

ETUDE « PROTECTION D EL’AIR ET DU CLIMAT »

ANNEXE 6- 1.1

*TABLEAU DES EMISSIONS DUES AUX ENGINS DE CHANTIER ET AUX TRANSPORTS
DE CHANTIER*

Emissions dues aux engins de chantier

Type d'engin	Nombre d'engins	Nb d'heures de travail par jour	Nb de jours travaillés	Facteur émission NOx (avec filtre) [kg/h]	Facteur émission PM (avec filtre) [kg/h]	Emissions NOx [kg]	Emissions PM10 [kg]
Pelle hydraulique (75 - 130 kW)	4	8	418	0.1307	0.001	1748.24	8.69
Tombereau (130-300kW)	4	8	198	0.1965	0.0013	1245.02	5.35
chargeuse (75-130 kW)	2	8	198	0.1113	0.0009	352.60	1.85
Compresseur (75 - 130 kW)	3	8	418	0.1457	0.0009	1461.66	5.87
Total						4807.528	21.77032

Emissions dues au transport de chantier

type véhicule	année	composition flotte	polluants	conditions circulation	vitesses (km/h)	coefficients
PLM	2015	BAU CH HB32	NOx	URB/Nationale(Ville)/50	50	3.266294003
PLM	2015	BAU CH HB32	PM	URB/Nationale(Ville)/50	50	0.045666154

Type matériaux	TJM induit [uv/j]	Durée [j]	Longueur parcourt [km]	Emissions NOx [kg]	Emissions PM10 [kg]
Travaux préparatoires et spéciaux	108	220	10.0	776.071	7.0527
Terrassements	118	198	10.0	763.137	6.9351
Gros oeuvres	60	286	10.0	560.496	5.0936
			Total	2099.704	19.081

Récapitulatif

Emissions	Totales		En moyenne à l'année	
	NOx [kg]	PM10 [kg]	NOx [kg/an]	PM10 [kg/an]
Engins de chantier	4807.53	21.77	2403.76	10.89
Transport	2099.70	19.08	1049.85	9.54
Total	6907.23	40.85	3453.62	20.43

ETUDE « PROTECTION DE L’AIR ET DU CLIMAT »

ANNEXE 6- 1.2

*TABLEAU DES EMISSIONS DE POLLUANTS ATMOSPHERIQUES SUR LE PERIMETRE
ELARGI*

Emissions de polluants atmosphériques sur le périmètre élargi

N° tronçons	Noms des tronçons	TJM Actuel 2016 [vhc/lj]	TJM Futur sans projet 2023 [vhc/lj]	TJM Futur avec projet 2023 [vhc/lj]	Evolution trafic sans projet (%)	Impact du projet sur les charges trafic (%)	Longueur tronçon [km]	Emission NOx Actuelles [t/an]	Emission NOx Futures sans projet [t/an]	Emission NOx Futures Avec projet [t/an]	Emission PM10 Actuelles[t/an]	Emission PM10 Futures sans projet [t/an]	Emission PM10 Futures Avec projet [t/an]
1	Place des Casemates	6'500	7'000	5'750	8	-18	0.100	0.108	0.056	0.046	0.002	0.001	0.001
2	Rue de l'Athénée	15'050	15'550	15'250	3	-2	0.058	0.145	0.072	0.071	0.002	0.001	0.001
3	Rue de l'Athénée_2	9'600	9'600	10'450	0	9	0.059	0.094	0.045	0.049	0.002	0.001	0.001
4	Rue de l'Athénée_3	9'150	8'900	10'050	-3	13	0.098	0.149	0.070	0.079	0.002	0.001	0.001
5	Rue de l'Athénée_4	5'800	5'850	6'350	1	9	0.198	0.191	0.092	0.100	0.003	0.002	0.002
6	Pont du Mont blanc	68'200	73'400	71'950	8	-2	0.115	1.305	0.673	0.660	0.021	0.011	0.011
7	Rue du Rhône	3'800	3'400	3'400	-11	0	0.303	0.192	0.082	0.082	0.003	0.001	0.001
8	Rue du Rhône_2	7'200	8'100	7'150	13	-12	0.132	0.158	0.085	0.075	0.003	0.001	0.001
9	Rue du Rhône_3	8'550	9'450	9'350	11	-1	0.052	0.074	0.039	0.039	0.001	0.001	0.001
10	Rue du Rhône_4	5'650	6'300	9'200	12	46	0.107	0.101	0.054	0.078	0.002	0.001	0.001
11	Rue du Rhône_5	5'700	6'650	11'400	17	71	0.095	0.090	0.050	0.086	0.001	0.001	0.001
12	Rue du Rhône_6	5'900	6'900	8'500	17	23	0.071	0.070	0.039	0.048	0.001	0.001	0.001
13	Place du Port	8'100	8'300	6'900	2	-17	0.041	0.055	0.027	0.023	0.001	0.000	0.000
14	Quai du Général Guisan	61'300	64'750	65'300	6	1	0.222	2.264	1.146	1.156	0.037	0.019	0.020
15	Quai du Général Guisan_2	42'800	42'800	42'150	0	-2	0.065	0.463	0.222	0.218	0.008	0.004	0.004
16	Quai Gustave-Ador	17'500	20'950	22'350	20	7	0.094	0.274	0.157	0.167	0.004	0.003	0.003
17	Quai Gustave-Ador_1	24'250	27'850	22'350	15	-20	0.054	0.218	0.120	0.096	0.004	0.002	0.002
18	Quai Gustave-Ador_2	37'000	41'200	40'550	11	-2	0.159	0.979	0.522	0.514	0.016	0.009	0.009
19	Rue d'Italie	6'350	6'500	1'650	2	-75	0.200	0.211	0.104	0.026	0.003	0.002	0.000
20	Rue du vieux collège	4'100	4'000	3'300	-2	-18	0.176	0.120	0.056	0.046	0.002	0.001	0.001
21	Rue Ferdinand-Hodler	4'200	4'550	2'600	8	-43	0.094	0.066	0.034	0.019	0.001	0.001	0.000
22	Rue Ferdinand-Hodler_2	12'250	11'950	14'650	-2	23	0.093	0.190	0.089	0.109	0.003	0.002	0.002
23	Rue Ferdnand-Hodler_3	19200	18'200	17'250	-5	-5	0.114	0.364	0.165	0.157	0.006	0.003	0.003
24	Rue Ferdnand-Hodler_4	16100	16'000	14'600	-1	-9	0.053	0.142	0.068	0.062	0.002	0.001	0.001
25	Rue Ferdnand-Hodler_5	14600	14'150	12'100	-3	-14	0.100	0.243	0.113	0.096	0.004	0.002	0.002
26	Rue Ferdnand-Hodler_6	4800	5'150	5'750	7	12	0.075	0.060	0.031	0.034	0.001	0.001	0.001
27	Boulevard Emile Jacques-Dalcroze	12'000	12'400	500	3	-96	0.093	0.186	0.092	0.004	0.003	0.002	0.000
28	Boulevard d'Emile-Jacques Dalcroze	15'400	17'050	12'300	11	-28	0.146	0.374	0.198	0.143	0.006	0.003	0.002
29	Boulevard Emile Jacques-Dalcroze_2	15'300	16'950	12'200	11	-28	0.074	0.188	0.100	0.072	0.003	0.002	0.001
30	Boulevard Emile Jacques-Dalcroze_3	15'650	17'400	13'350	11	-23	0.074	0.193	0.103	0.079	0.003	0.002	0.001
31	Boulevard Emile Jacques-Dalcroze_4	10'500	11'750	8'950	12	-24	0.098	0.171	0.092	0.070	0.003	0.002	0.001
32	Cours de Rive	6'300	6'500	1'600	3	-75	0.106	0.111	0.055	0.014	0.002	0.001	0.000
33	Cours de Rive_2	5800	5'950	1'850	3	-69	0.098	0.095	0.046	0.014	0.002	0.001	0.000
34	Cours de Rive_3	6600	6'750	5'200	2	-23	0.072	0.079	0.039	0.030	0.001	0.001	0.001
35	Boulevard Helvétique	18'400	19'000	20'200	3	6	0.095	0.291	0.144	0.153	0.005	0.002	0.003
36	Boulevard Helvétique_2	16'750	17'400	18'600	4	7	0.159	0.443	0.221	0.236	0.007	0.004	0.004
37	Boulevard Helvétique_3	17600	18'150	21'250	3	17	0.138	0.404	0.200	0.234	0.007	0.003	0.004
38	Boulevard Helvétique_4	15050	15'000	23'850	0	59	0.620	1.553	0.741	1.179	0.025	0.013	0.020
39	Boulevard Helvétique_5	15'700	15'600	24'150	-1	55	0.106	0.277	0.132	0.204	0.004	0.002	0.003
40	Boulevard Helvétique_6	17'600	17'350	26'100	-1	50	0.064	0.187	0.089	0.133	0.003	0.001	0.002
41	Boulevard Helvétique_7	17900	17'600	26'250	-2	49	0.105	0.313	0.147	0.220	0.005	0.002	0.004
42	Rue Pierre Fatio	9'150	9'600	500	5	-95	0.143	0.218	0.109	0.006	0.004	0.002	0.000
43	Rue Pierre Fatio_2	9'800	10'550	500	8	-95	0.082	0.134	0.069	0.003	0.002	0.001	0.000
44	Rue de la Scie	8'100	8'800	13'250	9	51	0.131	0.177	0.092	0.138	0.003	0.002	0.002
45	Rue François-Versonnex	40'000	39'750	43'950	-1	11	0.090	0.599	0.285	0.315	0.010	0.005	0.005
46	Rue François-Versonnex_2	30'600	30'900	31'550	1	2	0.115	0.586	0.283	0.289	0.010	0.005	0.005
47	place de longemalle	3'350	3'200	3'000	-4	-6	0.107	0.060	0.027	0.026	0.001	0.000	0.000
48	Rue des Glacis de Rive	1800	2'400	3'150	33	31	0.202	0.060	0.039	0.051	0.001	0.001	0.001
49	Boulevard des Tranchées	10350	10'250	10'100	-1	-1	0.082	0.141	0.067	0.066	0.002	0.001	0.001
50	Boulevard des Tranchées_2	15150	15'350	15'900	1	4	0.211	0.532	0.258	0.267	0.009	0.004	0.005
51	Boulevard des Tranchées_3	17700	17'600	18'200	-1	3	0.159	0.468	0.223	0.231	0.008	0.004	0.004
52	Boulevard des Tranchée_4	17350	17'250	17'800	-1	3	0.086	0.248	0.118	0.122	0.004	0.002	0.002
53	rue de rive	1550	1'750	1'750	13	0	0.184	0.047	0.026	0.026	0.001	0.000	0.000
54	Rue des Eaux-vives	8400	9'850	9'600	17	-3	0.027	0.038	0.021	0.021	0.001	0.000	0.000
55	Rue des Eaux-vives_2	11500	12'950	12'650	13	-2	0.154	0.295	0.159	0.155	0.005	0.003	0.003
56	Rue des Eaux-vives_3	9100	10'250	9'950	13	-3	0.097	0.147	0.079	0.077	0.002	0.001	0.001
57	Avenue Pictet-de-Rochemont	28500	28'500	28'750	0	1	0.306	1.451	0.695	0.701	0.024	0.012	0.012
58	Avenue de Fontenex	6500	6'500	6'500	0	0	0.238	0.257	0.123	0.123	0.004	0.002	0.002
59	Place des eaux-vives	7600	8'700	10'150	14	17	0.084	0.106	0.058	0.068	0.002	0.001	0.001
60	Place des eaux-vives_2	7800	8'150	9'100	4	12	0.060	0.078	0.039	0.044	0.001	0.001	0.001
61	Rue Adrien-Lachenal	3500	3'750	5'250	7	40	0.259	0.151	0.077	0.108	0.002	0.001	0.002
62	Route de Malagnou	25350	25'450	25'250	0	-1	0.258	1.088	0.523	0.519	0.018	0.009	0.009
63	Rue de Jargonnant	12550	10'450	11'050	-17	6	0.117	0.244	0.097	0.103	0.004	0.002	0.002
64	Rue de Villereuse	11'300	10'000	10'000	-12	0	0.256	0.481	0.204	0.204	0.008	0.003	0.003
TOTAL		927'200	964'250	954'550				20.796	10.283	10.584	0.338	0.174	0.179

