



Référence du dossier : atr / BAV-522.31-00003/00004

Robert Attinger, juillet 2017

Bruit ferroviaire

Modèles de calcul des émissions

Sommaire

1 Introduction.....	2
2 SEMIBEL.....	2
3 sonRAIL.....	3
4 sonRAIL, ajustement par SEMIBEL.....	3
Bibliographie.....	5



1 Introduction

La description ci-après des modèles de calcul utilisés en Suisse ne remplace pas les documentations détaillées des modèles. Cependant, elle vise à permettre à l'utilisateur de se faire une idée générale des modèles employés et de leur application.

Les chiffres aujourd'hui disponibles des niveaux sonores des chemins de fer ont été calculés pour la plupart avec les modèles SEMIBEL [1] et sonRAIL [2]. Les deux modèles comportent chacun une partie émissions et une partie propagation. Le modèle SEMIBEL a été publié en 1990. L'assainissement phonique des chemins de fer jusqu'à 2015 repose dans une large mesure sur ces valeurs-modèles.

Le modèle sonRAIL a été publié en 2010 après d'importants travaux de développement. Il tient compte des caractéristiques acoustiques du nouveau matériel roulant et permet notamment une prise en compte nettement meilleure des caractéristiques acoustiques de la superstructure ainsi que des facteurs de la propagation du bruit. Le *webtool* développé par l'EMPA permet une application simple, et fournit notamment les valeurs d'émissions. Grâce à cet outil en ligne, il devient possible, dans une deuxième phase, d'effectuer le calcul de propagation avec le modèle SEMIBEL, qui demande nettement moins de puissance de calcul.

Les CFF ont développé, à titre de solution provisoire, une approximation des valeurs d'émissions selon sonRAIL avec l'algorithme de SEMIBEL afin de simplifier l'application. En admettant l'hypothèse d'une rugosité de la voie moyenne, on peut de cette manière calculer les valeurs d'émissions selon sonRAIL par approximation avec une faible marge d'erreur. Cette approche a notamment été utilisée pour le calcul des émissions effectives de 2015.

2 SEMIBEL

Les valeurs d'émissions du répertoire des émissions 2015 ont été calculées avec les paramètres du tableau 1. Ces paramètres-types ont également été utilisés dans le cadre de nombreux projets de construction et d'aménagement. La majeure partie des émissions déterminées repose donc sur ces bases.

$$L_{r,e} = \sum (\sum (A + B \times \log(V) + 10 \times \log(L)) + 10 \times \log(M) + F + K1$$

- A,B: paramètres spécifiques au matériel roulant
- V: vitesse de déplacement effective en km/h
- L: longueur du véhicule
- M: nombre moyen de trains par heure et par période (jour ou nuit)
- F: correction de la voie
- K1: correction de niveau

Les paramètres A et B sont des valeurs indicatives de chacun des types de véhicule. Le paramètre A a été adapté pour les véhicules ferroviaires assainis à partir de mesures comparatives.

Type de wagon	Désignation	A	B	Exemple	Rq
L-G	Loc avec semelles de frein en fonte grise	3	25	Re 420 (Re 4/4)	*
P-G	Voiture avec semelles de frein en fonte grise	4	25	VU I / II, non assainie	*
P-D	Voiture avec freins à disque	-28	35	VU IV	*
P-K	Voiture avec freins à sabots en matière plastique	0	25	Presque plus utilisé	*
G-G	Wagon avec semelles de frein en fonte grise	22	15	Depuis 2011 presque exclusivement étranger	*

P-KE	Voiture assainie (semelles K)	-5	25	VU I / II, assaini (presque tous)	
P-DM	Voiture avec freins à disque, nouveaux type de construction	-30	35	ICN, IC2000	
G-KE	Wagon neuf ou assaini (semelles K)	15	15	Wagons neufs et assainis	
G-DM	Wagon avec freins à disque, type de construction moderne	12	15	Seulement quelques types	
L-S	Loc avec freins en métal fritté	-2	25	Re 420, Re 450	
L-SM	Loc avec freins en métal fritté, type de construction moderne	-28	35	Re 460	

Tableau 1 : paramètres de SEMIBEL (* valeurs originales SEMIBEL, p. 53)

Les valeurs ont été calculées en considérant une voie de rugosité moyenne.

