 67.3             | 60.4          | 60.3          |
| Nuit | TJM [veh/j]            | 1803 **          |               |                  |               |               |
|      | %VB                    | 11.0 **          |               |                  |               |               |
|      | Durée [min]            | 187 **           |               |                  |               |               |
|      | Leq ref [dB(A)]        | 66.0             | 67.3          | 66.5             | 58.2          | 58.6          |

\*\* : avec les données trafic du point 3 mesuré en parallèle

### 3.1 Influence des changements de vitesses

Les modifications de vitesses mesurées à Frasses sont les suivants : de 70 km/h à 60 km/h (point 1) et de 50 km/h à 30 km/h (point 3). Les effets de ces changements de vitesses sont indiqués dans le tableau suivant :

|                         | 70-60 km/h (point 1) |                    | 50-30 km/h (point 3) |                    |
|-------------------------|----------------------|--------------------|----------------------|--------------------|
|                         | Ancien revêtement    | Nouveau revêtement | Ancien revêtement    | Nouveau revêtement |
| V <sub>moy</sub> [km/h] | -1.4                 | -3.1               | -14.7                | -13.3              |
| V <sub>50</sub> [km/h]  | 0.0                  | -4.0               | -16.0                | -14.0              |
| V <sub>85</sub> [km/h]  | +1.0                 | -4.0               | -14.0                | -10.0              |
| ΔLeq ref [dB(A)]        | -0.4                 | -2.5               | -3.0                 | -2.0               |

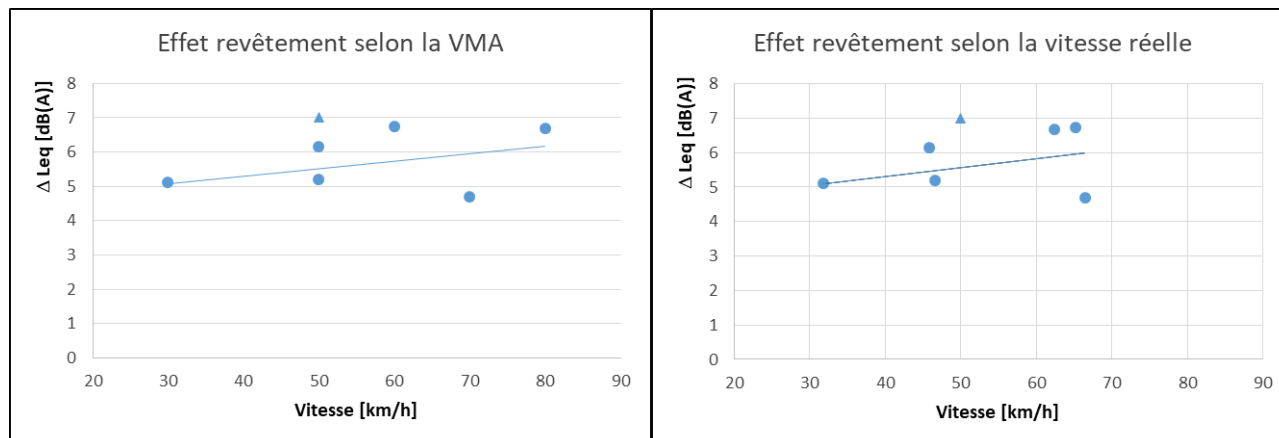
Pour le point 1, la réduction de la vitesse autorisée de 70 km/h à 60 km/h n'a pas entraîné de changement significatif de la vitesse moyenne des véhicules. Une légère baisse des niveaux de bruit a été observée pour ce secteur.

**Pour le point 3, la réduction de la vitesse autorisée de 50 km/h à 30 km/h a engendré une réduction des vitesses moyennes d'env. 14 km/h (baisse de 15 km/h du V<sub>50</sub> et de 12 km/h du V<sub>85</sub>) et une baisse des niveaux sonores de 3.0 dB(A) avec l'ancien revêtement et de 2.0 dB(A) avec le nouveau revêtement.**

### 3.2 Influence de la pose du nouveau revêtement

Le changement de revêtement qui a eu lieu sur ce secteur est illustré par des réductions des niveaux sonores dépendant de la vitesse autorisée. Ces réductions sont illustrées dans le tableau et les graphiques suivants :

| Vitesse autorisée [km/h]       | 30   | 50   |      | 60   | 70   | 80   |
|--------------------------------|------|------|------|------|------|------|
| Vitesse moyenne mesurée [km/h] | 31.8 | 46.6 | 45.8 | 65.2 | 66.4 | 62.3 |
| ΔLeq ref [dB(A)]               | 5.1  | 5.2  | 6.1  | 6.7  | 4.7  | 6.7  |



En parallèle, le bureau Grolimund + Partner a effectué des mesurages CPX avant et après le changement de revêtement. L'effet mesuré du nouveau revêtement par rapport à l'ancien revêtement est de -7.0 dB(A) pour une vitesse de 50 km/h et un trafic mixte avec 10% poids-lourds. Cette valeur est indiquée dans les graphiques précédents avec le triangle bleu.

**La pose du nouveau revêtement routier a permis de réduire les niveaux sonores de 4.7 à 6.7 dB(A) par rapport à l'ancien revêtement (valeurs variables selon les emplacements et les vitesses des véhicules).**

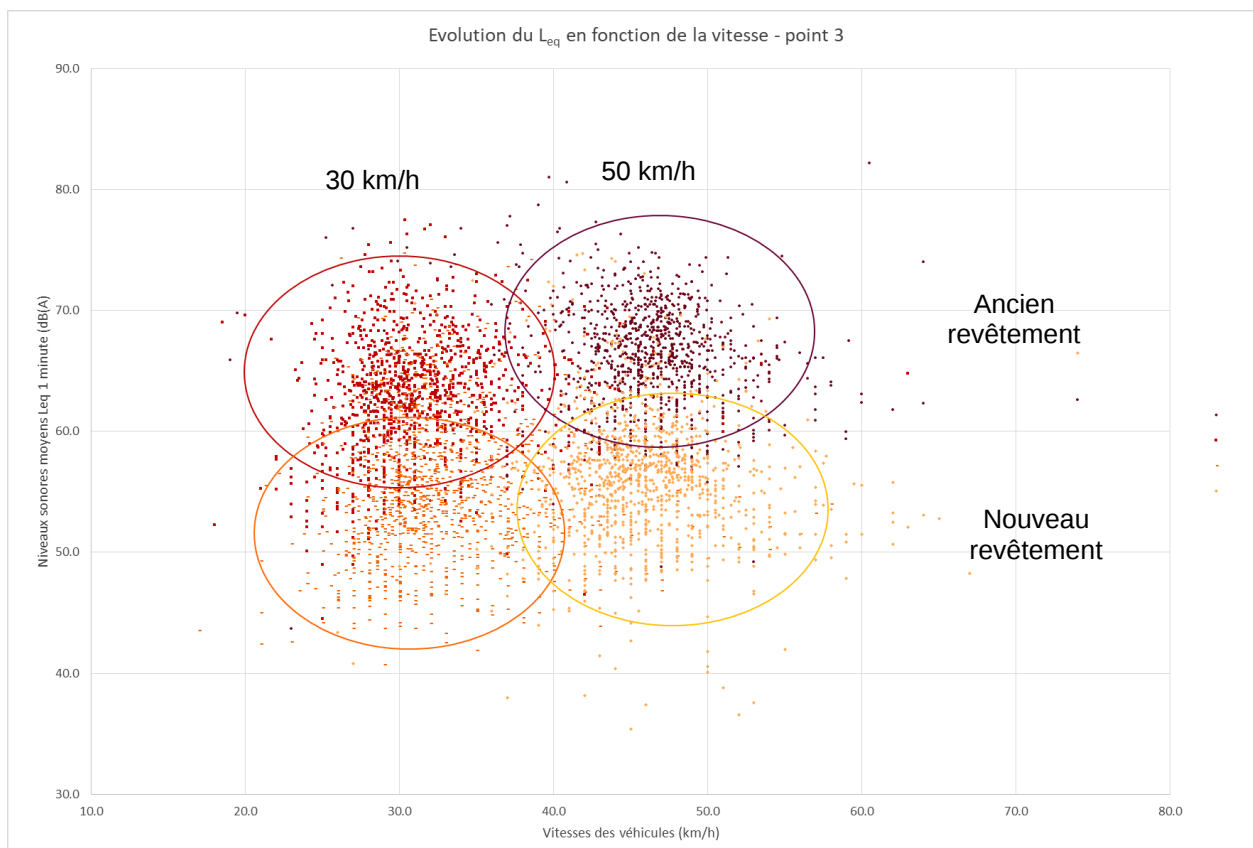
Les mesurages CPX confirme cette importante réduction du bruit avec une valeur de réduction de 7.0 dB(A). L'importance de la baisse de bruit avec le nouveau revêtement est dépendante de la vitesse de circulation. Son efficacité est meilleure avec des vitesses élevées et moins importante avec de faibles vitesses.

Les mesurages avec le nouveau revêtement ont été effectués 1 à 2 mois après sa pose. Les résultats représentent son efficacité à ce moment-là, mais ne tiennent pas compte de son vieillissement (diminution de l'efficacité avec le temps).

### 3.3 Effet cumulé de la réduction de vitesse + nouveau revêtement

Le point 3 est le point représentatif des effets cumulés dus au changement de vitesse (de 50 km/h à 30 km/h) et au remplacement du revêtement. Le graphique ci-dessous présente les niveaux sonores mesurés (valeurs brutes  $L_{eq}$  par intervalle de 1 minute) en fonction des vitesses et des revêtements.

**L'effet cumulé de ces deux mesures est de 8.1 dB(A).**



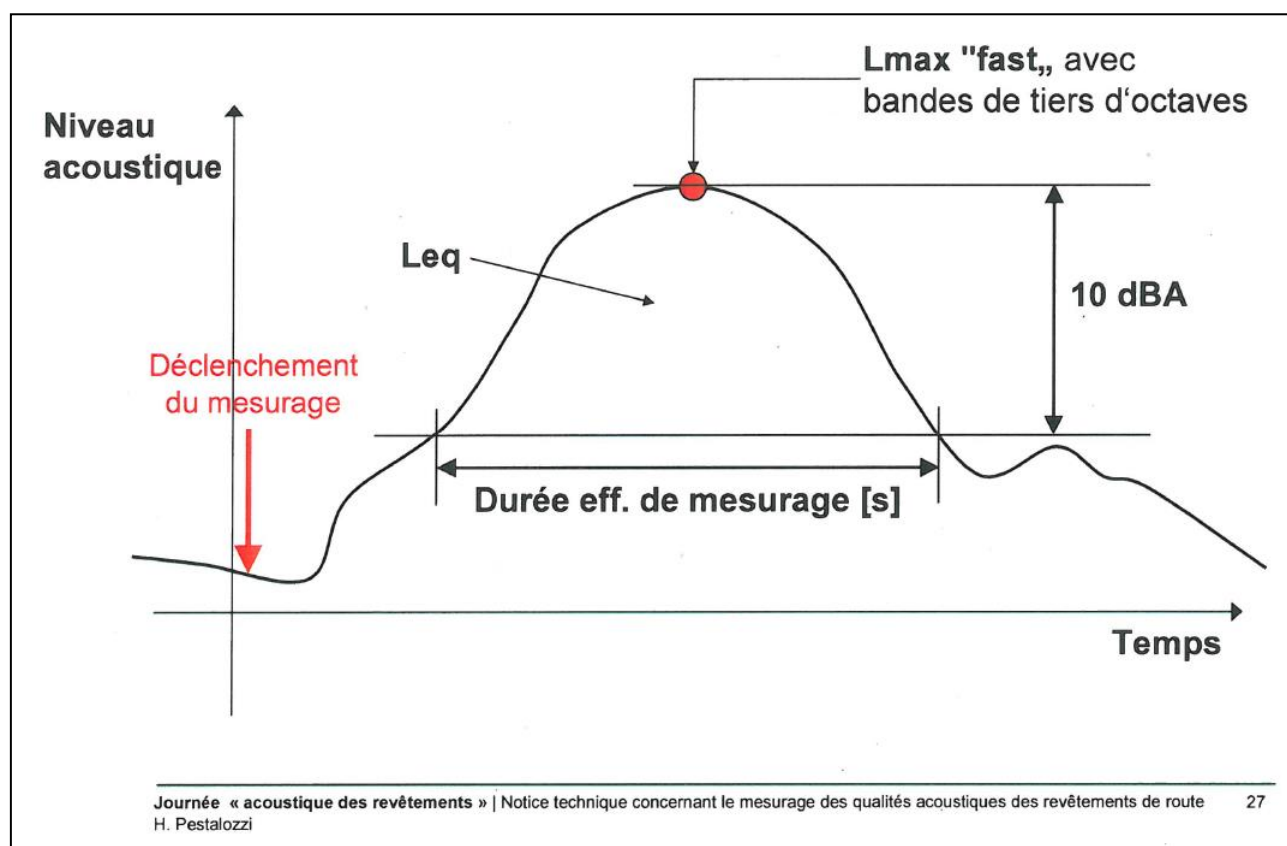
## 4. RESULTATS DES MESURAGES TYPE SPB (ANALYSE STATISTIQUE)