Annexe 5.1.5 : Coefficient d'émission à chaud (Source MICET 3.2)

VehCat	Year	TrafficScenario	Component	TrafficSit	Déclivité %	Vitesse (km/h)	Coeff (g/km)
VT		2016 BAU CH HB3	NOx	URB/Nationale		0	35.7
VT		2016 BAU CH HB3	PM	URB/Nationale		0	35.7
VT		2023 BAU CH HB3	NOx	URB/Nationale		0	35.7
VT		2023 BAU CH HB3	PM	URB/Nationale		0	35.7
PLM		2016 BAU CH HB3	NOx	URB/Nationale		0	29.2
PLM		2016 BAU CH HB3	PM	URB/Nationale		0	29.2
PLM		2023 BAU CH HB3	NOx	URB/Nationale		0	29.2
PLM		2023 BAU CH HB3	PM	URB/Nationale		0	29.2

Taux de poids lourds considéré	0.05
--------------------------------	------

Emissions 2023 sans projet		Impact émissions dues aux modifications des charges	
NOX (t/an)	PM10 (kg/an)	NOX (t/an)	PM10 (t/an)

ETUDE « PROTECTION DE L’AIR ET DU CLIMAT »

ANNEXE 6- 1.3

*TABLEAU DES CALCULS D'EMISSIONS DES POLLUANTS ATMOSPHERIQUES INDUIT
PAR LE PARKING*

Calculs d'émissions des polluants atmosphériques induit par le parking

Emissions à chaud					
Catégorie de véhicule	Année	Polluants	Structure du trafic	Distance (m)	Emissions (kg/an)
VT	2023	NOx	BAU CH HB32	0.48	0.148
VT	2023	PM10	BAU CH HB32	0.48	0.003

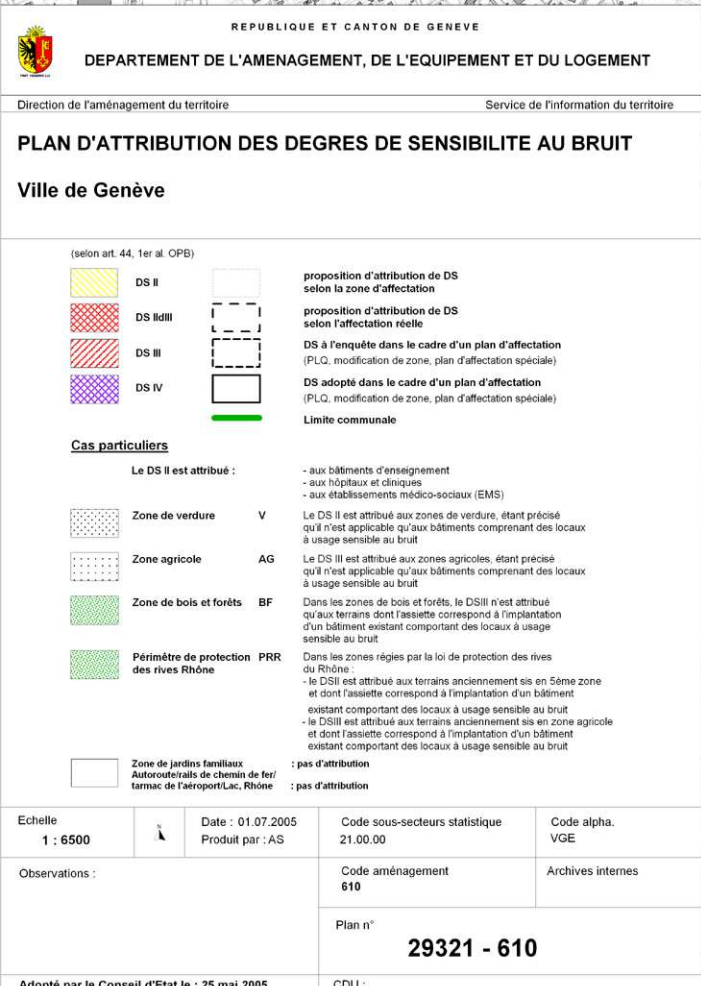
Surémissions à froid					
Catégorie de véhicule	Année	Polluants	Structure du trafic	Coefficient d'émission (gr/départ)	Emissions (kg/an)
VT	2023	NOx	BAU CH HB32	0.106	120
VT	2023	PM10	BAU CH HB32	0.003	3