Le paramètre F (correction de la voie) prend en compte les données de génie civil locales. Le supplément de 3 dB pour le type de rail VI (UIC 60) joue notamment un rôle important. Divers suppléments sont aussi attribués pour les ponts.

K1 est la correction de niveau d'évaluation du bruit en fonction du nombre de trains par jour ou par nuit conformément à l'annexe 4 de l'ordonnance sur la protection contre le bruit (OPB)¹. Cette valeur doit être adaptée si le périmètre considéré se trouve dans le secteur d'influence de plusieurs lignes ferroviaires.

Le modèle peut être mis en œuvre simplement dans une feuille de calcul.

3 sonRAIL

Le modèle sonRAIL [2] permet de calculer les émissions dans des spectres de puissance acoustique de 100 à 8000 Hz pour cinq hauteurs de source. La [documentation de projet](#) (en allemand) contient un complément d'informations. La mise en œuvre du modèle n'est pas très simple. C'est pourquoi l'EMPA a développé le [Webtool sonRAIL](#) sur mandat de l'OFEV.

Cet outil fournit également une valeur d'émissions qui correspond aux règles du modèle SEMIBEL. De cette manière, il est possible de faire un calcul de propagation également avec le modèle SEMIBEL, plus simple.

4 sonRAIL, ajustement par SEMIBEL, SEMIBEL(sonRAIL)

Grâce à un ajustement statistique des paramètres A et B, il est possible de calculer la valeur d'émissions $Le_{q,e}$ de sonRAIL par approximation fiable avec l'algorithme de SEMIBEL [3]. Il manque les informations supplémentaires aux 5 hauteurs de source et les spectres des fréquences, et les caractéristiques acoustiques de la superstructure (par ex. rugosité de la voie) ne peuvent être prises en compte que dans une mesure limitée. Mais ces valeurs d'émissions suffisent à calculer ensuite l'immission avec le modèle de propagation de SEMIBEL.

Les valeurs d'émissions effectives du cadastre d'exposition au bruit 2015 ont été calculées avec ces paramètres adaptés conformément au tableau 2 ci-dessous.

¹ RS 814.41

Type de wagon	Désignation	A	B	A	B
P-D	Voiture avec freins à disque	6.8	16.8	-28	35
G-G	Wagon avec semelles de frein en fonte grise	11.0	22.7	22	15
P-KE	Voiture assainie (semelles K)	6.4	19.1	-5	25
P-DM	Voiture avec freins à disque, nouveau type de construction	3.6	19.2	-30	35
G-KE	Wagon neuf ou assaini (semelles K)	8.8	19.3	15	15
G-DM	Wagon avec freins à disque, type de construction moderne	12.2	16.5	12	15
L-S	Loc avec freins en métal fritté	30.4	11.2	-2	25
L-SM	Loc avec freins en métal fritté, type de construction moderne	6.4	20.3	-28	35

Tableau 2 : paramètres du modèle sonRAIL, ajustement par SEMIBEL

À noter : ces paramètres donnent la valeur d'émissions sur une superstructure standard avec traverses en béton et type de rail VI. Une correction de -1.2 dB(A) est effectuée pour la superstructure avec traverses en bois et type de rail IV.

« SEMIBEL (sonRAIL) » est la désignation actuellement utilisée pour le modèle dans le cadastre de bruit (LGéo, ID 126).

Bibliographie

- [1] OFEFP 1990: SEMIBEL, modèle suisse des émissions et des immissions pour le calcul du bruit des chemins de fer, cahiers de l'environnement n° 116.
- [2] OFEV 2010: [sonRAIL, documentation de projet](#). (en allemand)
- [3] Scossa-Romano Enzo, Hafner Michael 2013: Angleichung der SEMIBEL Emissionsparameter an die sonRAIL Emissionsmessungen durch "curve fitting".