



# Comparaison des modèles de calcul du bruit

Dimitri Magnin


Bureau d'ingénieurs EcoAcoustique SA - Lausanne

SSA/cerclebruit – Morat - 3 novembre 2011

# Comparaison des modèles de calcul du bruit

1. Constat initial
2. Objectifs de l'étude
3. Bases légales
4. Inventaires des méthodes et des logiciels
5. Test de comparaison
6. Bilan et conclusions

# Constat initial

- Manque de transparence des expertises et des logiciels :
  - Méthode de calcul  $\leftrightarrow$  Logiciel informatique
  - Calcul des émissions  $\leftrightarrow$  Calcul de la propagation
- Evolution des logiciels :
  - Davantage de puissance de calcul
  - Davantage de fonctions et de paramètres
  - Meilleur rendu des cartes
  - ...

Précision (???)
- Reproductibilité des expertises et égalité de traitement pas assurées

# Objectifs

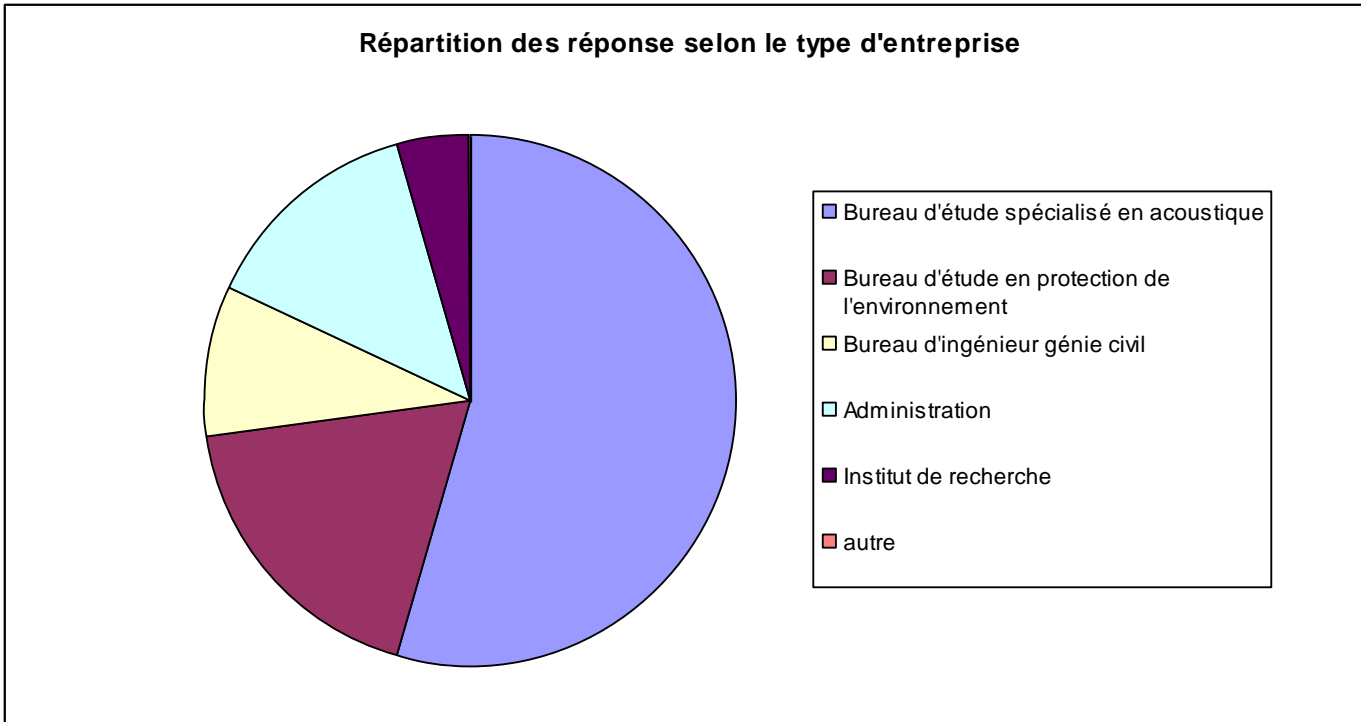
- Mandat de l'OFEV :
  - Comparaison des modèles de calcul du bruit (méthodes et logiciels)
- Objectifs :
  - Inventaire des méthodes de calculs utilisées en Suisse
  - Inventaire des logiciels disponibles sur le marché
  - Inventaire des moyens de vérification
  - Bilan de la situation actuelle
  - Proposition d'une stratégie