TOTAL Emissions (kg/an)	Polluants	Emissions (kg/an)
	NOx	200
	PM10	5

ETUDE « PROTECTION CONTRE LE BRUIT ET LES VIBRATIONS »

ANNEXE 6- 2.1

PLAN D'ATTRIBUTION DES DEGRES DE SENSIBILITE DU BRUIT – VILLE DE GENEVE



ETUDE « PROTECTION CONTRE LE BRUIT ET LES VIBRATIONS »

ANNEXE 6- 2.2

VERIFICATION DE L'ART. 9 OPB

Evaluation du bruit généré par la rampe S2 basée sur le bruit généré par un parking souterrain type (Parking Manor Grenus)

Mesures effectuées le 05 avril 2013

Rampe de Manor, Place de Grenus

sorties				Entrées			
N° solo	Leq dB(A)	Lmax dB(A)	Durée (s)	N° solo	Leq dB(A)	Lmax dB(A)	Durée (s)
27	67	70.2	7	37	64.7	68.7	5
28	67.1	70.9	6	38	66.5	69.9	3
29	64.8	69.3	9	39	65.7	69.4	5
30	63.9	67.2	7	40	65.4	69.7	5
31	68.3	72.4	7	41	62.8	66.2	3
32	62.6	68.9	14				
33	66.4	70.4	7				
34	63.1	65.8	7				
35	65.8	69.8	8				
36	65.3	68.2	8				

Moyenne arithmétique

Jour

	Leq(dB(A)) moyenne des événements	Durée moyenne d'un événement(s)	Distance de la mesure à l'axe (m)	Décroissance géométrique dB(A)	Leq à 1 m	nb d'événement (Trémie S2)	Dilution sur 16h (6h-22h)	Leq dB(A)	K 3 Impulsion	décroissance géométrique (8 m)	Lr (dB(A))
Rampe Entrée	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Rampe Sortie	65.4	8	4.68	6.70	72.1	680	-10.25	61.9	2	9.03	54.9

VP DS III

60

Nuit

	Leq(dB(A)) moyenne des événements	Durée moyenne d'un événement(s)	Distance de la mesure à l'axe (m)	Décroissance géométrique dB(A)	Leq à 1 m	nb d'événement (Trémie S2)	Dilution sur 8h (22h-6h)	Leq dB(A)	K 3 Impulsion	décroissance géométrique (8 m)	Lr (dB(A))
Rampe Entrée	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Rampe Sortie	65.4	8	4.68	6.70	72.1	170	-13.26	58.8	2	9.03	51.8

VP DS III

50

Récepteur sensible le plus proche: façade au 11 Pierre-Fatio

Evaluation du bruit généré par la rampe E2 basée sur le bruit généré par un parking souterrain type (Parking Manor Grenus)

Mesures effectuées le 05 avril 2013

Rampe de Manor, Place de Grenus

sorties				Entrées			
N° solo	Leq dB(A)	Lmax dB(A)	Durée (s)	N° solo	Leq dB(A)	Lmax dB(A)	Durée (s)
27	67	70.2	7	37	64.7	68.7	5
28	67.1	70.9	6	38	66.5	69.9	3
29	64.8	69.3	9	39	65.7	69.4	5
30	63.9	67.2	7	40	65.4	69.7	5
31	68.3	72.4	7	41	62.8	66.2	3
32	62.6	68.9	14				
33	66.4	70.4	7				
34	63.1	65.8	7				
35	65.8	69.8	8				
36	65.3	68.2	8				

Moyenne arithmétique

Jour

	Leq(dB(A)) moyenne des événements	Durée moyenne d'un événement(s)	Distance de la mesure à l'axe (m)	Décroissance géométrique dB(A)	Leq à 1 m	nb d'événement (Trémie E2)	Dilution sur 16h (6h-22h)	Leq dB(A)	K 3 Impulsion	décroissance géométrique (8 m)	Lr (dB(A))
Rampe Entrée	65.0	4.2	1.23	0.90	65.9	495	-14.43	51.5	2	9.03	44.5
Rampe Sortie	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

VP DS III

60

Nuit

	Leq(dB(A)) moyenne des événements	Durée moyenne d'un événement(s)	Distance de la mesure à l'axe (m)	Décroissance géométrique dB(A)	Leq à 1 m	nb d'événement (Trémie E2)	Dilution sur 8h (22h-6h)	Leq dB(A)	K 3 Impulsion	décroissance géométrique (8 m)	Lr (dB(A))
Rampe Entrée	65.0	4.2	1.23	0.90	65.9	5	-31.37	34.5	2	9.03	27.5
Rampe Sortie	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

VP DS III

50

Récepteur sensible le plus proche: façade au 2 Pierre-Fatio

Evaluation du bruit généré par les rampes E1+S1 basée sur le bruit généré par un parking souterrain type (Parking Manor Grenus)

Mesures effectuées le 05 avril 2013

Rampe de Manor, Place de Grenus

sorties				Entrées			
N° solo	Leq dB(A)	Lmax dB(A)	Durée (s)	N° solo	Leq dB(A)	Lmax dB(A)	Durée (s)
27	67	70.2	7	37	64.7	68.7	5
28	67.1	70.9	6	38	66.5	69.9	3
29	64.8	69.3	9	39	65.7	69.4	5
30	63.9	67.2	7	40	65.4	69.7	5
31	68.3	72.4	7	41	62.8	66.2	3
32	62.6	68.9	14				
33	66.4	70.4	7				
34	63.1	65.8	7				
35	65.8	69.8	8				
36	65.3	68.2	8				

Moyenne arithmétique

Jour

	Leq(dB(A)) moyenne des événements	Durée moyenne d'un événement(s)	Distance de la mesure à l'axe (m)	Décroissance géométrique dB(A)	Leq à 1 m	nb d'événement (Trémies E1+S1)	Dilution sur 16h (6h-22h)	Leq dB(A)	K 3 Impulsion	décroissance géométrique (27 m)	Lr (dB(A))
Rampe Entrée	65.0	4.2	1.23	0.90	65.9	1040	-11.20	54.7	2	28.63	28.1
Rampe Sortie	65.4	8	4.68	6.70	72.1	560	-11.09	61.0	2	28.63	34.4

VP DS III

60

Nuit

	Leq(dB(A)) moyenne des événements	Durée moyenne d'un événement(s)	Distance de la mesure à l'axe (m)	Décroissance géométrique dB(A)	Leq à 1 m	nb d'événement (Trémies E1+S1)	Dilution sur 8h (22h-6h)	Leq dB(A)	K 3 Impulsion	décroissance géométrique (27 m)	Lr (dB(A))
Rampe Entrée	65.0	4.2	1.23	0.90	65.9	10	-28.36	37.5	2	28.63	10.9
Rampe Sortie	65.4	8	4.68	6.70	72.1	140	-14.10	58.0	2	28.63	31.4

VP DS III

50

Récepteur sensible le plus proche: façade au 42 Général-Guisan

ETUDE « PROTECTION CONTRE LE BRUIT ET LES VIBRATIONS »