### 4.1 Méthode d'analyse

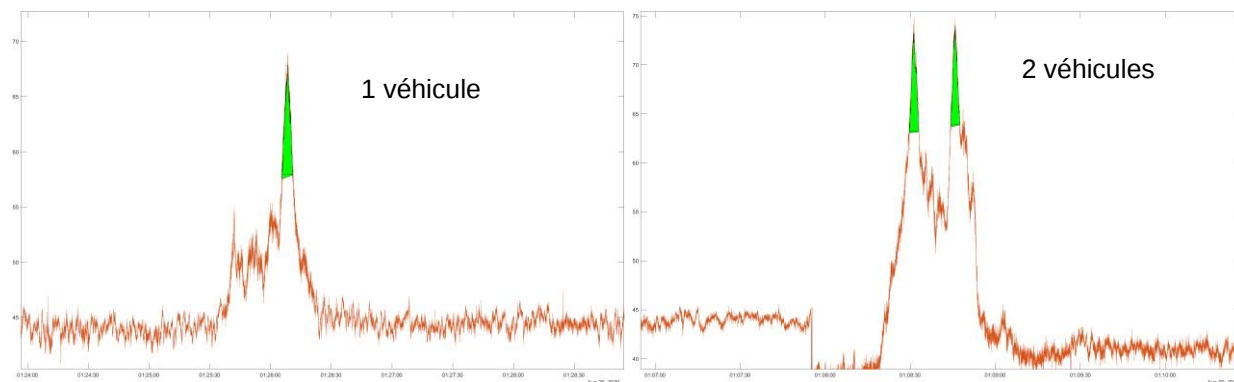
Les outils statistiques à disposition comprennent les paramètres suivants :

- Vitesse des véhicules en km/h
- Niveau sonore moyen  $Leq$  en dB(A)
- Niveau sonore de pointe  $L_{max}$  en dB(A)
- Durée du passage en s
- Dose de bruit par passage SEL / LAE en dB(A)

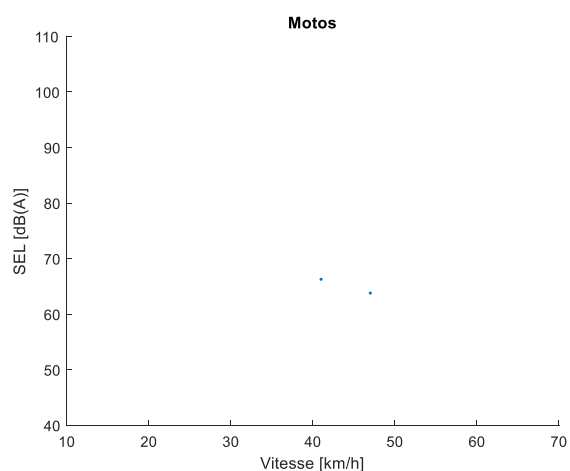
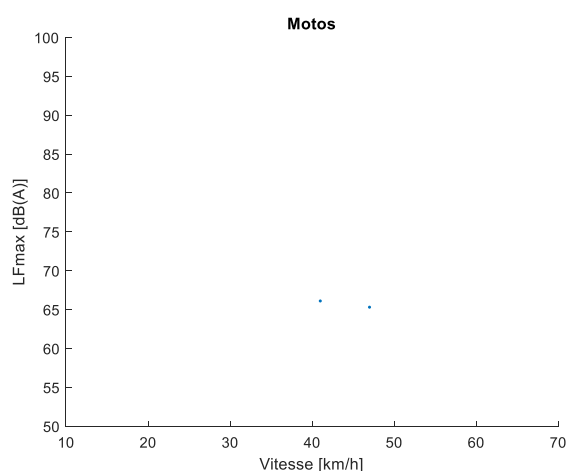
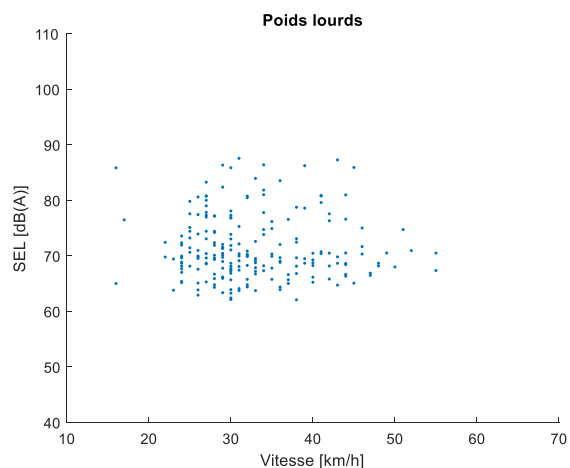
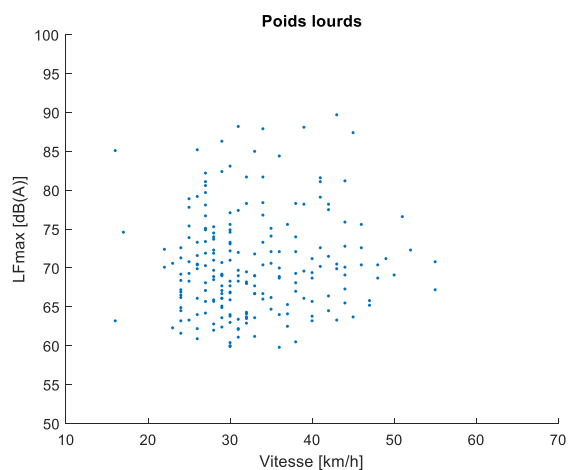
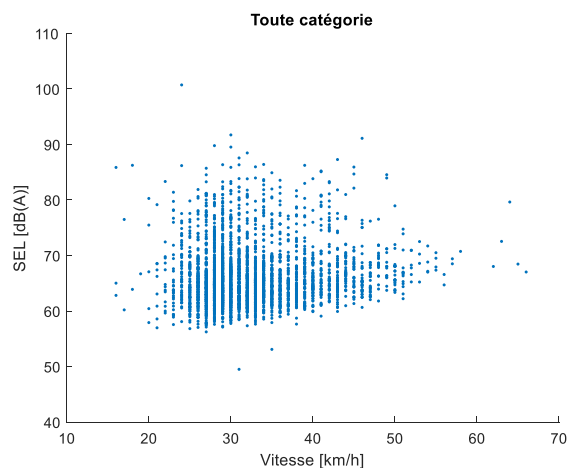
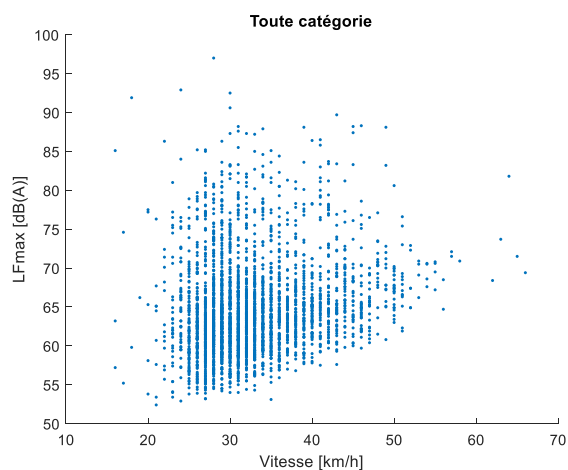
Le graphique suivant définit la méthode pour identifier les passages des véhicules et définir les différents paramètres.



Les graphiques suivant illustrent deux exemples de passage de véhicules avec en vert le secteur retenu pour la détermination des différents paramètres.



Les graphiques ci-dessous indiquent pour le point 3, les valeurs des passages de véhicules pour 2 paramètres (Lmax et SEL) et pour 3 catégories (trafic total, trafic PL, trafic motos). L'annexe 12 regroupe l'ensemble des graphiques pour les 4 points de mesurages.



## 4.2 Tableaux récapitulatifs

Les tableaux suivants présentent la synthèse statistique de tous les véhicules mesurés (valeur moyenne, écart-type et nombre de valeurs) :

- Pour chaque point (1, 2, 3 et 4)
- Pour chaque catégorie (motos, voitures, camionnettes, PL, trains routiers, total)
- Pour chaque paramètre (vitesse moyenne, L<sub>max</sub>, SEL)
- Pour chaque état (0, 1, 1bis, 2 et 3)

### Point 1

| Catégorie       | Paramètre          | État 0 | σ    | N    | État 1 | σ    | N    | État 1b | σ    | N    | État 2 | σ    | N    | État 3 | σ    | N    |
|-----------------|--------------------|--------|------|------|--------|------|------|---------|------|------|--------|------|------|--------|------|------|
| Motos           | Vitesse            | 63.0   | 13.2 | 20   | 62.5   | 16.9 | 16   | 66.1    | 5.0  | 8    | 56.8   | 14.8 | 39   | 66.5   | 13.8 | 10   |
|                 | L <sub>afmax</sub> | 82.3   | 5.8  |      | 78.6   | 4.6  |      | 78.3    | 4.0  |      | 72.4   | 12.1 |      | 70.9   | 6.3  |      |
|                 | SEL                | 84.3   | 4.5  |      | 79.1   | 3.6  |      | 81.1    | 3.0  |      | 80.8   | 10.7 |      | 77.3   | 6.1  |      |
| Voitures        | Vitesse            | 70.1   | 8.7  | 3144 | 66.2   | 8.6  | 2790 | 71.5    | 9.7  | 1853 | 62.1   | 8.2  | 2622 | 65.5   | 8.1  | 3092 |
|                 | L <sub>afmax</sub> | 77.9   | 3.2  |      | 77.1   | 3.4  |      | 78.3    | 3.4  |      | 68.7   | 4.8  |      | 67.7   | 4.0  |      |
|                 | SEL                | 79.6   | 2.6  |      | 79.9   | 2.8  |      | 80.4    | 2.9  |      | 71.8   | 4.0  |      | 75.9   | 3.9  |      |
| Camionnettes    | Vitesse            | 68.0   | 9.7  | 585  | 63.8   | 9.8  | 504  | 71.7    | 10.9 | 478  | 60.9   | 9.0  | 412  | 63.7   | 8.2  | 832  |
|                 | L <sub>afmax</sub> | 78.2   | 3.2  |      | 78.0   | 3.5  |      | 79.8    | 3.1  |      | 71.2   | 3.7  |      | 68.9   | 3.9  |      |
|                 | SEL                | 79.8   | 2.5  |      | 80.2   | 2.9  |      | 81.4    | 2.7  |      | 71.6   | 3.3  |      | 74.0   | 3.7  |      |
| PL              | Vitesse            | 65.1   | 10.3 | 183  | 62.8   | 9.0  | 283  | 64.7    | 11.0 | 190  | 59.6   | 7.6  | 201  | 61.9   | 9.0  | 324  |
|                 | L <sub>afmax</sub> | 83.0   | 5.7  |      | 83.5   | 5.5  |      | 83.6    | 5.2  |      | 77.2   | 6.0  |      | 75.2   | 6.0  |      |
|                 | SEL                | 85.3   | 4.5  |      | 85.7   | 4.3  |      | 85.7    | 4.1  |      | 79.8   | 5.5  |      | 82.0   | 5.8  |      |
| Trains routiers | Vitesse            | 61.4   | 10.4 | 204  | 60.4   | 7.7  | 143  | 67.7    | 8.4  | 120  | 58.2   | 6.8  | 120  | 59.9   | 8.5  | 208  |
|                 | L <sub>afmax</sub> | 84.6   | 4.3  |      | 84.0   | 4.1  |      | 85.6    | 4.2  |      | 82.6   | 4.6  |      | 78.8   | 4.7  |      |
|                 | SEL                | 86.6   | 3.4  |      | 86.1   | 3.1  |      | 86.9    | 3.3  |      | 82.7   | 4.2  |      | 83.4   | 4.5  |      |
| Total           | Vitesse            | 69.0   | 9.3  | 4136 | 65.3   | 9.0  | 3736 | 70.9    | 10.1 | 2649 | 61.6   | 8.4  | 3394 | 64.7   | 8.3  | 4466 |
|                 | L <sub>afmax</sub> | 78.5   | 3.8  |      | 78.0   | 4.2  |      | 79.3    | 4.0  |      | 70.1   | 5.9  |      | 69.0   | 5.1  |      |
|                 | SEL                | 80.9   | 3.2  |      | 81.2   | 3.5  |      | 81.8    | 3.4  |      | 74.3   | 5.1  |      | 77.3   | 5.0  |      |