# Bases légales

- Annexe 2 OPB :
  - « L'OFEV recommande aux autorités d'exécution des méthodes de calculs appropriées et adaptées à l'état de la technique. »
- Uniformité de l'application des méthodes de calcul, en particulier des méthodes spécifiques à la Suisse
- Reproductibilité des expertises
- Egalité de traitement

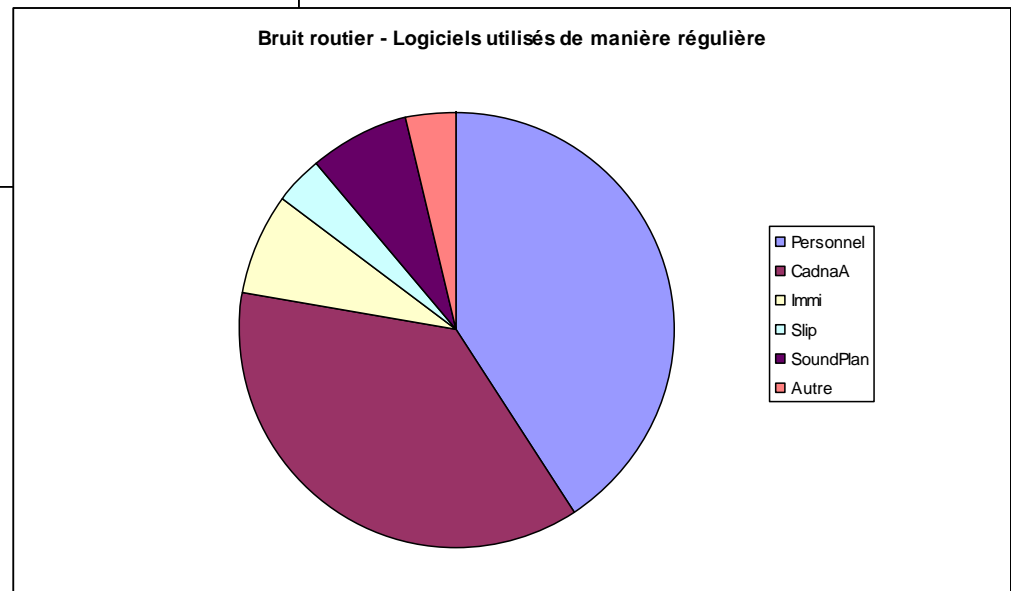
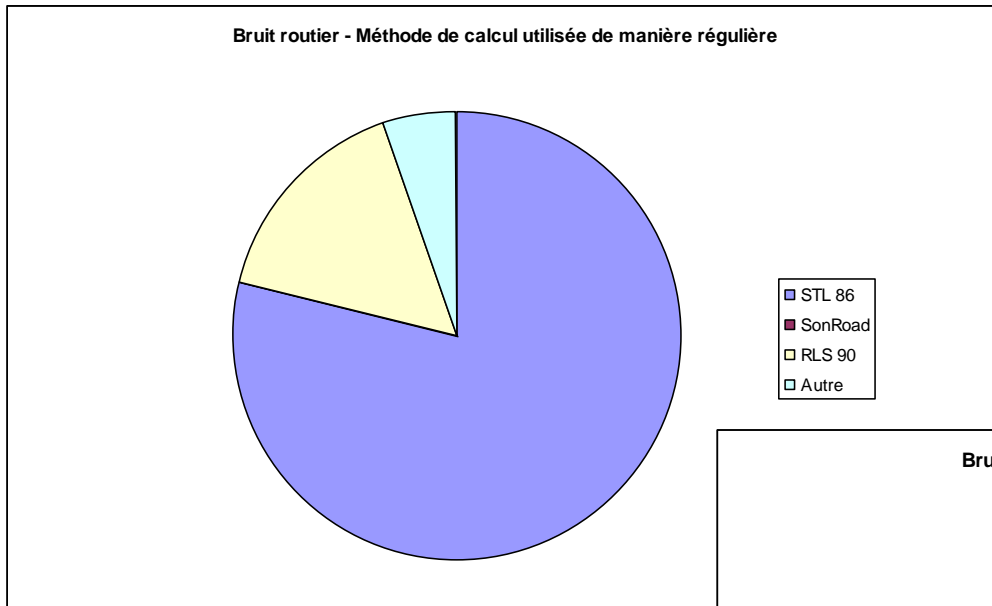
# Inventaire des méthodes et logiciels (1)