ANNEXE 6- 2.3 A ET B

VERIFICATION DE L'ART. 9 OPB – AUGMENTATION ET REDUCTION EN FONCTION DES TRONCONS

Vérification de l'art. 9 OPB

N° tronçons	Noms des tronçons	TJM Actuel 2016 [vhc/lj]	TJM Futur sans projet 2023 [vhc/lj]	TJM Futur avec projet 2023 [vhc/lj]	Evolution trafic sans projet (%)	Impact du projet sur les charges trafic (%)
1	Place des Casemates	6'500	7'000	5'750	8	-18
2	Rue de l'Athénée	15'050	15'550	15'250	3	-2
3	Rue de l'Athénée_2	9'600	9'600	10'450	0	9
4	Rue de l'Athénée_3	9'150	8'900	10'050	-3	13
5	Rue de l'Athénée_4	5'800	5'850	6'350	1	9
6	Pont du Mont blanc	68'200	73'400	71'950	8	-2
7	Rue du Rhône	3'800	3'400	3'400	-11	0
8	Rue du Rhône_2	7'200	8'100	7'150	13	-12
9	Rue du Rhône_3	8'550	9'450	9'350	11	-1
10	Rue du Rhône_4	5'650	6'300	9'200	12	46
11	Rue du Rhône_5	5'700	6'650	11'400	17	71
12	Rue du Rhône_6	5'900	6'900	8'500	17	23
13	Place du Port	8'100	8'300	6'900	2	-17
14	Quai du Général Guisan	61'300	64'750	65'300	6	1
15	Quai du Général Guisan_2	42'800	42'800	42'150	0	-2
16	Quai Gustave-Ador	17'500	20'950	22'350	20	7
17	Quai Gustave-Ador_1	24'250	27'850	22'350	15	-20
18	Quai Gustave-Ador_2	37'000	41'200	40'550	11	-2
19	Rue d'Italie	6'350	6'500	1'650	2	-75
20	Rue du vieux collège	4'100	4'000	3'300	-2	-18
21	Rue Ferdinand-Hodler	4'200	4'550	2'600	8	-43
22	Rue Ferdinand-Hodler_2	12'250	11'950	14'650	-2	23
23	Rue Ferdnand-Hodler_3	19200	18'200	17'250	-5	-5
24	Rue Ferdnand-Hodler_4	16100	16'000	14'600	-1	-9
25	Rue Ferdnand-Hodler_5	14600	14'150	12'100	-3	-14
26	Rue Ferdnand-Hodler_6	4800	5'150	5'750	7	12
27	Boulevard Emile Jacques-Dalcroze	12'000	12'400	500	3	-96
28	Boulevard d'Emile-Jacques Dalcroze	15'400	17'050	12'300	11	-28
29	Boulevard Emile Jacques-Dalcroze_3	15'300	16'950	12'200	11	-28
30	Boulevard Emile Jacques-Dalcroze_4	15'650	17'400	13'350	11	-23
31	Boulevard Emile Jacques-Dalcroze_5	10'500	11'750	8'950	12	-24
32	Cours de Rive	6'300	6'500	1'600	3	-75
33	Cours de Rive_2	5800	5'950	1'850	3	-69
34	Cours de Rive_3	6600	6'750	5'200	2	-23
35	Boulevard Helvétique	18'400	19'000	20'200	3	6
36	Boulevard Helvétique_2	16'750	17'400	18'600	4	7
37	Boulevard Helvétique_3	17600	18'150	21'250	3	17
38	Boulevard Helvétique_4	15050	15'000	23'850	0	59
39	Boulevard Helvétique_5	15'700	15'600	24'150	-1	55
40	Boulevard Helvétique_6	17'600	17'350	26'100	-1	50
41	Boulevard Helvétique_7	17900	17'600	26'250	-2	49
42	Rue Pierre Fatio	9'150	9'600	500	5	-95
43	Rue Pierre Fatio_2	9'800	10'550	500	8	-95
44	Rue de la Scie	8'100	8'800	13'250	9	51
45	Rue François-Versonnex	40'000	39'750	43'950	-1	11
46	Rue François-Versonnex_2	30'600	30'900	31'550	1	2
47	place de longemalle	3'350	3'200	3'000	-4	-6
48	Rue des Glacis de Rive	1800	2'400	3'150	33	31
49	Boulevard des Tranchées	10350	10'250	10'100	-1	-1
50	Boulevard des Tranchées_2	15150	15'350	15'900	1	4
51	Boulevard des Tranchées_3	17700	17'600	18'200	-1	3
52	Boulevard des Tranchée_4	17350	17'250	17'800	-1	3
53	rue de rive	1550	1'750	1'750	13	0
54	Rue des Eaux-vives	8400	9'850	9'600	17	-3
55	Rue des Eaux-vives_2	11500	12'950	12'650	13	-2
56	Rue des Eaux-vives_3	9100	10'250	9'950	13	-3
57	Avenue Pictet-de-Rochemont	28500	28'500	28'750	0	1
58	Avenue de Fontenex	6500	6'500	6'500	0	0
59	Place des eaux-vives	7600	8'700	10'150	14	17
60	Place des eaux-vives_2	7800	8'150	9'100	4	12
61	Rue Adrien-Lachenal	3500	3'750	5'250	7	40
62	Route de Malagnou	25350	25'450	25'250	0	-1
63	Rue de Jargonnant	12550	10'450	11'050	-17	6
64	Rue de Villereuse	11'300	10'000	10'000	-12	0