### Point 2

| Catégorie       | Paramètre          | État 0 | σ   | N    | État 1 | σ   | N    | État 1b | σ   | N    | État 2 | σ    | N    | État 3 | σ   | N    |
|-----------------|--------------------|--------|-----|------|--------|-----|------|---------|-----|------|--------|------|------|--------|-----|------|
| Motos           | Vitesse            | 52.4   | 7.8 | 9    | 46.9   | 7.3 | 8    | 51.6    | 4.6 | 7    | 49.3   | 11.8 | 12   | 50.5   | 3.3 | 10   |
|                 | L <sub>afmax</sub> | 74.5   | 2.6 |      | 73.7   | 3.4 |      | 75.5    | 3.4 |      | 66.6   | 5.2  |      | 68.7   | 4.4 |      |
|                 | SEL                | 77.9   | 2.6 |      | 77.4   | 2.6 |      | 78.8    | 2.6 |      | 68.8   | 3.7  |      | 70.3   | 3.7 |      |
| Voitures        | Vitesse            | 49.6   | 6.4 | 1984 | 43.7   | 6.3 | 1217 | 47.4    | 6.9 | 1909 | 49.5   | 7.1  | 2484 | 48.1   | 5.8 | 2940 |
|                 | L <sub>afmax</sub> | 74.8   | 3.3 |      | 74.2   | 3.2 |      | 74.7    | 3.2 |      | 66.2   | 4.1  |      | 67.4   | 3.5 |      |
|                 | SEL                | 78.0   | 3.0 |      | 79.8   | 2.8 |      | 78.0    | 2.9 |      | 68.7   | 3.6  |      | 70.3   | 3.4 |      |
| Camionnettes    | Vitesse            | 48.8   | 6.3 | 418  | 43.2   | 6.9 | 218  | 47.0    | 6.7 | 614  | 48.2   | 7.6  | 676  | 46.6   | 6.3 | 801  |
|                 | L <sub>afmax</sub> | 75.2   | 3.1 |      | 74.7   | 3.2 |      | 75.6    | 3.2 |      | 66.8   | 4.3  |      | 67.9   | 4.1 |      |
|                 | SEL                | 78.4   | 2.6 |      | 77.6   | 2.6 |      | 78.6    | 2.7 |      | 69.6   | 3.7  |      | 72.4   | 3.9 |      |
| PL              | Vitesse            | 47.5   | 6.8 | 119  | 41.3   | 6.2 | 84   | 42.7    | 7.5 | 248  | 46.8   | 7.1  | 209  | 44.9   | 6.6 | 338  |
|                 | L <sub>afmax</sub> | 78.8   | 4.9 |      | 79.0   | 4.8 |      | 79.4    | 4.6 |      | 74.6   | 6.2  |      | 73.1   | 5.8 |      |
|                 | SEL                | 81.8   | 3.8 |      | 82.1   | 3.9 |      | 82.7    | 3.8 |      | 78.2   | 5.8  |      | 77.4   | 5.5 |      |
| Trains routiers | Vitesse            | 46.3   | 7.8 | 118  | 41.8   | 5.3 | 75   | 45.7    | 6.6 | 141  | 47.7   | 6.2  | 156  | 45.6   | 7.2 | 307  |
|                 | L <sub>afmax</sub> | 82.8   | 4.2 |      | 81.7   | 3.6 |      | 82.4    | 3.7 |      | 77.9   | 4.9  |      | 78.1   | 4.6 |      |
|                 | SEL                | 85.0   | 3.5 |      | 83.8   | 2.7 |      | 84.2    | 2.8 |      | 80.7   | 4.3  |      | 79.8   | 4.0 |      |
| Total           | Vitesse            | 49.2   | 6.5 | 2648 | 43.4   | 6.3 | 1602 | 46.8    | 7.0 | 2919 | 49.0   | 7.2  | 3537 | 47.4   | 6.1 | 4396 |
|                 | L <sub>afmax</sub> | 75.4   | 3.8 |      | 74.9   | 3.8 |      | 75.7    | 3.9 |      | 67.4   | 5.3  |      | 68.7   | 5.0 |      |
|                 | SEL                | 79.0   | 3.4 |      | 80.0   | 3.3 |      | 79.3    | 3.4 |      | 72.1   | 4.8  |      | 73.3   | 4.8 |      |

## Point 3

| Catégorie       | Paramètre   | État 0 | $\sigma$ | N    | État 1 | $\sigma$ | N | État 1b | $\sigma$ | N    | État 2 | $\sigma$ | N    | État 3      | $\sigma$ | N    |
|-----------------|-------------|--------|----------|------|--------|----------|---|---------|----------|------|--------|----------|------|-------------|----------|------|
| Motos           | Vitesse     | 53.3   | 2.9      | 4    |        |          |   | 36.8    | 16.8     | 8    | 44.0   | 4.2      | 2    | 39.1        | 14.9     | 7    |
|                 | $L_{afmax}$ | 79.2   | 3.3      |      |        |          |   | 75.8    | 7.5      |      | 65.7   | 0.6      |      | 68.1        | 2.1      |      |
|                 | SEL         | 79.6   | 1.4      |      |        |          |   | 80.5    | 9.5      |      | 65.2   | 1.8      |      | 68.7        | 2.0      |      |
| Voitures        | Vitesse     | 47.0   | 5.5      | 2442 |        |          |   | 32.5    | 6.8      | 1890 | 33.0   | 6.5      | 1883 | 46.1        | 5.9      | 2314 |
|                 | $L_{afmax}$ | 75.9   | 3.7      |      |        |          |   | 71.0    | 4.1      |      | 63.3   | 4.8      |      | 67.0        | 4.2      |      |
|                 | SEL         | 79.0   | 3.2      |      |        |          |   | 75.8    | 3.4      |      | 71.1   | 4.1      |      | 71.2        | 3.6      |      |
| Camionnettes    | Vitesse     | 46.1   | 5.6      | 488  |        |          |   | 32.6    | 6.8      | 564  | 32.3   | 6.4      | 594  | 45.1        | 5.8      | 600  |
|                 | $L_{afmax}$ | 76.9   | 3.6      |      |        |          |   | 71.7    | 4.4      |      | 64.6   | 4.9      |      | 67.6        | 4.0      |      |
|                 | SEL         | 79.7   | 3.1      |      |        |          |   | 76.8    | 3.6      |      | 69.6   | 4.1      |      | 72.3        | 3.5      |      |
| PL              | Vitesse     | 45.6   | 5.8      | 276  |        |          |   | 30.8    | 6.2      | 280  | 32.7   | 7.3      | 209  | 43.5        | 6.5      | 104  |
|                 | $L_{afmax}$ | 82.4   | 4.8      |      |        |          |   | 77.9    | 5.7      |      | 70.5   | 6.4      |      | 73.5        | 6.3      |      |
|                 | SEL         | 84.9   | 3.9      |      |        |          |   | 82.5    | 4.4      |      | 76.2   | 5.7      |      | 78.5        | 5.8      |      |
| Trains routiers | Vitesse     | 40.4   | 8.9      | 154  |        |          |   | 31.5    | 5.4      | 161  | 33.0   | 6.4      | 190  | 45.7        | 6.1      | 43   |
|                 | $L_{afmax}$ | 84.2   | 4.3      |      |        |          |   | 79.7    | 4.4      |      | 76.8   | 5.2      |      | 77.3        | 5.1      |      |
|                 | SEL         | 87.1   | 3.7      |      |        |          |   | 83.1    | 3.3      |      | 79.8   | 4.5      |      | 79.4        | 4.3      |      |
| Total           | Vitesse     | 46.4   | 5.9      | 3364 |        |          |   | 32.3    | 6.7      | 2903 | 32.8   | 6.6      | 2878 | 45.8        | 5.9      | 3068 |
|                 | $L_{afmax}$ | 77.0   | 4.5      |      |        |          |   | 72.3    | 5.1      |      | 64.9   | 6.2      |      | 67.5        | 4.6      |      |
|                 | SEL         | 80.8   | 3.9      |      |        |          |   | 78.0    | 4.3      |      | 72.9   | 5.4      |      | (72.3) 73.6 | 4.0      |      |

( ) : valeur corrigée pour tenir compte d'un taux de véhicules bruyants équivalent

Analyse des résultats statistiques SPB au point 3 :

|                                    | Valeurs SEM (chap. 3) | Valeurs statistiques SPB |                           |
|------------------------------------|-----------------------|--------------------------|---------------------------|
|                                    | $\Delta Leq$ en dB(A) | $\Delta SEL$ en dB(A)    | $\Delta L_{max}$ en dB(A) |
| Effet 50->30 ancien revêtement     | -3.0                  | -2.9                     | -4.7                      |
| Effet 50->30 nouveau revêtement    | -2.0                  | -0.7*                    | -2.6                      |
| Effet nouveau revêtement à 50 km/h | -6.1                  | -7.2*                    | -9.4                      |
| Effet nouveau revêtement à 30 km/h | -5.1                  | -5.1                     | -7.3                      |
| Effet cumulé                       | -8.1                  | -7.9                     | -12.0                     |

\* : valeur corrigée pour tenir compte d'un taux de véhicules bruyants équivalent

Les valeurs obtenues par analyse statistique (valeurs  $\Delta SEL$ ) sont dans l'ensemble très proches des valeurs obtenues par la méthode SEM ( $\Delta Leq$ ), différence moyenne de 0.5 dB(A).

L'effet sur les valeurs de pointe ( $\Delta L_{max}$ ) est systématiquement plus élevé (environ +40% à +50 %) que l'effet sur les niveaux sonores moyens ( $\Delta Leq$  ou  $\Delta SEL$ ).

## Point 4

| □               |                    |        |      |      |        |     |      |         |      |      |        |      |      |        |      |      |
|-----------------|--------------------|--------|------|------|--------|-----|------|---------|------|------|--------|------|------|--------|------|------|
| Catégorie       | Paramètre          | État 0 | σ    | N    | État 1 | σ   | N    | État 1b | σ    | N    | État 2 | σ    | N    | État 3 | σ    | N    |
| Motos           | Vitesse            | 61.0   | 8.9  | 22   | 61.5   | 8.8 | 13   | 78.8    | 10.5 | 6    | 64.1   | 14.9 | 18   | 58.2   | 18.1 | 14   |
|                 | L <sub>afmax</sub> | 79.9   | 4.9  |      | 78.9   | 3.8 |      | 79.8    | 6.1  |      | 73.5   | 4.7  |      | 71.2   | 3.2  |      |
|                 | SEL                | 81.8   | 4.8  |      | 79.7   | 2.6 |      | 81.6    | 3.8  |      | 75.3   | 4.1  |      | 72.3   | 3.1  |      |
| Voitures        | Vitesse            | 64.1   | 9.5  | 2051 | 60.5   | 9.6 | 2617 | 61.8    | 9.1  | 2969 | 63.1   | 10.7 | 2715 | 66.5   | 10.6 | 2146 |
|                 | L <sub>afmax</sub> | 77.6   | 3.4  |      | 77.7   | 3.1 |      | 78.0    | 3.2  |      | 68.5   | 4.6  |      | 69.6   | 4.1  |      |
|                 | SEL                | 79.6   | 3.0  |      | 79.7   | 2.6 |      | 80.2    | 2.9  |      | 72.4   | 3.9  |      | 72.8   | 3.4  |      |
| Camionnettes    | Vitesse            | 63.1   | 9.1  | 529  | 60.1   | 9.0 | 228  | 63.7    | 9.6  | 215  | 61.0   | 10.8 | 707  | 63.0   | 9.9  | 997  |
|                 | L <sub>afmax</sub> | 76.9   | 3.6  |      | 77.6   | 4.6 |      | 76.8    | 3.7  |      | 68.8   | 4.1  |      | 69.8   | 3.7  |      |
|                 | SEL                | 79.1   | 2.9  |      | 80.9   | 3.3 |      | 80.2    | 3.1  |      | 70.4   | 3.5  |      | 72.3   | 3.1  |      |
| PL              | Vitesse            | 63.7   | 9.8  | 308  | 56.4   | 7.6 | 171  | 58.1    | 9.3  | 209  | 59.2   | 7.3  | 172  | 61.1   | 7.8  | 86   |
|                 | L <sub>afmax</sub> | 78.3   | 4.7  |      | 82.6   | 4.6 |      | 80.2    | 4.9  |      | 74.9   | 5.6  |      | 73.8   | 4.8  |      |
|                 | SEL                | 81.3   | 3.6  |      | 84.5   | 3.4 |      | 83.3    | 3.7  |      | 78.1   | 5.1  |      | 76.5   | 4.2  |      |
| Trains routiers | Vitesse            | 55.7   | 10.6 | 265  | 55.5   | 6.6 | 153  | 55.2    | 6.9  | 185  | 57.2   | 7.1  | 142  | 60.5   | 10.5 | 55   |
|                 | L <sub>afmax</sub> | 82.6   | 4.2  |      | 83.4   | 3.0 |      | 83.8    | 3.4  |      | 78.9   | 5.9  |      | 77.2   | 6.6  |      |
|                 | SEL                | 85.2   | 3.3  |      | 85.6   | 2.1 |      | 85.8    | 2.6  |      | 80.9   | 5.0  |      | 80.3   | 5.5  |      |
| Total           | Vitesse            | 63.2   | 9.8  | 3175 | 60.0   | 9.4 | 3182 | 61.3    | 9.2  | 3584 | 62.3   | 10.6 | 3754 | 65.1   | 10.6 | 3298 |
|                 | L <sub>afmax</sub> | 78.0   | 3.9  |      | 78.2   | 3.7 |      | 78.3    | 3.7  |      | 69.2   | 5.2  |      | 69.9   | 4.2  |      |
|                 | SEL                | 80.5   | 3.5  |      | 80.7   | 3.1 |      | 81.0    | 3.2  |      | 73.5   | 4.6  |      | 73.2   | 3.6  |      |

## 5. COMPARAISON AVEC LE CADASTRE DU BRUIT ROUTIER

En complément aux mesurages précédents, nous avons effectué une comparaison par mesurages des valeurs calculées pour le cadastre du bruit routier de la Commune.