- Questionnaire aux membres SSA (juin 2009)



- Merci aux personnes qui ont pris le temps de répondre

# Inventaire des méthodes et logiciels (2)



# Inventaire des méthodes et logiciels (3)

## Méthodes disponibles selon les différents logiciels (état 2010)

Méthode de calcul		CadnaA (4.0)	Lima (5.0)	Predictor (6.1)	Slip (08)	Immi (2010)	Sound Plan (7.0)
<b>Route</b>							
STL 86	Schweiz	x			x	x (partiel)	x (partiel)
SonRoad	Schweiz	x			x (à venir)	x (partiel)	
NMPBRoutes96	Frankreich, EUInterim	x	x (XPS 31-133)	x (XPS 31-133)		x	x
RLS90, VBUS	Deutschland	x	x			x	x
DIN 18005	Deutschland	x	x			x	x
RVS 04.02.11	Österreich	x	x (3.02)			x	x (3.02)
CRTN	Grossbritannien	x	x	x		x	x
TemaNord 1996:525	Skandinavien	x				x	
Czech Method	Tschechien	x					
UT2.1-302			x			x	
Iso 9613				x			
CRTN (New Zealand)				x			
FHWA	USA						x
TNM	USA						x
Statens planverk n°48	DK						x
ASJ RTN Model B 1998-2003	Japan						x
Nordic traffic noise prediction 1996							x
Nord 2000 Strasse							x
Russische Strasse	Russian						x
<b>Train</b>							
Semibel	Schweiz	x			x	x	x (partiel)
RMR, SRM II	Niederlande, EUInterim	x	x	x		x	x
Schall03, Schall Transrapid, VBUSch	Deutschland	x	x			x	x
Schall03 Neu, Entwurf	Deutschland	x					
DIN 18005	Deutschland	x	x				x
ONR 305011	Österreich	x	x			x	x
NMPBFer	Frankreich	x		x			x
CRN	Grossbritannien	x	x			x	x
TemaNord 1996:524	Skandinavien	x				x	x
FTA/FRA	USA	x					
Akustik 04			x				
RLM2/Iso			x				
MSZ 2904			x				
NMT 98							x
NRPMPKR 130							x
Nord 2000 Schiene							x
Russische Schiene	Russian						x



# Inventaire des méthodes et logiciels (4)

Méthodes disponibles selon les différents logiciels (état 2010)