Vérification de l'art. 9 OPI et indication sur les axes assainis par le projet

JOUR			Impact du projet sur les niveaux d'immissions																											
N° tronçon	Nom de la rue	Adresse représentative	Trafic routier																											
			ETAT 2016 sans projet	ETAT 2023 sans projet	ETAT 2023 avec projet	Vitesse (km/h)	Proportion véh. bus/trams	Nb 2016 sans projet	Nb 2023 sans projet	Nb 2023 avec projet	Leq 2016 [dB(A)]	Leq 2023 sans projet [dB(A)]	Leq 2023 avec projet [dB(A)]	Distance horizontale à l'axe (m)	Distance verticale (m)	Distance axe chaussée - receptrice (m)	Décrémentation géométrique (dB(A))	Reflexion des bâtiments	K 2016 [dB(A)]	K 2023 sans projet [dB(A)]	K 2023 avec projet [dB(A)]	Le jour 2016 [dB(A)]	Le jour 2023 sans projet [dB(A)]	Le jour 2023 avec projet [dB(A)]	Différence entre Leq 2016 et valeur de référence	Le jour 2016 sans projet [dB(A)]	Le jour 2023 sans projet [dB(A)]	Effet du projet (dB(A))	Déplacement des résultats entre les deux scénarios	
			2016	2023 sans projet	2023 avec projet																									
1	Place des Coudrennes	Rue Beaumais 6	6300	7700	7700	50	0,10	377,0	406,0	533,5	75,5	75,8	74,9	12	10,0	15,1	11,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	63,7	65	-1,3	64,0	63,1	-0,9	-0,9	
2	Rue de l'Abbaye 2	Rue de l'Abbaye 2	61000	61000	61000	50	0,10	672,9	661,9	664,6	79,1	79,2	79,2	8	10,0	12,2	10,9	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	69,2	67	2,1	67,4	67,4	-0,1	1,9	
3	Rue de l'Abbaye 2	Rue de l'Abbaye 4	9900	9900	10900	50	0,10	556,8	556,8	606,1	77,1	77,1	77,5	10,5	10,0	18,9	13,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	64,4	64	0,4	64,4	63,7	-0,4	-0,6	
4	Rue de l'Abbaye 2	Rue de l'Abbaye 12	9300	9900	10900	50	0,10	535,7	535,2	562,9	76,9	76,8	77,3	16	10,0	18,9	13,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	64,4	64	0,0	63,0	63,6	0,5	-0,5	
5	Rue de l'Abbaye 4	Rue de l'Abbaye 12	9300	1000	4700	50	0,10	326,4	339,3	396,3	75,0	76,0	76,4	7,6	10,0	11,9	10,7	2,5	0,0	0,0	0,0	0,0	66,7	66	1,3	63,2	63,6	0,4	0,4	
6	Point de Miro-Marc	Quai du Général GUSTAVE 14	69200	71400	71900	50	0,10	3995,6	4307,2	4179,1	85,7	86,0	85,9	129	10,0	129,3	121,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	64,5	66	-1,9	74,2	74,1	-0,1	0,9	
7	Rue du Rhône 25	Rue du Rhône 25	7200	7400	7400	50	0,10	229,4	237,2	237,2	72,1	72,6	72,6	6,2	10,0	12,1	10,5	2,5	0,0	0,0	0,0	0,0	65,2	65	0,0	65,2	65,2	0,0	0,0	
8	Rue du Rhône 82	Rue du Rhône 82	7200	6300	7100	50	0,10	417,6	498,8	414,7	74,9	76,9	76,9	7,3	10,0	11,9	10,7	2,5	0,0	0,0	0,0	0,0	66,7	70	-2,8	64,8	64,1	-0,5	4,3	
9	Rue du Rhône 57	Rue du Rhône 57	6900	6900	7200	50	0,10	495,9	395,7	663,2	77,1	77,1	77,7	10,0	10,0	16,1	11,0	2,5	0,0	0,0	0,0	0,0	66,4	69	-3,8	65,3	65,7	0,4	5,0	
10	Rue du Rhône 4	Rue du Rhône 57	6900	6900	7200	50	0,10	227,7	365,4	533,6	74,8	75,1	77,2	6,4	10,0	12,5	11,0	2,5	0,0	0,0	0,0	0,0	66,4	69	-3,8	65,3	65,7	0,4	5,0	
11	Rue du Rhône 138	Rue du Rhône 138	5700	6900	11400	50	0,10	330,1	395,7	663,2	74,9	75,6	77,9	6,4	10,0	12,5	11,0	2,5	0,0	0,0	0,0	0,0	66,4	70	-2,8	63,8	66,1	-0,9	7,3	
12	Rue du Rhône 59	Rue du Rhône 59	5700	6900	7200	50	0,10	242,2	492,2	493,0	75,0	75,7	76,5	7,5	10,0	11,9	10,7	2,5	0,0	0,0	0,0	0,0	66,4	70	-2,8	63,9	64,8	-0,9	5,5	
13	Place du Port	Place du Port	6100	6300	6900	50	0,10	499,9	481,4	492,2	76,4	76,5	75,7	20	10,0	22,0	13,4	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	65,0	69	-3,8	64,7	63,9	-0,8	2,2	
14	Quai du Général GUSTAVE 34	Quai du Général GUSTAVE 34	61200	69700	69200	50	0,10	2055,4	2716,5	2767,4	85,2	86,4	85,5	14,2	10,0	18,9	13,9	2,5	0,0	0,0	0,0	0,0	79,4	75	-2,4	73,8	73,7	-0,1	8,0	
15	Quai du Général GUSTAVE 2	Quai du Général GUSTAVE 2	62700	62700	62100	50	0,10	2482,4	2442,4	2444,7	85,6	85,6	85,6	14,0	10,0	16,8	13,2	2,5	0,0	0,0	0,0	0,0	73,9	75	0,0	71,8	71,8	-0,1	7,9	
16	Quai GUSTAVE Ador	Quai GUSTAVE Ador	17300	20900	22200	50	0,10	1205,1	1221,1	1236,3	79,8	80,5	80,8	33,0	10,0	34,3	15,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	64,4	69	-4,4	68,7	68,0	-0,3	4,3	
17	Quai GUSTAVE Ador 2	Quai GUSTAVE Ador 2	16700	17000	17300	50	0,10	1406,5	1415,3	1236,3	81,2	80,8	80,8	8,8	10,0	12,7	11,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	70,1	71	-1,9	70,0	69,0	-1,0	6,0	
18	Quai GUSTAVE Ador 10	Quai GUSTAVE Ador 10	37000	41300	40900	50	0,10	2148	2398,6	2351,9	83,0	83,5	83,4	8,5	10,0	12,5	11,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	72,0	71	1,0	71,7	71,6	-0,1	5,5	
19	Rue d'Albi 6	Rue d'Albi 6	6300	6900	1900	50	0,10	369,3	377,0	95,7	75,4	75,5	69,5	11,2	10,0	14,5	11,8	2,5	0,0	-0,2	-0,2	-0,2	65,2	64	-2,2	63,7	63,7	-0,0	-0,0	
20	Rue du Vieux Collège 7	Rue du Vieux Collège 7	4100	4100	3700	50	0,10	227,5	232,0	156,4	71,5	73,3	72,5	7	10,0	11,6	10,6	2,5	0,0	0,0	0,0	0,0	65,3	69	-4,0	61,5	60,7	-0,8	-0,8	
21	Rue Ferdinand HUBER 4	Rue Ferdinand HUBER 4	4300	4300	2600	50	0,10	243,9	263,9	190,8	69,8	73,8	73,9	71,5	7,1	10,0	11,8	16,7	2,5	0,0	0,0	0,0	65,4	66	-0,6	63,1	59,7	-2,4	-1,4	
22	Rue Ferdinand HUBER 5	Rue Ferdinand HUBER 5	12700	11900	14900	50	0,10	715,5	693,1	949,7	76,2	76,1	76,0	7,5	10,0	11,9	10,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	67,6	69	-1,5	66,3	67,2	0,9	4,9	
23	Rue Ferdinand HUBER 6	Rue Ferdinand HUBER 6	12700	12700	12700	50	0,10	1133,9	1035,6	1000,5	80,2	79,9	79,7	7,5	10,0	11,9	10,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	69,4	70	-0,6	66,1	67,9	-0,2	4,9	
24	Rue Ferdinand HUBER 13	Rue Ferdinand HUBER 13	16100	16900	14900	50	0,10	833,8	828,0	846,8	79,4	79,4	79,0	7,5	10,0	11,9	10,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	67,6	69	-1,5	67,6	67,2	-0,4	2,6	
25	Rue Ferdinand HUBER 19	Rue Ferdinand HUBER 19	16100	16900	14900	50	0,10	846,8	829,7	701,8	79,0	79,8	79,2	10,2	10,0	13,7	12,7	11,4	0,0	0,0	0,0	0,0	67,6	67	-0,8	67,0	66,4	-0,7	3,9	
26	Boulevard Emile JACQUES-CAIROUX 2	Boulevard Emile JACQUES-CAIROUX 2	12700	12700	12700	50	0,10	699	719,7	720	76,1	76,3	64,3	12,1	10,0	15,2	11,9	2,5	0,0	0,0	0,0	0,0	67,6	67	-1,9	66,5	52,5	-13,5	-13,5	
27	Boulevard Emile JACQUES-CAIROUX 8	Boulevard Emile JACQUES-CAIROUX 8	16100	17100	12700	50	0,10	691,2	699,9	723,4	76,2	76,6	76,2	12,4	10,0	15,4	10,3	2,5	0,0	0,0	0,0	0,0	69,8	70	-0,2	67,9	66,4	-1,4	3,4	
28	Boulevard Emile JACQUES-CAIROUX 3	Boulevard Emile JACQUES-CAIROUX 3	16100	16900	12700	50	0,10	987,4	991,1	700,9	76,2	76,2	76,2	12,7	10,0	15,7	12,0	2,5	0,0	0,0	0,0	0,0	69,8	69	-0,9	67,9	66,4	-1,4	3,4	
29	Boulevard Emile JACQUES-CAIROUX 11	Boulevard Emile JACQUES-CAIROUX 11	16100	17400	12700	50	0,10	987,7	1009,2	714,3	79,2	79,7	79,6	13,0	10,0	15,9	12,0	2,5	0,0	0,0	0,0	0,0	69,7	69	0,0	67,9	66,8	-1,2	2,6	
30	Boulevard Emile JACQUES-CAIROUX 5	Rue Beaumais 6	10700	11700	9900	50	0,10	609	681,5	531,1	77,5	78,0	76,8	36,0	10,0	37,2	15,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	67,6	69	-2,2	66,2	65,0	-1,2	-1,2	
31	Cours de Rive 5	Cours de Rive 5	6300	6300	1000	50	0,10	365,4	377,0	92,9	75,3	75,5	69,4	14,5	10,0	17,2	12,3	2,5	0,0	0,0	-0,3	-0,3	-0,3	65,5	67	-1,5	63,7	57,6	-6,1	-6,1
32	Cours de Rive 2	Cours de Rive 18	6300	6300	1000	50	0,10	326,4	346,1	107,3	75,0	76,1	76,0	10,0	10,0	17,6	12,5	2,5	0,0	0,0	0,0	0,0	65,0	66	-0,6	63,3	58,7	-4,5	-4,5	
33	Cours de Rive 3	Cours de Rive 19	6900	6700	1000	50	0,10	382,8	391,5	301,6	75,5	76,6	74,5	10,0	10,0	18,5	13,7	2,5	0,0	0,0	0,0	0,0	67,6	70	-4,4	63,8	62,7	-1,1	3,9	
34	Boulevard Héliopolis 10	Boulevard Héliopolis 10	16100	16900	12700	50	0,10	1097,2	1100,0	1171,6	80,0	80,1	80,4	15,0	10,0	17,6	12,5	2,5	0,0	0,0	0,0	0,0	70,0	69	-2,8	67,8	66,3	-1,5	3,9	
35	Boulevard Héliopolis 3	Boulevard Héliopolis 3	16700	17400	12900	50	0,10	971,5	1009,2	1070,8	79,6	79,7	80,0	28,0	10,0	29,5	14,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	64,9	64	-0,8	67,9	66,7	-0,3	-0,7	
36	Boulevard Héliopolis 14bis	Boulevard Héliopolis 14bis	17400	18100	21200	50	0,10	1020,9	1027,2	1232,9	79,8	79,9	80,6	16,7	10,0	19,1	13,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	67,0	69	-1,8	66,1	66,9	0,7	3,7	
37	Boulevard Héliopolis 17	Boulevard Héliopolis 17	15100	15100	21900	50	0,10	972,9	876,0	1383,3	79,1	79,1	81,1	13,8	10,0	18,6	12,7	2,5	0,0	0,0	0,0	0,0	69,4	69	-3,9	67,3	66,3	-1,0	3,9	
38	Boulevard Héliopolis 26	Boulevard Héliopolis 26	15700	15900	14900	50	0,10	920,5	904,8	1400,7	79,3	79,3	82,2	13,6	10,0	16,4	14,2	2,5	0,0	0,0	0,0	0,0	69,6	67	-1,9	67,5	66,4	-1,0	3,9	
39	Boulevard Héliopolis 32	Boulevard Héliopolis 32	17400	17300	20100	50	0,10	1020,9	1006,3	1513,9	79,8	79,7	81,5	16,6	10,0	19,1	12,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	69,7	69	-1,7	67,9	66,7	-1,2	4,8	
40	Boulevard Héliopolis 36	Boulevard Héliopolis 36	17400	17400	20100	50	0,10	1020,9	1020,9	1020,9	79,9	79,8	81,5	14,0	10,0	16,6	12,7	2,5	0,0	0,0	0,0	0,0	70,1	69	-1,6	68,0	69,1	0,6	6,7	
41	Rue Pierre FATO 11	Rue Pierre FATO 11																												
42	Rue Pierre FATO 12	Rue Pierre FATO 12																												
43	Rue Pierre FATO 13	Rue Pierre FATO 13																												
44	Rue Pierre FATO 14	Rue Pierre FATO 1																												