### 5.1 Calendrier

Les mesurages ont été réalisés en 4 étapes :

| Etat initial 0     | Etat 1                                 | Etat 2                                            | Etat 3                             |
|--------------------|----------------------------------------|---------------------------------------------------|------------------------------------|
| Situation initiale | Avec limitation de vitesses uniquement | Avec limitation de vitesses et nouveau revêtement | Avec nouveau revêtement uniquement |
| Mai 2021           | Avril 2021                             | Septembre 2021                                    | Octobre 2021                       |

### 5.2 Méthode

Pour ces mesurages, les niveaux sonores sont mesurés pendant une période de 30 minutes à l'aide d'un sonomètre Norsonic 140. En parallèle, des comptages des véhicules ont été effectués afin d'avoir des données sur les types de véhicules (catégories Swiss10) et leur vitesse.

2 méthodes de calcul ont été utilisées : STL-86 et sonROAD18. Par la suite, il est possible de comparer les niveaux mesurés selon ces 2 méthodes avec les résultats du cadastre.

### 5.3 Résultats et analyses

|                       | Etat 0 – mai 2021  |                |                   |                                   | Etat 1 – avril 2021 |                |                   |
|-----------------------|--------------------|----------------|-------------------|-----------------------------------|---------------------|----------------|-------------------|
|                       | Leq mesuré [dB(A)] | STL-86 [dB(A)] | sonROAD18 [dB(A)] | Cadastre Urbaplan Lr jour [dB(A)] | Leq mesuré [dB(A)]  | STL-86 [dB(A)] | sonROAD18 [dB(A)] |
| Point 1 – Village 2   | 67.1               | 71.1           | 69.7              | 64                                | 66.1                | 67.5           | 66.1              |
| Point 2 – Pralets 40  | 66.4               | 67.8           | 66.7              | 65                                | 65.0                | 65.4           | 64.1              |
| Point 3 – Tierdzon 22 | 50.4               | 50.8           | 50.3              | 53                                | 50.0                | 51.3           | 50.3              |

|                       | Etat 2 – septembre 2021 |                |                   | Etat 3 – octobre 2021 |                |                   |
|-----------------------|-------------------------|----------------|-------------------|-----------------------|----------------|-------------------|
|                       | Leq mesuré [dB(A)]      | STL-86 [dB(A)] | sonROAD18 [dB(A)] | Leq mesuré [dB(A)]    | STL-86 [dB(A)] | sonROAD18 [dB(A)] |
| Point 1 – Village 2   | 64.7                    | 63.3           | 61.9              | 61.7                  | 60.6           | 60.3              |
| Point 2 – Pralets 40  | 59.7                    | 58.4           | 57.9              | 61.0                  | 63.9           | 62.3              |
| Point 3 – Tierdzon 22 | 50.8                    | 51.1           | 50.4              | 46.1                  | 48.4           | 47.6              |

La différence moyenne entre les niveaux déterminés selon STL-86+ et sonROAD18 est de 1 dB(A). Les valeurs mesurées ajustées selon la méthode sonROAD18 sont en moyenne 1 dB(A) plus faibles que celles ajustées selon STL-86. Pour l'état 0, la comparaison avec les valeurs calculées dans le cadre de l'étude d'assainissement du bruit routier (rapport Urbaplan du 5 février 2021) montre que les valeurs sont relativement similaires (écart de l'ordre de  $\pm 3$  dB(A)).

## 6. METHODE GENERALE D'EVALUATION DE L'EFFET « 30 KM/H »

Afin de pouvoir extrapoler les résultats des mesurages effectués à Frasses à d'autres tronçons dans le canton de Fribourg, des analyses complémentaires ont été effectuées d'une part sur des mesurages in situ d'autres tronçons limité à 30 km/h (voir chapitre 6.1) et d'autre part par rapport au nouveau modèle théorique de calcul de bruit routier sonROAD18 (voir chapitre 6.2).

Ces deux approches permettent de vérifier si les effets dans des conditions réelles correspondent aux valeurs pronostiquées avec le nouveau modèle sonROAD18.

### 6.1 Mesurages de tronçons à 30 km/h en Suisse

Dans le cadre d'un projet de publication pour l'OFEV d'un document sur la limitation à 30 km/h en tant que mesure de réduction du bruit (projet en cours, publication prévue fin 2022), les mesurages de bruit de 54 tronçons routiers en Suisse ont été analysés. Les résultats provisoires sont présentés ci-dessous.

Ces exemples sont tirés d'une part de la « Best Practice List » de l'OFEV 12.2019 (24 tronçons avec descriptif détaillé disponible sous [www.bafu.admin.ch](http://www.bafu.admin.ch)) et d'autre part de données récentes obtenues lors d'une enquête réalisée par l'OFEV en automne 2020 auprès des autorités cantonales et communales sur toute la Suisse (30 tronçons).

Les tableaux ci-dessous résument les différents tronçons retenus comme exemples représentatifs.

| Best Practice Liste Tempo 30 Situationen |               |        |           |                 |                                  |              |       |         |                             |
|------------------------------------------|---------------|--------|-----------|-----------------|----------------------------------|--------------|-------|---------|-----------------------------|
| Stand: 12.2019                           |               |        |           |                 |                                  |              |       |         |                             |
| T30-Typ                                  | T30-Situation | Kanton | Gemeinde  | Strasstyp       | Strasse                          | Wirkung [dB] |       | DTV     | Anteil N2 [%] Vorherzustand |
|                                          |               |        |           |                 |                                  | Tag          | Nacht |         |                             |
| Strecke Tempo 30                         | übersichtlich | ZH     | Zürich    | Gemeindestrasse | Lettenstrasse                    | -4           | -4    | 6000    | 4                           |
|                                          | übersichtlich | ZH     | Zürich    | Kantonstrasse   | Aasstrasse                       | -2           | -2,5  | 9600    | 5                           |
|                                          | übersichtlich | BE     | Beip      | Kantonstrasse   | Industriestrasse                 | -2           | -2    | 3200    | 6                           |
| Strasse mit Tempo 30                     | übersichtlich | GE     | Greif     | Gemeindestrasse | Rue de l'Église de Mollens       | -2           | -2,5  | 7410    | 4                           |
|                                          | übersichtlich | BE     | Köniz     | Kantonstrasse   | Schweizerhofstrasse              | -2,5         | -4,5  | 18000   | 4                           |
|                                          | übersichtlich | BE     | Wädswil   | Kantonstrasse   | Schulstrasse/Marktstrasse        | -2,5         | -3,5  | 9400    | 8,5                         |
| Strasse in Tempo 30 Zone                 | übersichtlich | BE     | Bern      | Gemeindestrasse | Marktplatz                       | -1           | -1,5  | 4100    | 4                           |
|                                          | eng           | BE     | Görsenase | Kantonstrasse   | Sportstrasse                     | -1,5         | -2    | 810     | 12                          |
|                                          | übersichtlich | GE     | Greif     | Gemeindestrasse | Rue 30 des Arènes (Rue Caroline) | -2           | -1    | 8900    | 4                           |
|                                          | übersichtlich | LU     | Hörn      | Gemeindestrasse | Karlshofstrasse                  | -1           | -1    | 13000   | 12                          |
|                                          | übersichtlich | LU     | Luzern    | Gemeindestrasse | Schweizerhofstrasse              | -1,5         | -2    | 7000    | 8                           |
|                                          | übersichtlich | LU     | Luzern    | Gemeindestrasse | Friedhofstrasse und Indebühl     | -1           | -1,5  | 5000    | 8                           |
|                                          | übersichtlich | LU     | Luzern    | Gemeindestrasse | Mühlstrasse                      | -2           | -2    | 8000    | 4                           |
|                                          | übersichtlich | LU     | Luzern    | Gemeindestrasse | Schulstrasse                     | -2           | -2,5  | 10000   | 8                           |
|                                          | übersichtlich | LU     | Luzern    | Gemeindestrasse | Schweizerhofstrasse              | -2           | -1    | 5000    | 4                           |
|                                          | übersichtlich | LU     | Luzern    | Gemeindestrasse | Schulstrasse                     | -2           | -1,5  | 7000    | 8                           |
|                                          | übersichtlich | TI     | Porta     | Kantonstrasse   | Schulstrasse                     | -1,5         | -2    | 3500    | 4                           |
|                                          | eng           | ZH     | Zürich    | Kantonstrasse   | Schulstrasse                     | -1,5         | -1,5  | 9000    | 3                           |
| Strasse mit Tempo 30 nachts              | eng           | ZH     | Zürich    | Gemeindestrasse | Schulstrasse                     | -2           | -2    | 3000    | 4                           |
|                                          | übersichtlich | ZH     | Zürich    | Gemeindestrasse | Waldstrasse                      | -2           | -1    | 14000   | 4                           |
|                                          | übersichtlich | ZH     | Wädswil   | Gemeindestrasse | Schulstrasse                     | -1,5         | -2,5  | 3300    | 10                          |
|                                          | übersichtlich | VD     | Lausanne  | Gemeindestrasse | Avenue de la République          | -2,5         | -2,5  | 10900   | Keine Angabe                |
| Tempo 30 Zone im Quartier                | übersichtlich | VD     | Lausanne  | Gemeindestrasse | Avenue Alexandre Vinet           | -2,5         | -2,5  | 11000   | Keine Angabe                |
|                                          | übersichtlich | SO     | Solothurn | Gemeindestrasse | Marktstrasse                     | -2           | -2    | diverse | diverse                     |

Die aufgeführten T30-Massnahmen sind nicht uneingeschränkt auf andere Situationen übertragbar. Jede Situation muss für sich beurteilt und geplant werden.  
Die Strassenbreite im Vorherzustand und in der heutigen "neuen" Situation sind konventionell.  
Die signalisierte Geschwindigkeit im Vorherzustand: 50 km/h.  
T30 für den Lärmschutz eingerichtet

Reduktion max. -1 dB  
Reduktion max. -2 dB  
Reduktion max. -3 dB

DTV: Durchschnittlicher täglicher Verkehr (für 24 Stunden)  
N2: (prozentualer) Anteil der leisen Fahrzeuge am Gesamtverkehr

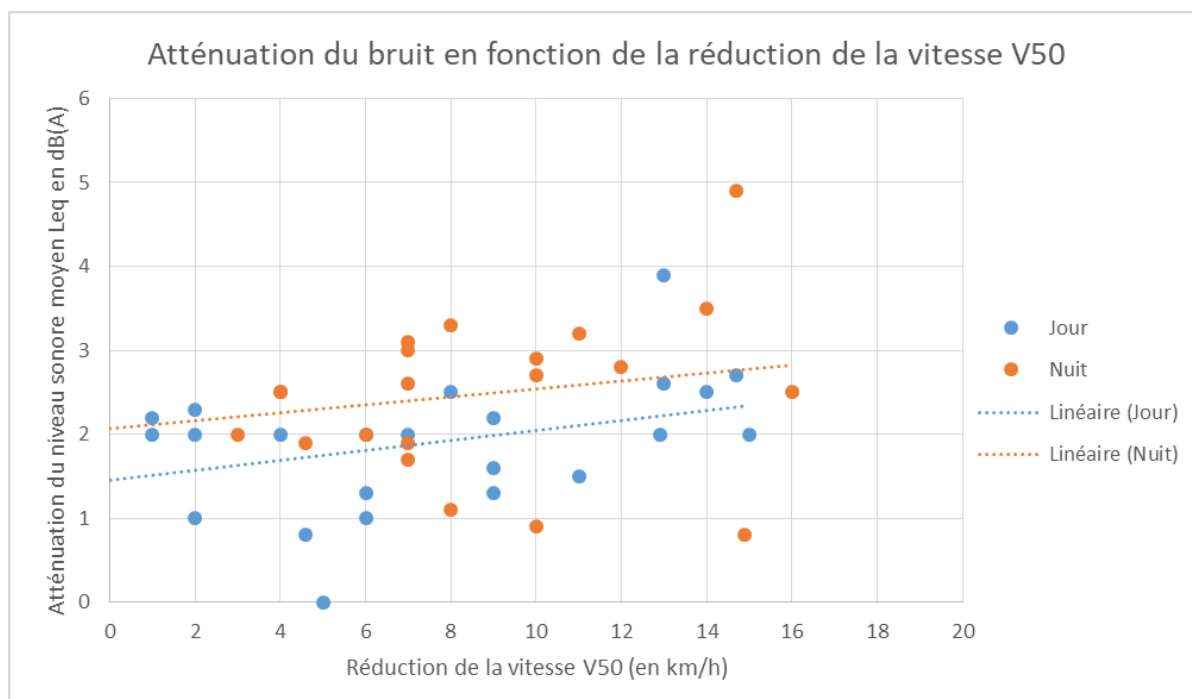
Tronçons de la "Best Practice List" OFEV 2019 (24 tronçons)