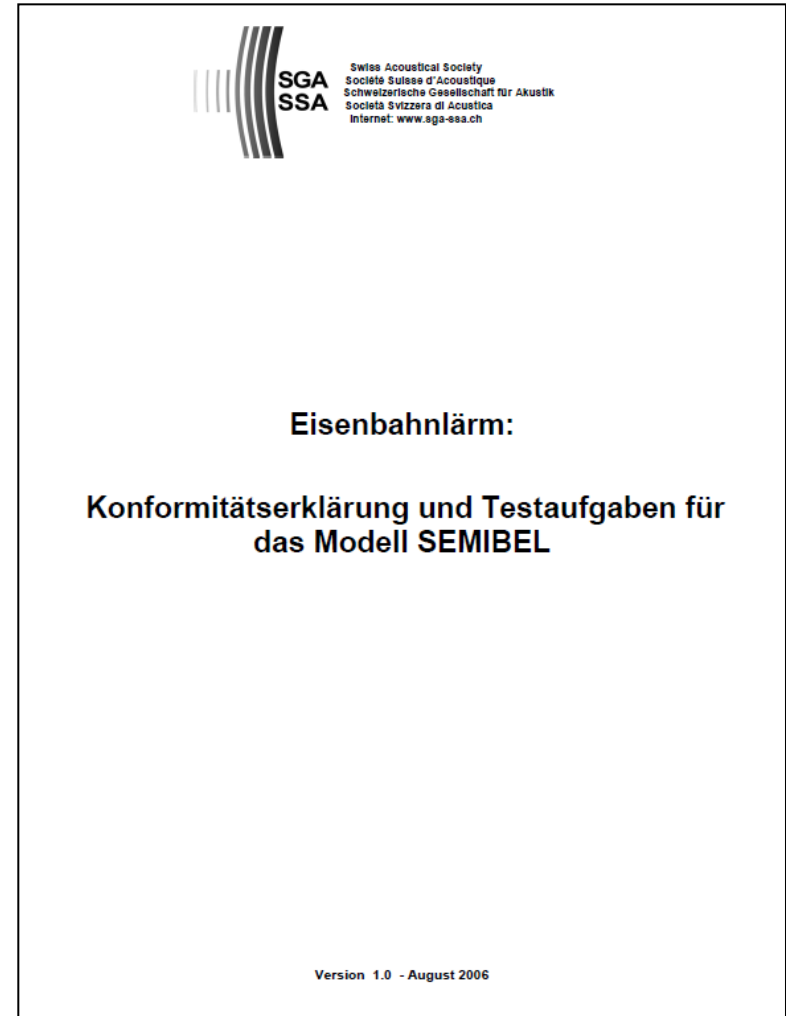
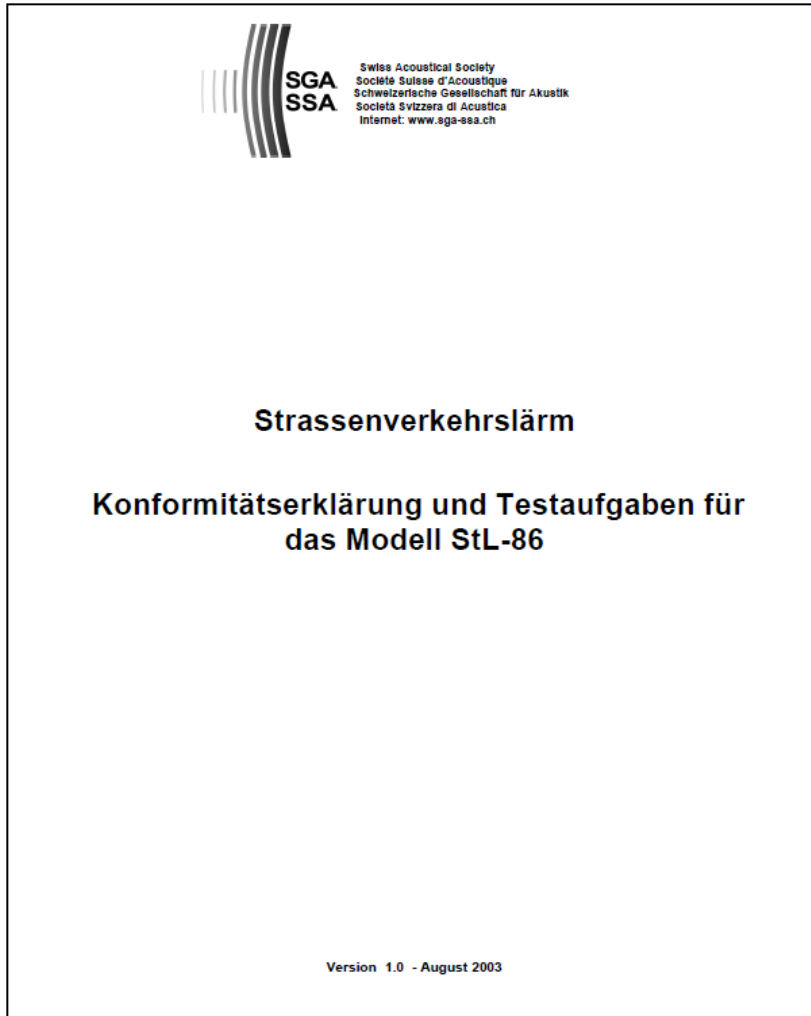
Méthode de calcul		CadnaA (4.0)	Lima (5.0)	Predictor (6.1)	Slip (08)	Immi (2010)	Sound Plan (7.0)
<b>Industrie</b>							
ISO 9613	International, EUInterim	x		x	x	x	x
VDI 2714, VDI 2720	Deutschland	x	x			x	x
DIN 18005	Deutschland	x	x				x
ÖAL Richtlinie Nr. 28	Österreich	x	x			x	x
BS 5228	Grossbritannien	x	x			x	x
General Prediction Method	Skandinavien	x					x
Ljud från vindkraftverk	Schweden	x					
Harmonoise, P2P calculation model	International	x					
DAL 32			x	x			
Nordforsk 32						x	
Handleiding Industrie	Pays-bas					x	
Constrution noise	Hong Kong						x
ASJ CN model 2002	Japan						x
TNM	USA						x
VDI 3760	Deutschland						x
<b>Avion</b>							
Fiula 2	<b>Schweiz</b>						
ECAC Doc. 29, 2nd edition 1997	International, EUInterim	x	x			x	x
DIN 45684	Deutschland	x	x			x	x
AzB	Deutschland	x	x				x
AzBMIL	Deutschland	x	x				
LAILandeplatzleitlinie	Deutschland	x					
AzB 2007, Entwurf	Deutschland	x				x	x
LBF			x				
Simulation moving point source			x				
OAL 24							x
<b>Stand de tir</b>							
SonGun	<b>Schweiz</b>						
SL 2000	<b>Schweiz</b>						
SL 90	<b>Schweiz</b>						