ETUDE « PROTECTION CONTRE LE BRUIT ET LES VIBRATIONS »

ANNEXE 6- 2.4 A

CALCUL DES EMISSIONS SONORES DU TRAM - COURS DE RIVE - PIERRE FATIO - ROND POINT DE RIVE

Etat Initial

Jour

						Emission rapportée à la journée	
Nom voie	Vitesse moyenne [km/h]	TRAM [passages/jour]	SEL 1m [dB(A)]	Lw(Q=2) [dB(A)]	Temps de passage du tram [sec]	SEL 1 m [dB(A)]	Lw(Q=2) [dB(A)]
Pierre-FATIO - Voie garage	20	0.89	84.0	92.0	3	40.6	48.6
Ligne 12 : Cours de Rive -> Terrassière	30	200.00	86.5	94.5	3	66.7	74.7
Ligne 12 : Cours de Rive -> Bel-Air	30	200.00	86.5	94.5	3	66.7	74.7

Nuit

						Emission rapportée à la journée	
Nom voie	Vitesse moyenne [km/h]	TRAM [passages/jour]	SEL 1m [dB(A)]	Lw(Q=2) [dB(A)]	Temps de passage du tram [sec]	SEL 1 m [dB(A)]	Lw(Q=2) [dB(A)]
Pierre-FATIO - Voie garage	20	0.12	84.0	92.0	3	34.8	42.8
Ligne 12 : Cours de Rive -> Terrassière	30	23.00	86.5	94.5	3	60.3	68.3
Ligne 12 : Cours de Rive -> Bel-Air	30	23.00	86.5	94.5	3	60.3	68.3

Etat futur sans projet de boucle tram

Jour

						Emission rapportée à la journée	
Nom voie	Vitesse moyenne [km/h]	TRAM [passages/jour]	SEL 1m [dB(A)]	Lw(Q=2) [dB(A)]	Temps de passage du tram [sec]	SEL 1 m [dB(A)]	Lw(Q=2) [dB(A)]
Pierre-FATIO - Voie garage	20	0.89	84.0	92.0	3	40.6	48.6
Ligne 12 & 17 : Cours de Rive -> Terrassière	30	300.00	86.5	94.5	3	68.4	76.4
Ligne 12 & 17: Cours de Rive -> Bel-Air	30	300.00	86.5	94.5	3	68.4	76.4

Nuit

						Emission rapportée à la journée	
Nom voie	Vitesse moyenne [km/h]	TRAM [passages/jour]	SEL 1m [dB(A)]	Lw(Q=2) [dB(A)]	Temps de passage du tram [sec]	SEL 1 m [dB(A)]	Lw(Q=2) [dB(A)]
Pierre-FATIO - Voie garage	20	0.12	84.0	92.0	3	34.8	42.8
Ligne 12 & 17 : Cours de Rive -> Terrassière	30	34.50	86.5	94.5	3	62.1	70.0
Ligne 12 & 17: Cours de Rive -> Bel-Air	30	34.50	86.5	94.5	3	62.1	70.0

Etat futur avec projet de boucle tram

Jour

						Emission rapportée à la journée	
Nom voie	Vitesse moyenne [km/h]	TRAM [passages/jour]	SEL 1m [dB(A)]	Lw(Q=2) [dB(A)]	Temps de passage du tram [sec]	SEL 1 m [dB(A)]	Lw(Q=2) [dB(A)]
Pierre-FATIO - Voie garage - Supprimée							
Ligne 12 & 17 : Cours de Rive -> Terrassière - Modifiée	30	300.00	86.5	94.5	3	68.4	76.4
Ligne 12 & 17: Cours de Rive -> Bel-Air - Modifiée	30	300.00	86.5	94.5	3	68.4	76.4
Boucle tram	20	0.89	84.0	92.0	3	40.6	48.6