|     | Canton | Commune     | Rue                   | Laeq |      | TJM    | % VB |      | Pente | vitesse 50 |      | vitesse 85 |      | Année     | Durée de mesure |
|-----|--------|-------------|-----------------------|------|------|--------|------|------|-------|------------|------|------------|------|-----------|-----------------|
|     |        |             |                       | Jour | Nuit |        | Jour | Nuit |       | Jour       | Nuit | Jour       | Nuit |           |                 |
| B1  | BE     | St-Imier    | Rue Francillon        | 3    | 3    | 8'138  | 3.5  | 3.5  | < 3   |            |      | 12         | 15   | 2016      | 1h              |
| B2  | GE     | Genève      | Pont d'Arve           | 0    | 1.7  | 17'000 | 19   | 11   | < 3   | 5          | 7    | 8          | 9    | 2020      | 4 j             |
| B3  | GE     | Genève      | Boulevard de la tou   | 2.3  | 2.5  | 16'000 | 21   | 14   | < 3   | 2          | 4    | 4          | 6    | 2020      | 4 j             |
| B4  | LU     | Buchrain    | Hauptstrasse          | 2    | 3    |        |      |      | < 3   |            |      | 13         | 15   |           |                 |
| B5  | LU     | Lucerne     | Geissensteinring 46   | 0.8  | 1.9  | 4'120  | 4.7  | 6.3  | < 3   | 4.6        | 4.6  | 5          | 4    | 2013      | 6 j             |
| B6  | LU     | Lucerne     | Moosstrasse           | 1.4  | 2.1  | 8'656  |      |      | < 3   |            |      | 6          | 8    | 2018      |                 |
| B7  | LU     | Lucerne     | Spitalstrasse         | 2.1  | 2.3  | 8'156  |      |      | < 3   |            |      | 11         | 10   | 2018      | 6 j             |
| B8  | LU     | Rothenburg  | Flecken               | 2.7  | 2    | 12'700 |      |      | < 3   |            |      | 10         | 11   | 2015      | 7 j             |
| B9  | VS     | Vionnaz     | Route cantonale       | 1.9  | 3.3  | 10'600 | 4    | 2    | < 3   | -2         | 8    |            |      | 2020      | 1h              |
| B10 | VS     | Vionnaz     | Route cantonale       | 2    | 1.8  | 10'600 | 4    | 3    | < 3   | 2          | -5   |            |      | 2020      | 1h              |
| B11 | VS     | Vionnaz     | Route cantonale       | 2.2  | 2.3  | 10'600 | 4    | 3    | < 3   | 1          | -3   |            |      | 2020      | 1h              |
| B12 | ZG     | Zug         | Grabenstrasse         | 0.5  | 1.3  | 14'500 | 8.1  | 6.4  | < 3   |            |      | 4          | 12   | 2020      | 12 j            |
| B13 | ZH     | Wollishofen | Kalchbühlstrasse      | 3.3  | 4.3  |        |      |      | < 3   |            |      |            |      | 2009      |                 |
| B14 | ZH     | Wollishofen | Kalchbühlstrasse      | 2.4  | 4.5  |        |      |      | < 3   |            |      |            |      | 2009      |                 |
| B15 | ZH     | Zurich      | Albstrasse            |      | 2    | 13'000 |      |      | 4     | < 3        |      |            | 6    | 2018      | 6 j             |
| B16 | ZH     | Zurich      | Breitensteinstrasse   |      | 2.4  | 8'000  |      |      | 2     | < 3        |      |            | 11   | 2018      | 6 j             |
| B17 | ZH     | Zurich      | Butzenstrasse         | 2.5  | 2.9  | 4'400  | 20.6 | 29.1 | 7.2   | 8          | 10   | 15         | 11   | 2019      | 24h             |
| B18 | ZH     | Zurich      | Dübendorfstrasse      |      | 1.8  | 8'000  |      |      | 4     | < 3        |      |            | 7    | 2018      | 6 j             |
| B19 | ZH     | Zurich      | Gsteigstrasse         | 1.5  | 1.7  | 8'700  | 8.7  | 10.5 | 11    |            |      | 8          | 8.5  | 2019      | 24h             |
| B20 | ZH     | Zurich      | Hardstrasse           |      | 0.7  | 20'000 |      |      | 4     | < 3        |      |            | 4    | 2018      | 6 j             |
| B21 | ZH     | Zurich      | Hegibachstrasse       | 1.3  | 3.2  | 5'000  | 9.1  | 13.1 | < 3   | 9          | 11   | 9          | 12   | 2018      | 24h             |
| B22 | ZH     | Zurich      | Hofackerstrasse       | 1.4  | 1.6  | 4'200  | 3.6  | 3.2  | 4.5   |            |      | 7          | 9    | 2019      | 24h             |
| B23 | ZH     | Zurich      | Letzigraben           |      | 3.9  | 6'367  | 13.4 |      | < 3   | 13         |      | 13         |      | 2018      | 1h              |
| B24 | ZH     | Zurich      | Nordstrasse 46        | 1.5  | 2.8  | 1'100  | 15.9 | 10.5 | < 3   | 11         | 12   | 13         | 12   | 2019      | 24h             |
| B25 | ZH     | Zurich      | Nordstrasse 238       | 1    | 1.1  | 12'000 | 11.7 | 9.8  | < 3   | 6          | 8    | 7          | 9    | 2019      | 24h             |
| B26 | ZH     | Zurich      | Saatlenstrasse        | 1.6  | 0.9  | 1'900  | 13.1 | 14.2 | < 3   | 9          | 10   | 11         | 11   | 2019      | 24h             |
| B27 | ZH     | Zurich      | Schäufelbergerstrasse | 2.2  | 3.1  | 5'000  | 13.3 | 14   | < 3   | 9          | 7    | 8          | 8    | 2018      | ~24h            |
| B28 | ZH     | Zurich      | Wasserwerkstrasse     | 2.3  | 2.5  | 11'000 | 6    | 5.2  | < 3   |            |      | 9          | 9    | 2019      | 24h             |
| B29 | FR     | Les Montets | Route cantonale       | 2.7  | 4.9  | 4600   | 10   | 9.5  | < 3   | 14.7       | 14.7 |            |      | 2020/2021 | 24h             |
| B30 | FR     | Les Montets | Route cantonale       | 2    | 0.8  | 4'600  | 7.5  | 4    | < 3   | 12.9       | 14.9 |            |      | 2020/2021 | 24h             |

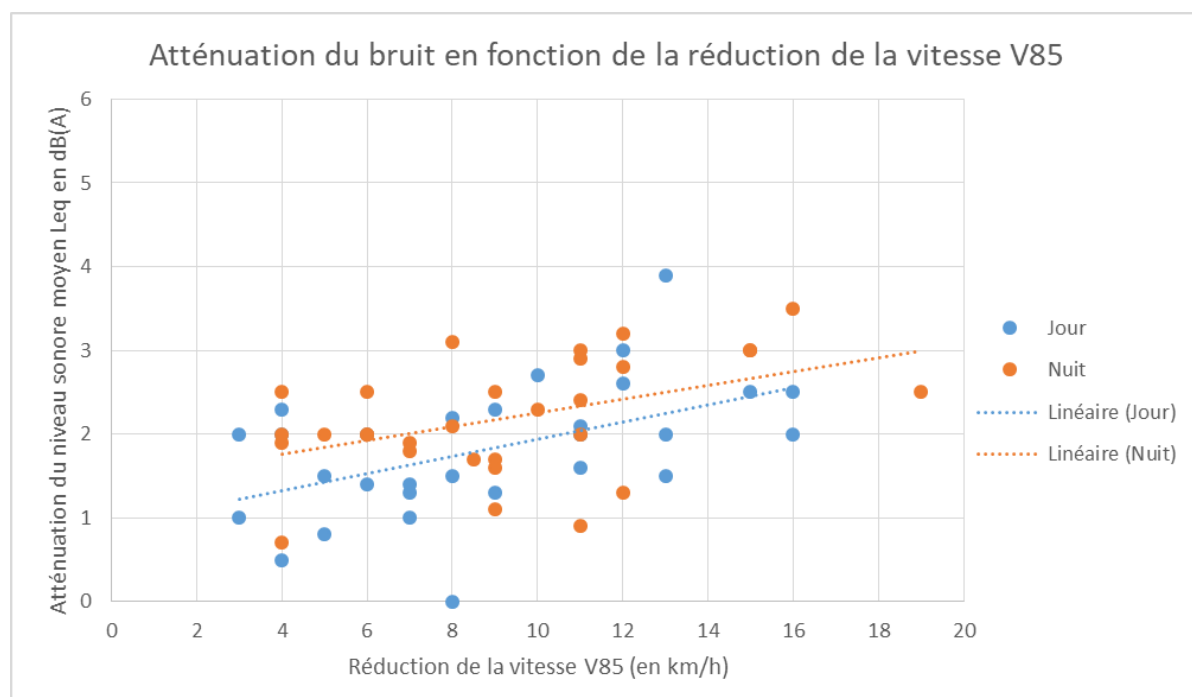
### Tronçons selon enquête OFEV 2020 (30 tronçons)

Pour ces 54 tronçons, la réduction des niveaux sonores (jour et nuit) est en moyenne de 2.2 dB(A) pour une réduction de la vitesse (V50 jour et nuit) de 7.5 km/h. Ces tronçons présentent des caractéristiques relativement variées (nombre de voiture, taux de véhicules bruyants, avec/sans aménagements routiers complémentaires, route en pente, type et état du revêtement ...). Les résultats des mesurages de Frasses (réduction des niveaux sonores de 3.0 dB(A) et de 2.0 dB(A) avec une réduction de la vitesse de 13 à 15 km/h) se situent plutôt parmi les tronçons présentant une efficacité élevée.

Même si la vitesse autorisée sur un tronçon est réduite théoriquement de 50 km/h à 30 km/h, la réduction réelle de la vitesse des véhicules n'est le plus souvent pas de 20 km/h. L'efficacité va donc dépendre directement de la réduction effective de la vitesse. Les 2 graphiques suivants montrent la relation entre la réduction de la vitesse effective (V50 ou V85) et l'effet mesuré sur la réduction des niveaux de bruit.



*Réduction des niveaux sonores en fonction de la réduction de la vitesse (V50)*



*Réduction des niveaux sonores en fonction de la réduction de la vitesse (V85)*

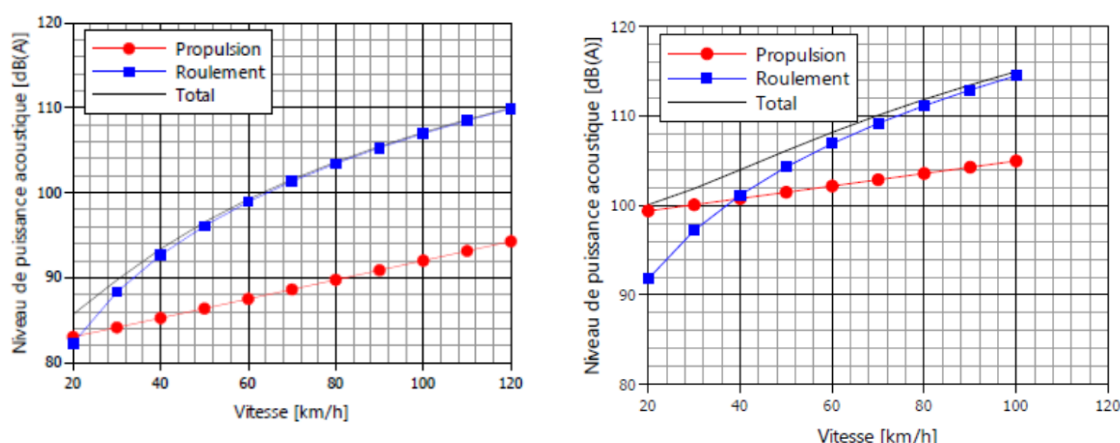
L'analyse de la réduction de vitesse ne porte que sur les tronçons avec des données précises concernant la vitesse moyenne V50 (médiane - percentile 50%) ou V85 (percentile 85 %). De manière générale, pour les tronçons présentant une réduction de vitesse (V50 ou V85) élevée (de plus de 10 km/h) la réduction du bruit est plus élevée (supérieure à 2 dB(A)) que pour les tronçons présentant une plus faible réduction de vitesse (moins de 10 km/h) avec une réduction du bruit inférieure à 2 dB(A).