# Inventaire des méthodes et logiciels (5)

## Méthodes suisses disponibles (état 2010)

Logiciels	STL-86		SonRoad		SEMIBEL	
	émission	propagation	émission	propagation	émission	propagation
<b>CadnaA</b>	<b>oui</b>	<b>oui</b>	<b>oui</b>	<b>oui</b>	<b>oui</b>	<b>oui</b>
<b>IMMI</b>	<b>oui</b>	ISO 9613-2	<b>oui</b>	ISO 9613-2	<b>oui</b>	<b>oui</b>
<b>SLIP</b>	<b>oui</b>	<b>oui</b>	prévu	prévu	<b>oui</b>	<b>oui</b>
<b>SoundPlan</b>	<b>oui</b>	ISO 9613-2	non	non	<b>oui</b>	ISO 9613-2

# Test de comparaison (1)



# Test de comparaison (2)

## Aufgabe 1: Emissionsmodell

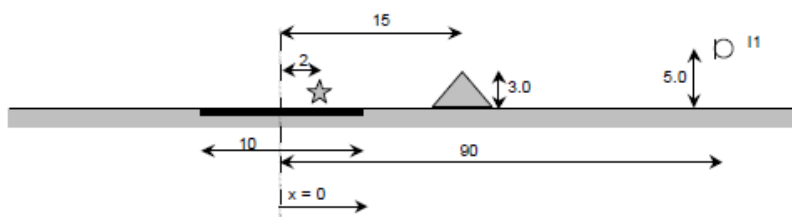
M	SVA	v	Steigung	Belag	LG	LM	Li	LB	K1	Lr,e
[Fz/h]	[%]	[km/h]	[%]		[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB]
Verkehrsmenge > 100										
3'000	10.0	60	0	Asphalt	50.8	34.8	0.0	0.0	0.0	85.55
1'000	10.0	60	0	Asphalt	50.8	30.0	0.0	0.0	0.0	80.78
500	10.0	60	0	Asphalt	50.8	27.0	0.0	0.0	0.0	77.77
200	10.0	60	0	Asphalt	50.8	23.0	0.0	0.0	0.0	73.79
101	10.0	60	0	Asphalt	50.8	20.0	0.0	0.0	0.0	70.83
Verkehrsmenge <= 100										
100	10.0	60	0	Asphalt	50.8	20.0	0.0	0.0	0.0	70.78
50	10.0	60	0	Asphalt	50.8	17.0	0.0	0.0	-3.0	64.76
31.6	10.0	60	0	Asphalt	50.8	15.0	0.0	0.0	-5.0	60.78
10	10.0	60	0	Asphalt	50.8	10.0	0.0	0.0	-5.0	55.78
5	10.0	60	0	Asphalt	50.8	7.0	0.0	0.0	-5.0	52.77
Verkehrsmengenzusammensetzung										
500	20.0	60	0	Asphalt	52.7	27.0	0.0	0.0	0.0	79.66
500	15.0	60	0	Asphalt	51.8	27.0	0.0	0.0	0.0	78.82
500	10.0	60	0	Asphalt	50.8	27.0	0.0	0.0	0.0	77.77
500	5.0	60	0	Asphalt	49.4	27.0	0.0	0.0	0.0	76.39
500	0.0	60	0	Asphalt	47.4	27.0	0.0	0.0	0.0	74.35

# Test de comparaison (3)

## Aufgabe 7: Langer gerader Fahrstreifen mit langer Abschirmung durch einen Lärmschutzwall

### Situation:

- ebenes horizontales Gelände mit Grasboden (Strömungswiderstand = 300 Rayl)
- 2 spurige, 10 m breite Strasse (Achse bei  $x = 0$ ), die sich von  $y = -500$  m bis  $y = +500$  m erstreckt, mit hartem, akustisch neutralem Belag (Strömungswiderstand = 20'000 Rayl)
- als Quelle wird die Fahrspur bei  $x = 2.0$  m bei einem Verkehr von 1000 Fz/h, 10% akustisch wirksamem Schwerverkehrsanteil und einer Geschwindigkeit von 60 km/h angenommen
- der Immissionspunkt I1 liegt 5.0 m über Boden bei  $x = 90.0$  m,  $y = 0.0$
- parallel zur Strasse verlaufender, 3.0 m hoher Lärmschutzwall mit der relevanten Hinderniskante bei  $x = 15.0$  m.

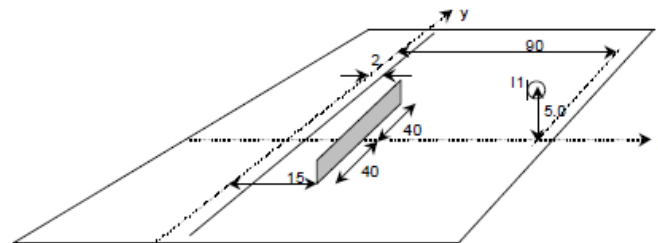


Ergebnisse nach StL-86+	Immissionspunkt I1
Emissionspegel $L_E$ [dB(A)]	80.78
Kürzester Abstand Fahrspur – Immissionspunkt $s$ [m]	88.10
Abstandsdämpfung im kürzesten Abstand [dB(A)]	19.45
Luftdämpfung im kürzesten Abstand $D_{\text{dämpfung}_L}$ [dB(A)]	0.44
Mittlere Ausbreitungshöhe über Grund im kürzesten Abstand $h$ [m]	3.69
Bodendämpfung im kürzesten Abstand $D_{\text{dämpfung}_B}$ [dB(A)]	1.09
Umweg bzgl. Direktverbindung im kürzesten Abstand $w$ [m]	0.11
Hinderniswirkung im kürzesten Abstand $H$ [dB(A)]	11.43
Totaler Aspektwinkel [°]	160
Immissionspegel $L_I$ [dB(A)]	48.0