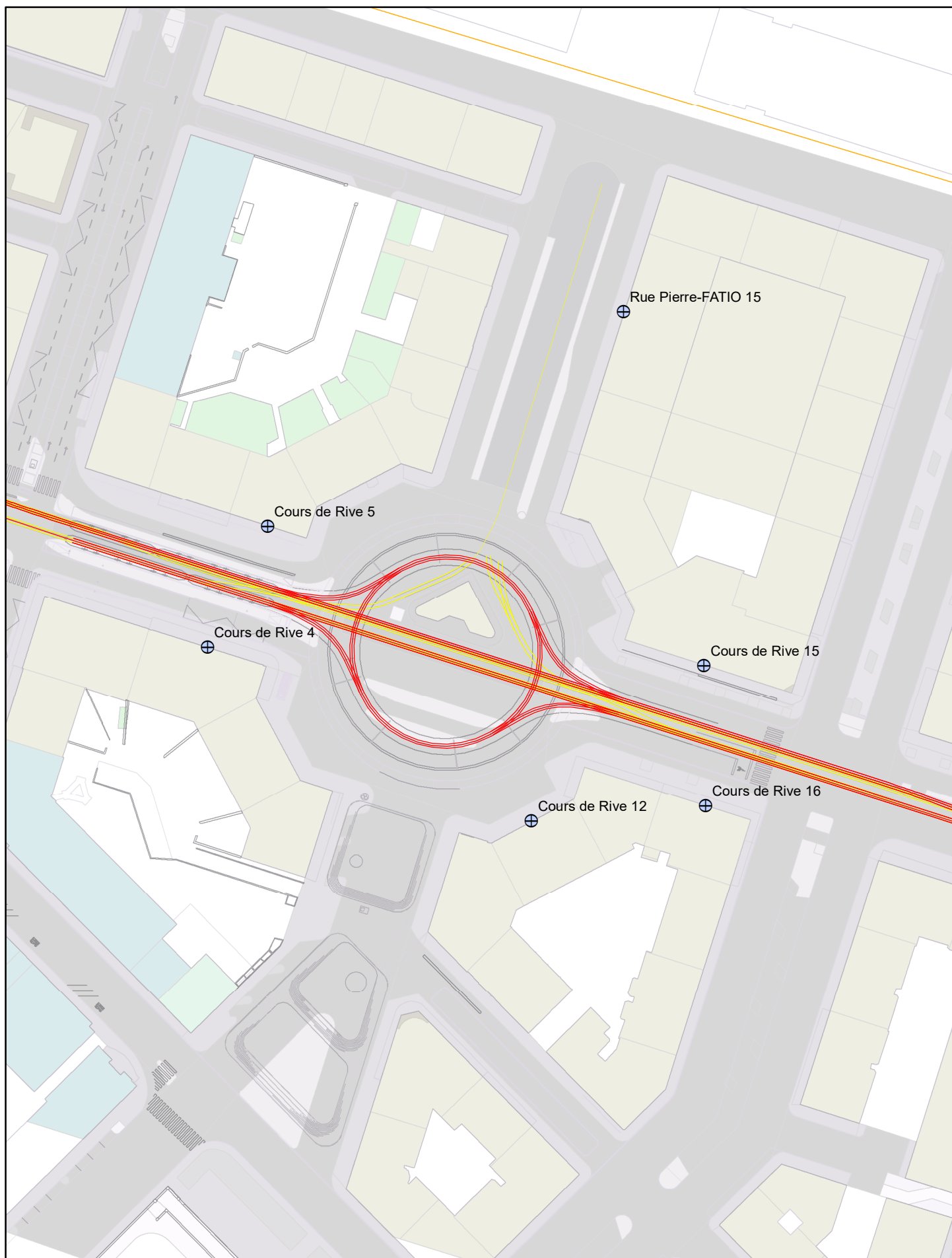
Nuit

						Emission rapportée à la journée	
Nom voie	Vitesse moyenne [km/h]	TRAM [passages/jour]	SEL 1m [dB(A)]	Lw(Q=2) [dB(A)]	Temps de passage du tram [sec]	SEL 1 m [dB(A)]	Lw(Q=2) [dB(A)]
Pierre-FATIO - Voie garage 3 - Supprimée							
Ligne 12 & 17 : Cours de Rive -> Terrassière - Modifiée	30	34.50	86.5	94.5	3	62.1	70.0
Ligne 12 & 17: Cours de Rive -> Bel-Air - Modifiée	30	34.50	86.5	94.5	3	62.1	70.0
Boucle tram	20	0.12	84.0	92.0	3	34.8	42.8

ETUDE « PROTECTION CONTRE LE BRUIT ET LES VIBRATIONS »

ANNEXE 6- 2.4 B

LOCALISATION DES POINTS RECEPTEURS



Evaluation du bruit lié aux modifications du tram - Rond-Point de Rive

Localisation des points récepteurs

Légende

- ⊕ Localisation des points récepteurs
- Voies de tram - Projet
- Voies de tram - Existant

0 10 20 40 Mètres

Auteur: GC Date: 27.04.2017 ArcGIS v10.2



ECOTEC ENVIRONNEMENT SA
Rue François-Ruchon 3 - 1203 Genève
Tél. 022.344.91.19
E-mail info@ecotec.ch - www.ecotec.ch

ETUDE « PROTECTION CONTRE LE BRUIT ET LES VIBRATIONS »

ANNEXE 6- 2.4 C

CALCUL DES IMMISSIONS SONORES DU TRAM

- COURS DE RIVE - PIERRE FATIO - ROND POINT DE RIVE

Etat initial

Adresse	Façade	Etage	Utilisation	DS	Lr jour [dB(A)]	VLI jour [dB(A)]	Lr nuit [dB(A)]	VLI nuit [dB(A)]
Cours de Rive 5	Sud	Et3	Bureaux	III	64.8	65 +5	58.4	-
Cours de Rive 4	N/E	Et3	Mixte	III	64.9	65 (+5)	58.5	55
Cours de Rive 15	Sud	Et3	Bureaux	III	64.7	65 +5	58.3	-
Cours de Rive 16	Nord	Et3	Mixte	III	64.6	65 (+5)	58.2	55
Rue Pierre-FATIO 15	Ouest	Et3	Bureaux	III	50.6	65 +5	44.3	-
Cours de Rive 12	N/O	Et3	Bureaux	III	61.0	65 +5	54.6	-

Etat futur sans projet de boucle tram

Adresse	Façade	Etage	Utilisation	DS	Lr jour [dB(A)]	VLI jour [dB(A)]	Lr nuit [dB(A)]	VLI nuit [dB(A)]
Cours de Rive 5	Sud	Et3	Bureaux	III	66.5	65 +5	60.1	-
Cours de Rive 4	N/E	Et3	Mixte	III	66.6	65 (+5)	60.2	55
Cours de Rive 15	Sud	Et3	Bureaux	III	66.4	65 +5	60.0	-
Cours de Rive 16	Nord	Et3	Mixte	III	66.3	65 (+5)	59.9	55
Rue Pierre-FATIO 15	Ouest	Et3	Bureaux	III	52.3	65 +5	45.9	-
Cours de Rive 12	N/O	Et3	Bureaux	III	62.7	65 +5	56.3	-

Etat futur avec projet de boucle tram

									Différence état final avec projet / sans projet	
Adresse	Façade	Etage	Utilisation	DS	Lr jour [dB(A)]	VLI jour [dB(A)]	Lr nuit [dB(A)]	VLI nuit [dB(A)]	Δ Jour [dB(A)]	Δ Nuit [dB(A)]
Cours de Rive 5	Sud	Et3	Bureaux	III	66.6	65 +5	60.2	-	0.1	0.1
Cours de Rive 4	N/E	Et3	Mixte	III	66.6	65 (+5)	60.2	55	-0.1	-0.1
Cours de Rive 15	Sud	Et3	Bureaux	III	66.5	65 +5	60.1	-	0.1	0.1
Cours de Rive 16	Nord	Et3	Mixte	III	66.3	65 (+5)	59.9	55	0.0	0.0
Rue Pierre-FATIO 15	Ouest	Et3	Bureaux	III	52.2	65 +5	45.8	-	-0.1	-0.1
Cours de Rive 12	N/O	Et3	Bureaux	III	62.6	65 +5	56.2	-	-0.1	-0.1

ETUDE « PROTECTION CONTRE LE BRUIT ET LES VIBRATIONS »

ANNEXE 6- 3

RAPPORT SUR LES VIBRATIONS ET SONS SOLIDIENS

ANALYSE VIBRA-1 - LIGNE T12 GENEVE RIVE

Vibrations et sons solidiens

Analyse VIBRA-1

Ligne T12 Genève Rive



Zürich, 15.12.2016
Rapport Nr. 2458-1

 **ZIEGLER**
CONSULTANTS
DR. A. ZIEGLER - DIPL. ING. ETH/SIA/USIC
ASYLSTRASSE 41 - CH-8032 ZÜRICH

1	Introduction	3
2	Localisation des bâtiments	4
3	Fréquences des trams	7
4	Paramètres pour VIBRA-1	7
5	Résultats	8
6	Valeurs limites	11
7	Conclusions	11
	Annex A	12

1 Introduction

Dans le cadre du projet « adaptations tramway et trolleybus espaces publics de Rive » du département de l'environnement, des transports et de l'agriculture de Genève, l'infrastructure du tram est à adapter et renouveler. Pour déterminer l'impact des vibrations et des sons solidiens à l'état actuel et l'état du projet, une évaluation basée sur VIBRA-1 a été effectuée dans un corridor de 30 m (voir Fig. 1.1). Ce rapport présente les résultats de cette analyse.