## 6.2 Effet théorique du 30 km/h selon le modèle de calcul sonROAD18

Le nouveau modèle de calcul sonROAD18 a été développé par l'EMPA ; il a été lancé dès 2004 par l'Office fédéral de l'environnement et finalement publié en décembre 2021 (OFEV (éd.) 2021 : Modèle de calcul du bruit routier sonROAD18. Traitement des données d'entrée et calcul de la propagation. Office fédéral de l'environnement, Berne. Connaissances de l'environnement n° 2127 : 30 p.). Ce modèle représente l'état actuel de la technique concernant la modélisation du bruit routier et fait référence en Suisse. Il a notamment été élaboré en tenant compte des plus récentes évolutions du parc automobile.

En comparaison avec l'ancien modèle StL-86+, la description des sources a été considérablement affinée, puisque sonROAD18 distingue les composantes sonores de propulsion et de roulement selon qu'elles sont émises par les différents types de véhicules motorisés, en fonction de la vitesse, de la déclivité, du type de revêtement et de la densité du trafic. Ce modèle a aussi été adapté pour tenir compte de véhicules circulant avec des vitesses relativement faibles dès 20 km/h.

Le modèle de calcul sonROAD18 décrit les émissions d'une voiture de tourisme (voir graphique ci-dessous à gauche) ou d'un autre type de véhicule (voir exemple pour poids lourds dans graphique ci-dessous à droite) au moyen de la puissance acoustique émise à la source par le passage d'un véhicule. Le modèle distingue entre le bruit de propulsion et le bruit de roulement.



Une réduction théorique de la vitesse de 50 km/h à 30 km/h (avec une baisse effective des vitesses de 20 km/h) entraînerait selon ce modèle une réduction du niveau sonore moyen d'env. 6 dB(A) pour les véhicules de tourisme et d'env. 4 dB(A) pour les poids lourds.

Un outil de calcul en ligne est disponible sur le site internet [sonROAD18.empa.ch](https://sonROAD18.empa.ch). Cet outil a été utilisé pour déterminer les graphiques présentés dans les pages suivantes et en annexe 13.

Les résultats des calculs sonROAD18 présentés dans les chapitres suivants sont valables pour des tronçons routiers standards (pente nulle ou faible, trafic fluide, vitesse régulière, pas de carrefour/giratoire/feu, tracé relativement rectiligne, revêtement standard ou phonoabsorbant ...). Pour d'autres configurations particulières (taux de véhicules bruyants très important, véhicules particulièrement bruyants (véhicules agricoles...), pente importante, sinuosité importante, accélération/décélération des véhicules, sens unique, revêtement particulier (pavés, bandes striées, revêtement abimé), aménagements routiers particuliers...), un calcul spécifique doit être effectué en modifiant certains des paramètres du modèle sonROAD18.

Ces graphiques ne sont valables que pour une réduction de la vitesse à partir d'une vitesse initiale proche de 50 km/h, par exemple pour une réduction de la vitesse de 50 km/h à 30 km/h ou de 50 km/h à 40 km/h. Lorsque la vitesse initiale est différente (par exemple réduction de 60 km/h à 50 km/h, réduction de 80 km/h à 60 km/h, réduction de 120 km/h à 100 km/h, réduction de 30 km/h à 20 km/h ...), un calcul spécifique doit être effectué avec sonROAD18.

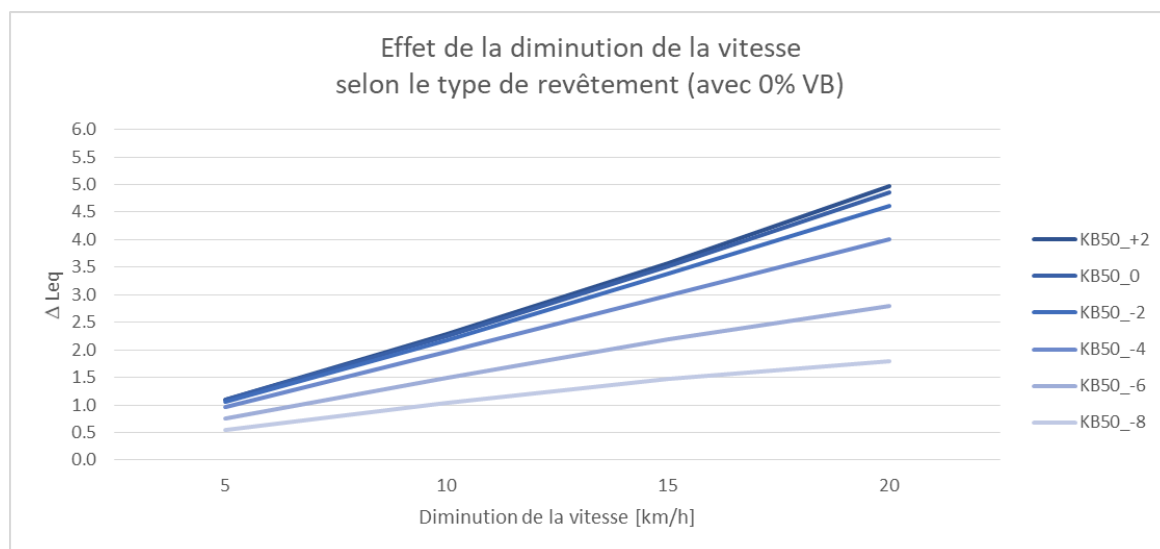
Au moment où ce rapport a été rédigé, la conversion entre les facteurs de corrections de sonROAD18 pour les différents types de revêtement (KB50\_0, KB50\_-4 ...) et les types et catégories de revêtements (SDA4, ACMR4 ...) n'était pas encore définie. La seule correspondance définie est que le revêtement de type ACMR8 est le nouveau revêtement de référence pour sonROAD18 et correspond aux facteurs KB50\_0 et KB80\_0. Etant donné ces incertitudes, les graphiques en pages suivantes et en annexe 13 mentionnent uniquement les facteurs de corrections du modèle sonROAD18 (KB50\_0, KB50\_-4 ...) sans les relier à un type de revêtement en particulier.

### 6.2.1 Effet de la limitation à 30 km/h

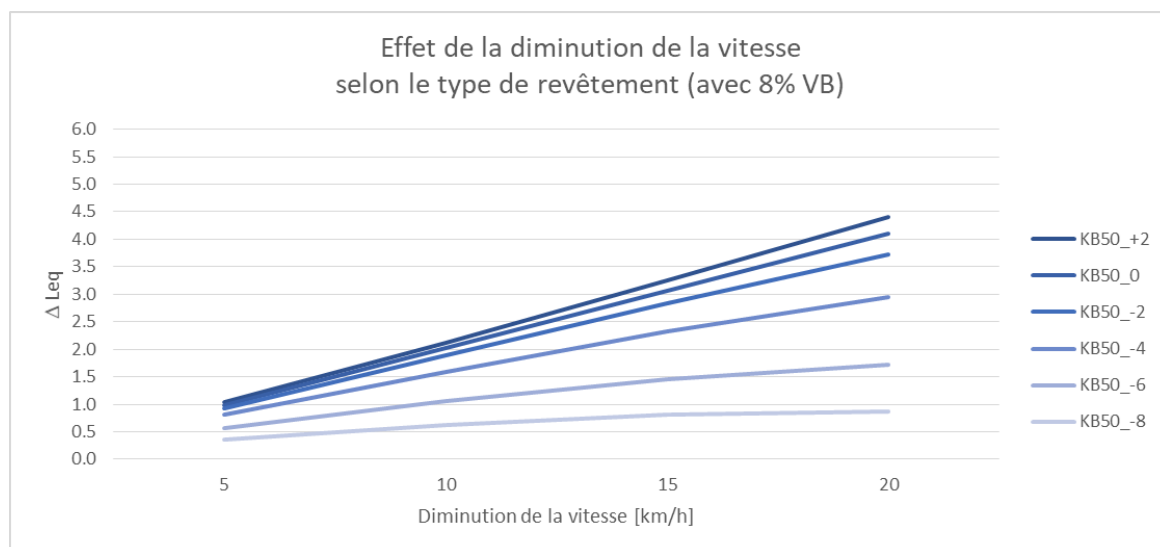
Les effets de réduction de la vitesse de 50 km/h calculés selon le modèle sonROAD18 sont indiqués dans les graphiques suivants en fonction du type de revêtement, de la réduction effective de la vitesse et du taux de véhicules bruyants (voir aussi graphiques détaillés en annexe 13).

Dans des configurations standards, le modèle sonROAD18 prédit par exemple que pour un revêtement standard (KB50\_0 de type ACMR8), une réduction de vitesse de 15 km/h permet de réduire le bruit d'environ 3.5 dB(A) pour une route avec uniquement des véhicules légers (pas de véhicule bruyant) et d'environ 3.0 dB(A) pour une route avec un taux de véhicules bruyants de 8 %.

Pour un revêtement phonabsorbant (KB50\_-4 de type SDA4), l'effet d'une réduction de vitesse de 15 km/h serait d'environ 3.0 dB(A) pour une route avec uniquement des véhicules légers (pas de véhicule bruyant) et d'environ 2.3 dB(A) pour une route avec un taux de véhicules bruyants de 8 %.



Réduction des niveaux sonores en fonction de la réduction de la vitesse selon sonROAD18 (avec 0% VB)

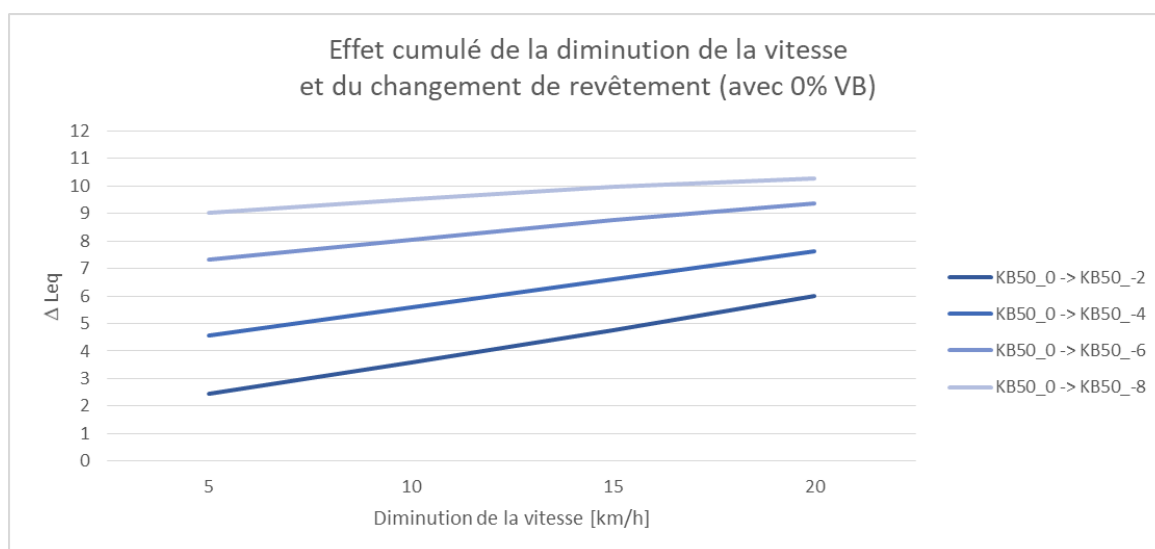


Réduction des niveaux sonores en fonction de la réduction de la vitesse selon sonROAD18 (avec 8% VB)

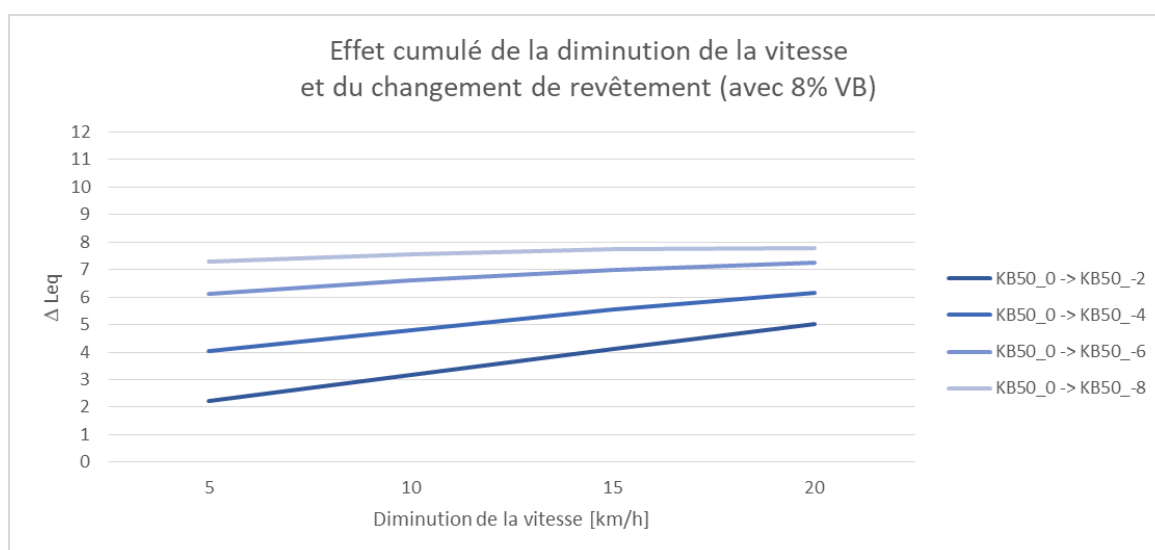
### 6.2.2 Effets cumulés de la limitation 30 km/h et du changement de revêtement

Les effets cumulés de réduction de la vitesse de 50 km/h et du changement de revêtement calculés selon le modèle sonROAD18 sont indiqués dans les graphiques suivants de la réduction effective de la vitesse et du taux de véhicules bruyants (voir aussi graphiques détaillés en annexe 13).