## Aufgabe 11: Langer gerader Fahrstreifen mit kurzer Abschirmung durch eine Lärmschutzwand

### Situation:

- ebenes horizontales Gelände mit Grasboden (Strömungswiderstand = 300 Rayl)
- 2 spurige, 10 m breite Strasse (Achse bei  $x = 0$ ), die sich von  $y = -500$  m bis  $y = +500$  m erstreckt, mit hartem, akustisch neutralem Belag (Strömungswiderstand = 20'000 Rayl)
- als Quelle wird die Fahrspur bei  $x = 2.0$  m bei einem Verkehr von 1000 Fz/h, 10% akustisch wirksamem Schwerverkehrsanteil und einer Geschwindigkeit von 60 km/h angenommen
- der Immissionspunkt I1 liegt 5.0 m über Boden bei  $x = 90.0$  m,  $y = 0.0$
- parallel zur Strasse verlaufende, 3.0 m hohe kurze Lärmschutzwand bei  $x = 15.0$  m, von  $y = -40.0$  m bis  $y = 40.0$  m.



Ergebnisse nach StL-86+	Immissionspunkt I1
Emissionspegel $L_E$ [dB(A)]	80.78
Kürzester Abstand Fahrspur – Immissionspunkt $s$ [m]	88.10
Abstandsdämpfung im kürzesten Abstand [dB(A)]	19.45
Luftdämpfung im kürzesten Abstand $D_{\text{dämpfung}_L}$ [dB(A)]	0.44
Mittlere Ausbreitungshöhe über Grund im kürzesten Abstand $h$ [m]	3.69
Bodendämpfung im kürzesten Abstand $D_{\text{dämpfung}_B}$ [dB(A)]	1.09
Umweg bzgl. Direktverbindung im kürzesten Abstand $w$ [m]	0.111
Hinderniswirkung im kürzesten Abstand $H$ [dB(A)]	11.43
Totaler Aspektwinkel [°]	160
Immissionspegel $L_I$ [dB(A)]	58.2

# Test de comparaison (4)

- Logiciels et tests de comparaison

Logiciels	Test de comparaison suisse		Test de comparaison allemand			
	STL-86	SEMIBEL	Test-94	Test schall 03	Test VBUS 2006	DIN 45687
CadnaA	oui	oui	oui	oui	oui	oui
IMMI	-	-	oui	oui	oui	oui
SLIP	oui	oui	-	-	-	-
SoundPlan	-	-	oui	oui	-	-

- Tests de comparaison en cours de développement (SSA) :
  - Bruit industriel, norme ISO 9613-2
  - Bruit routier, secteur complexe, STL-86

# Bilan de la situation actuelle

- Logiciels pas toujours « transparents » par rapport aux différentes méthodes de calcul
- Test de comparaison peu connus et peu utilisés  
<http://www.sga-ssa.ch/d/download/publication.php>
- Coordination nécessaire OFEV / SSA :
  - groupe de travail SSA « contrôle de qualité des logiciels »

# Conclusions (1)

- Améliorer l'information sur les méthodes et les logiciels disponibles
  - Recommandation de l'OFEV sur les méthodes de calcul préconisées et les logiciels correspondant à l'état actuel de la technique (état 2010)

Logiciels	Bruit routier		Bruit ferroviaire	Bruit industriel
	STL-86	SonRoad	SEMIBEL	ISO 9613-2
<b>CadnaA</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>
<b>IMMI</b>	-	-	<b>X</b>	<b>X</b>
<b>SLIP</b>	<b>X</b>	--	<b>X</b>	<b>X</b>
<b>SoundPlan</b>	-	-	-	<b>X</b>

X : logiciel recommandé



# Conclusions (2)

## Tests de conformité :

- Recommandation de l'OFEV pour l'utilisation des tests de conformité
- Traduction en français des tests existants de la SSA
- Développement des tests de conformité (en collaboration avec la SSA) pour de nouvelles configurations et de nouvelles méthodes de calcul



## Comparaison des modèles de calcul du bruit

MERCI DE VOTRE ATTENTION

Dimitri Magnin - Bureau d'ingénieurs EcoAcoustique SA - Lausanne  
SSA/cerclebruit – Morat - 3 novembre 2011