Dans des configurations standards, le modèle sonROAD18 prédit par exemple que pour une réduction de vitesse de 15 km/h et le changement de revêtement (de revêtement standard KB50\_0 de type ACMR8 à un revêtement phonoabsorbant KB50\_-4 de type SDA4), la réduction des niveaux sonores serait d'environ 6.5 dB(A) pour une route avec uniquement des véhicules légers (pas de véhicule bruyant) et d'environ 5.5 dB(A) pour une route avec un taux de véhicules bruyants de 8 %.



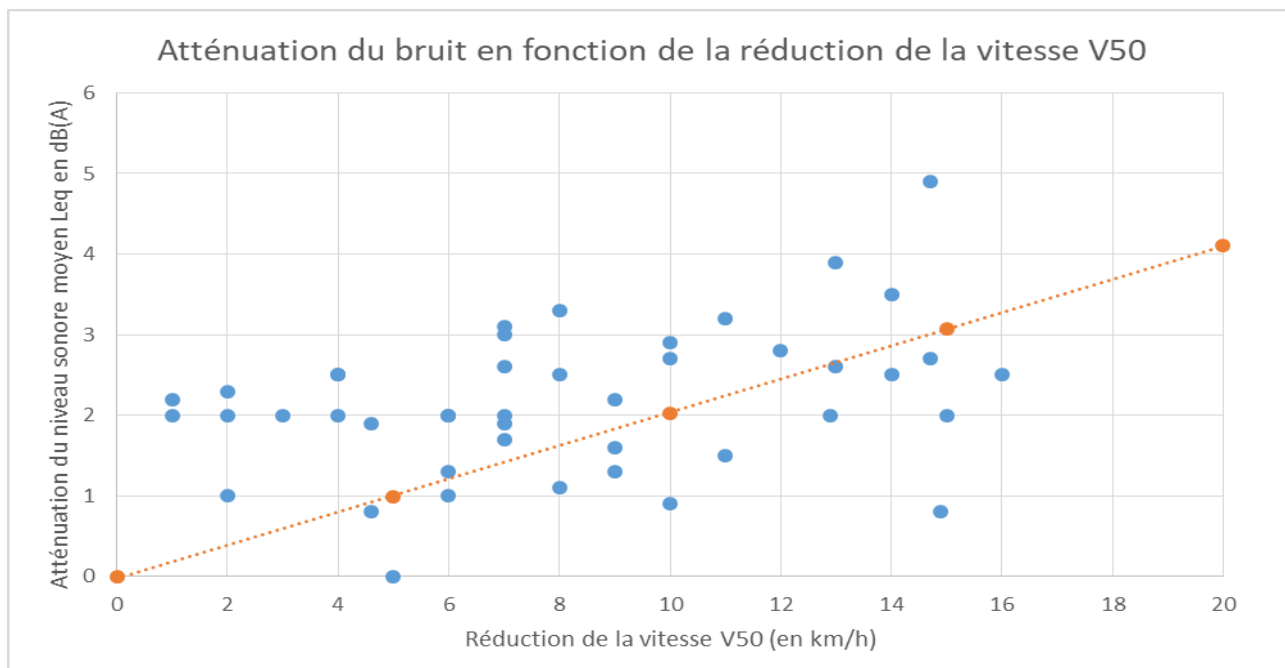
Réduction des niveaux sonores en fonction de la réduction de la vitesse et du changement de revêtement selon sonROAD18 (avec 0% VB)



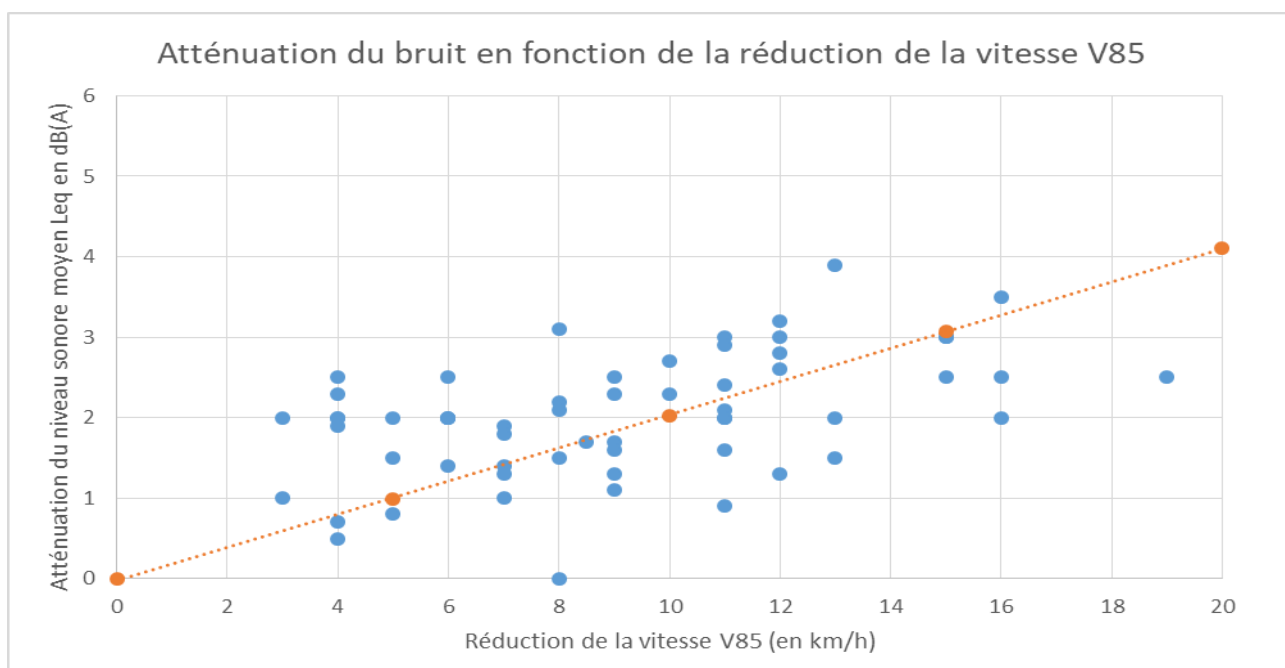
Réduction des niveaux sonores en fonction de la réduction de la vitesse et du changement de revêtement selon sonROAD18 (avec 8% VB)

### 6.3 Comparaison entre mesurages et modèle sonROAD18

La comparaison du modèle de calcul sonROAD18 avec les mesurages effectués pour les 54 tronçons en Suisse (voir graphiques ci-dessous) montrent que le modèle sonROAD18 (courbes orange) permet d'obtenir des valeurs théoriques assez proches des valeurs moyennes mesurées sur les tronçons (points bleus). Le modèle sonROAD18 semble sous-estimer légèrement les effets de la limitation à 30 km/h lorsque la réduction des vitesses effectives est faible.



*Réduction des niveaux sonores en fonction de la réduction de la vitesse (V50) et effet théorique déterminé selon sonROAD18*



*Réduction des niveaux sonores en fonction de la réduction de la vitesse (V85) et effet théorique déterminé selon sonROAD18*

Par rapport aux résultats des mesurages à Frasses (voir graphiques ci-dessous), le modèle sonROAD18 est relativement précis pour l'effet avec l'ancien revêtement :

- Effet mesuré : 3.0 dB(A)
- Effet pronostiqué par sonROAD18 (KB50\_0) : 3.0 dB(A)

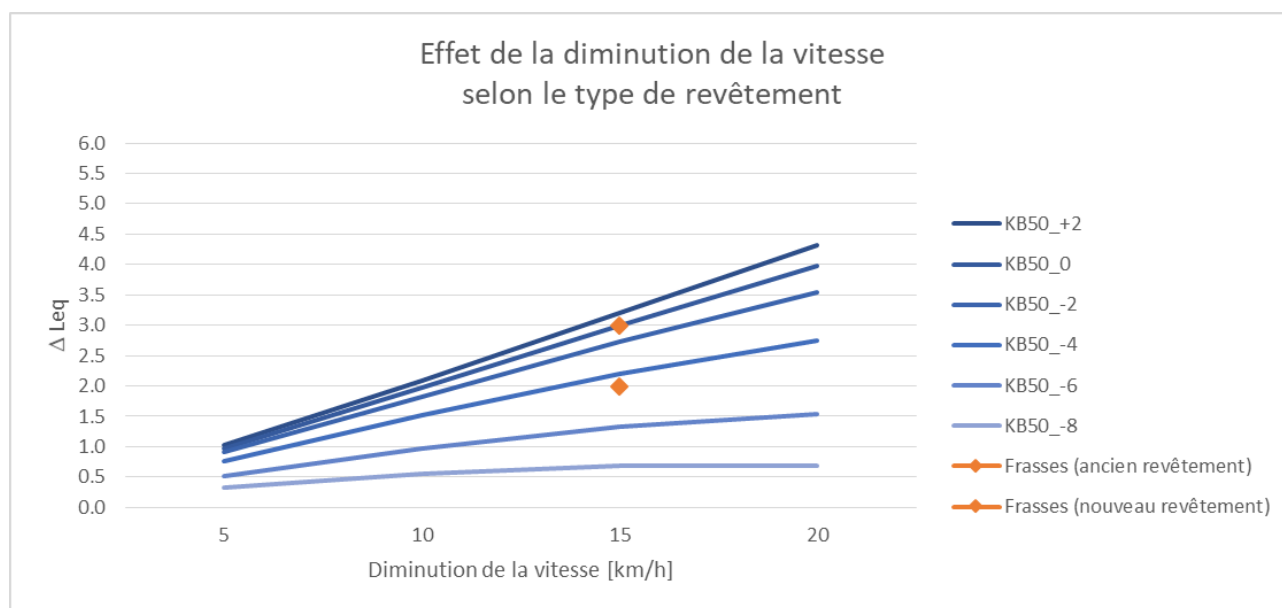
Pour le nouveau revêtement (SDA4 neuf) qui devrait correspondre environ à la valeur de la courbe KB50\_-7 (selon valeur mesurée par méthode CPX), le modèle sonROAD18 fournit une détermination moins élevée :

- Effet mesuré : 2.0 dB(A)
- Effet pronostiqué par sonROAD18 (KB50\_-7) : 1.0 dB(A)

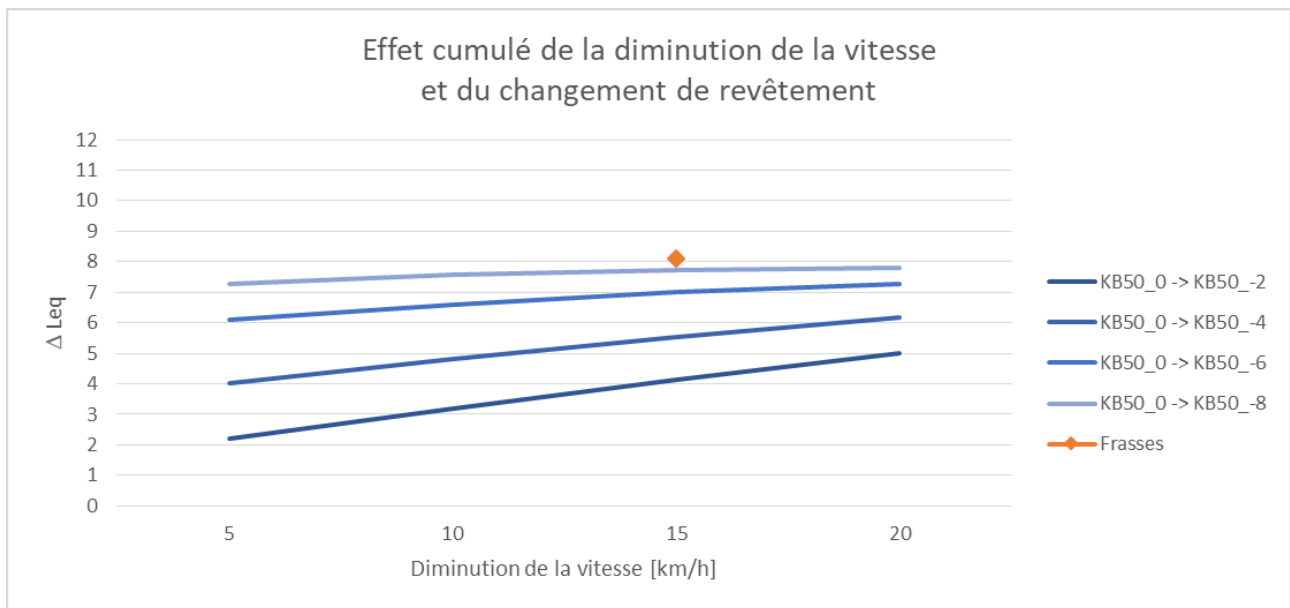
Pour les effets cumulés de la limitation 30 km/h et du nouveau revêtement (SDA4 neuf), les valeurs sont les suivantes :

- Effet mesuré : 8.1 dB(A)
- Effet pronostiqué par sonROAD18 (KB50\_-7) : 7.4 dB(A)

Les valeurs pronostiquées par sonROAD18 ne sont probablement pas adaptées dans le cas d'un revêtement neuf (qui vient d'être posé). En effet, les caractéristiques phoniques d'un revêtement juste après sa pose sont relativement particulières, ce qui justifie en général de ne pas faire de mesurages avant une période de « rodage » du revêtement de plusieurs mois à 1 an.



*Réduction des niveaux sonores mesurés à Frasses et effet théorique déterminé selon sonROAD18 ,*



*Réduction des niveaux sonores mesurés à Frasses pour l'effet cumulé (30 km/h + revêtement) et effet théorique déterminé selon sonROAD18*

## 6.4 Méthode d'évaluation

La comparaison du modèle de calcul sonROAD18 et des différents résultats obtenus in situ sur plus de 50 tronçons permettent de valider ce modèle de calcul dans des configurations standard. Il est donc proposé d'utiliser ce modèle pour déterminer les effets de la limitation de la vitesse à 30 km/h ainsi que les effets cumulés avec la pose d'un nouveau revêtement.

Les graphiques en page suivante (pour une réduction effective de la vitesse de 15 km/h) et ceux figurant en annexe 13 (pour différents taux de véhicules bruyants) permettent de déterminer graphiquement et de manière simplifiée les effets de la limitation à 30 km/h dans les cas standards.

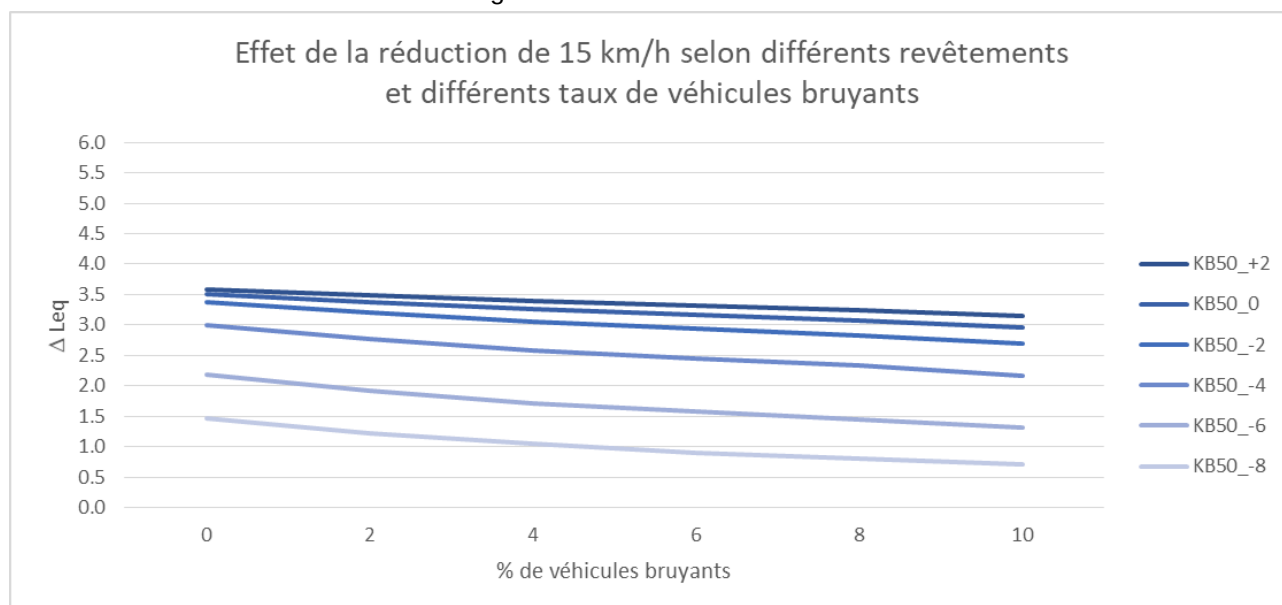
La précision de cette détermination est liée d'une part à la précision du modèle de calcul sonROAD18 (estimé à  $\pm 1.5$  dB(A) pour des configurations standard) et d'autre part aux incertitudes sur les données de base, en particulier concernant la baisse effective des vitesses et les propriétés acoustiques des revêtements.

Par exemple, pour une route à 30 km/h, une modification de 10% de la vitesse des véhicules entraîne une différence de pronostique de 0.5 dB(A) (voir extrait du rapport sonROAD18 ci-dessous)

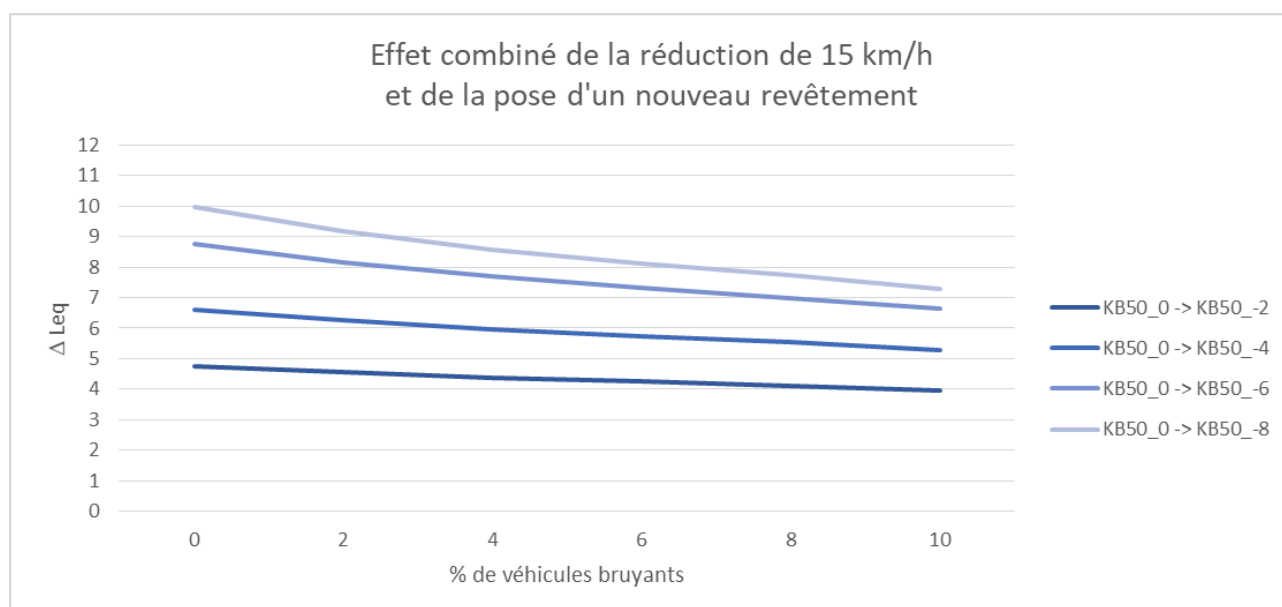
| Parameter                   | SS-30 | VS-50 | HLS-4-N-120 |        |
|-----------------------------|-------|-------|-------------|--------|
| Geschwindigkeit $v_s$       | 0.5   | 0.9   | 1.2         | dB/10% |
| Steigung $s$                | 1.7   | 1.1   | 0.5         | dB/10% |
| Belag $\Delta L_{W,R,road}$ | 0.5   | 0.8   | 1.0         | dB/1dB |
| Temperatur $T$              | -0.3  | -0.6  | -0.70       | dB/10C |
| Verkehrsmenge $N$           | 0.41  | 0.41  | 0.41        | dB/10% |

Tabelle 13.1: Sensitivitätsanalyse einer  $L_{eq,A}$ -Berechnung hinsichtlich der verschiedenen Eingangsparameter

Extrait du rapport sonROAD18 (sonROAD18 - Berechnungsmodell für Strassenlärm - Empa-Nr. 5214.010948 - 2018-07-09)



Réduction des niveaux sonores déterminés selon sonROAD18 dans le cas d'une réduction de la vitesse de 15 km/h



Réduction des niveaux sonores pour l'effet cumulé (30 km/h + revêtement) déterminé selon sonROAD18 dans le cas d'une réduction de la vitesse de 15 km/h

Exemples de détermination de l'effet de la limitation de la vitesse à 30 km/h :

1. Avec une réduction de la vitesse de 15 km/h (par exemple de 50 km/h à 35 km/h), la réduction du bruit prévisible pour une route avec 8% de véhicules bruyants avec un revêtement standard de type MR8 (KB50\_0) est de 3.0 dB(A).
2. Avec une réduction de la vitesse de 15 km/h (par exemple de 50 km/h à 35 km/h), la réduction du bruit prévisible pour une route avec 8% de véhicules bruyants avec un revêtement phonoabsorbant de type MR4 (KB50\_-4) est de 2.3 dB(A).
3. Avec une réduction de la vitesse de 15 km/h (par exemple de 50 km/h à 35 km/h) et un changement de revêtement (de KB50\_0 / MR8 à KB50\_-4 / SDA4), la réduction du bruit prévisible pour une route avec 8% de véhicules bruyants est de 5.5 dB(A).

## 7. CONCLUSIONS

Des mesurages du bruit du trafic routier ont été réalisés le long de la route cantonale sur le territoire de la commune des Montets à Frasses dans le but de déterminer l'effet sur le bruit des limitations de vitesse, de la pose d'un revêtement phonoabsorbant et de l'effet combiné de ces deux mesures.

Ces mesurages ont été effectués à 4 emplacements représentant des conditions différentes de trafic (en particulier par rapport à la vitesse autorisée) et reproduits à 4 reprises pour tenir compte des changements de l'infrastructure routière (modifications des vitesses légales, pose d'un revêtement phonoabsorbant).

Pour le secteur qui a fait l'objet de la réduction de vitesse de 50 km/h à 30 km/h, la diminution moyenne du bruit est de 3.0 dB(A) avec une baisse de la vitesse moyenne des véhicules de 15 km/h avec l'ancien revêtement. Avec le nouveau revêtement, la réduction du bruit est de 2.0 dB(A) pour une baisse des vitesses moyennes de 13 km/h.

Pour le secteur qui a fait l'objet de la réduction de vitesse de 70 km/h à 60 km/h, les vitesses moyennes ont diminué de l'ordre de 1 à 2 km/h. Les niveaux sonores moyens n'ont pas changé de manière significative.

Pour les 2 secteurs qui n'ont pas fait l'objet de changement de vitesse (emplacement à 50 km/h et emplacement 80 km/h), les vitesses moyennes ont légèrement baissé, de l'ordre de 2 à 5 km/h. Cela provient probablement du fait qu'il y a un tronçon à 30 km/h à proximité au centre du village. Les niveaux sonores moyens n'ont pas changé de manière significative.

La pose du nouveau revêtement routier a permis de réduire les niveaux sonores de 4.7 à 6.7 dB(A) par rapport à l'ancien revêtement (valeurs variables selon les emplacements). Les mesurages CPX confirment cette importante réduction du bruit avec une valeur de réduction de 7.0 dB(A).

Pour le point qui a fait l'objet de la réduction de vitesse, l'effet cumulé de la limitation de vitesse de 50 km/h à 30 km/h et de la pose du nouveau revêtement permet de réduire les niveaux sonores moyens de 8.1 dB(A).

En complément, les analyses statistiques ont permis de montrer que la réduction des niveaux de pointe au passage des véhicules (L<sub>max</sub>) est plus importante que la réduction des niveaux sonores moyens. Avec la réduction de la vitesse de 50 km/h à 30 km/h, les niveaux de pointes sont réduits de 4.7 dB(A) pour l'ancien revêtement et de 2.6 dB(A) pour le nouveau revêtement. La pose du nouveau revêtement a permis de réduire les niveaux de pointe de 7.3 dB(A) à une vitesse de 30 km/h et de 9.3 à une vitesse de 50 km/h. Pour l'effet cumulé de ces 2 mesures, les niveaux de pointe ont diminué en moyenne de 12.0 dB(A).

Les résultats concernant l'efficacité du nouveau revêtement routier ont été déterminés juste après sa pose. Ils ne tiennent donc pas compte de son vieillissement (diminution de l'efficacité avec le temps).

Sur la base des résultats de ces mesurages et en analysant plus en détail les données de plus de 50 tronçons limités à 30 km/h en Suisse, le nouveau modèle de calcul sonROAD18 est recommandé pour estimer l'effet de la baisse de vitesse dans le cas d'une limitation à 30 km/h. Ce modèle permet de déterminer l'effet de cette diminution de vitesse selon différents paramètres (réduction effective de la vitesse, type de revêtement, taux de véhicules bruyants...) ainsi que les effets cumulés de cette limitation de vitesse avec la pose d'un nouveau revêtement.