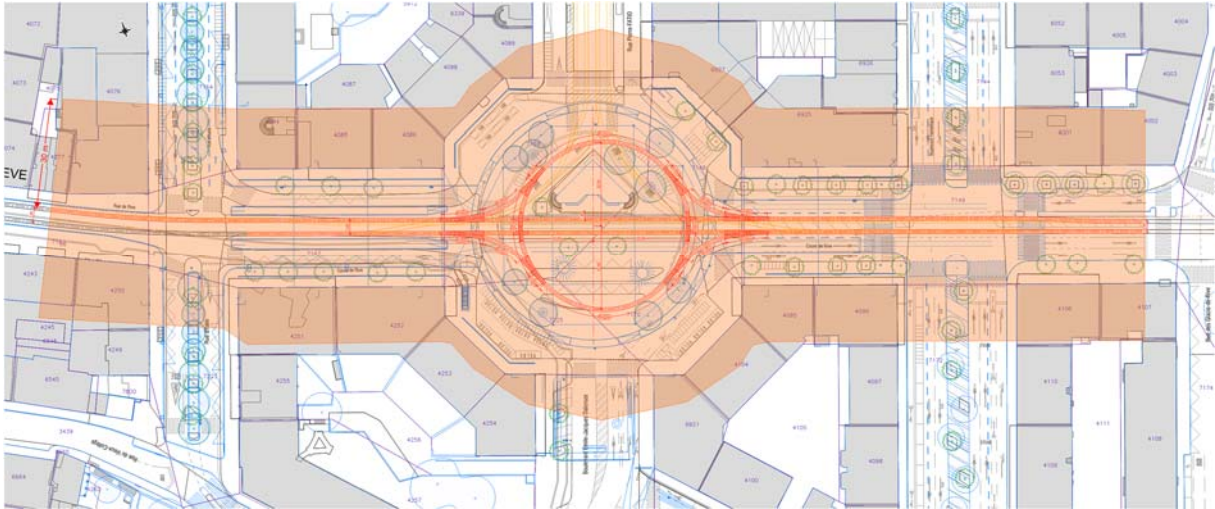


Fig. 1.1 Périmètre de l'infrastructure tram à adapter et renouveler

2 Localisation des bâtiments

Figure 2.2a montre la localisation des bâtiments dans le périmètre à étudier.

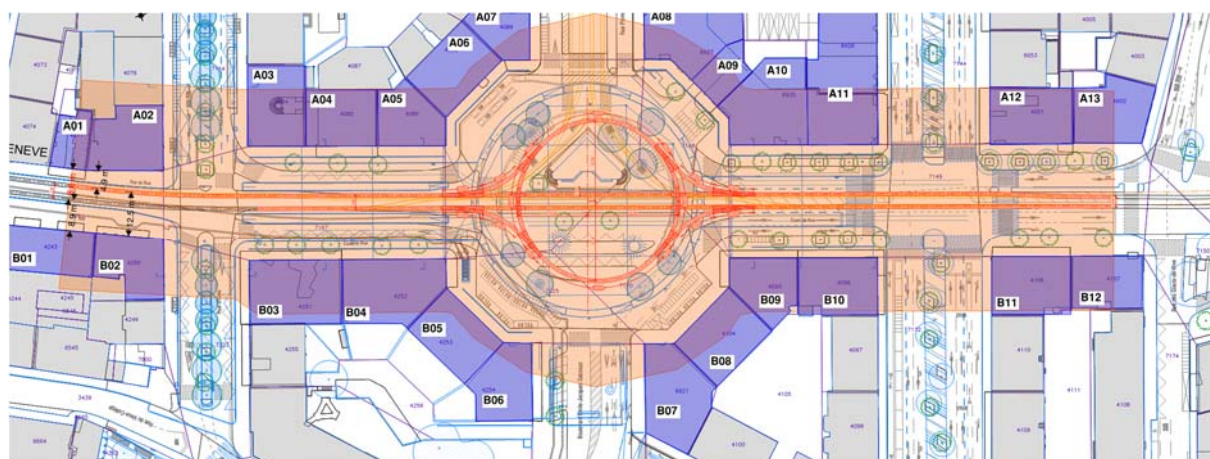


Fig. 2.2a Localisation des bâtiments.

Dans la table 2.1 on trouve les bâtiments, l'utilisation et la classification dans la zone de construction. Tous les bâtiments sont dans les zones 1 ou 2 (selon EVBSR = zones mixtes). Si le type de plancher (béton ou bois) n'a pas pu être déterminé le calcul se fait pour les 2 variantes. Le pire des valeurs est pris pour la comparaison avec la valeur limite.

Tab. 2.1 Liste des bâtiments

Bâtiments et pièces

Loc	Bât.	Nom	Usage	Couplage	Pièce	Nom	Plancher	SS-Typ	VIB_Lim_Groupe et zone	SS-Lim-groupe et zone		
Geneve	1	HA01	Habitation	MFH	1	Beton	BETON	BETON	bestehend	23	IRW	M2
Geneve	2	HA02	Habitation	MFH	1	Beton	BETON	BETON	bestehend	23	IRW	M2
Geneve	2	HA02	Habitation	MFH	2	Bois	HOLZ	HOLZ	bestehend	23	IRW	M2
Geneve	3	HA03	Habitation	MFH	1	Beton	BETON	BETON	bestehend	23	IRW	M2
Geneve	3	HA03	Habitation	MFH	2	Bois	HOLZ	HOLZ	bestehend	23	IRW	M2
Geneve	4	HA04	Habitation	MFH	1	Beton	BETON	BETON	bestehend	23	IRW	M2
Geneve	4	HA04	Habitation	MFH	2	Bois	HOLZ	HOLZ	bestehend	23	IRW	M2
Geneve	5	HA05	Habitation	MFH	1	Beton	BETON	BETON	bestehend	23	IRW	M2
Geneve	5	HA05	Habitation	MFH	2	Bois	HOLZ	HOLZ	bestehend	23	IRW	M2
Geneve	6	HA06	Habitation	MFH	1	Beton	BETON	BETON	bestehend	23	IRW	M2
Geneve	6	HA06	Habitation	MFH	2	Bois	HOLZ	HOLZ	bestehend	23	IRW	M2
Geneve	7	HA07	Habitation	MFH	1	Beton	BETON	BETON	bestehend	23	IRW	M2
Geneve	7	HA07	Habitation	MFH	2	Bois	HOLZ	HOLZ	bestehend	23	IRW	M2
Geneve	8	HA08	Commerce	MFH	1	Beton	BETON	BETON	bestehend	23	IRW	M2
Geneve	9	HA09	Commerce	MFH	1	Beton	BETON	BETON	bestehend	23	IRW	M2
Geneve	10	HA10	Commerce	MFH	1	Beton	BETON	BETON	bestehend	23	IRW	M2
Geneve	11	HA11	Commerce	MFH	1	Beton	BETON	BETON	bestehend	23	IRW	M2
Geneve	12	HA12	Habitation	MFH	1	Beton	BETON	BETON	bestehend	23	IRW	M2
Geneve	13	HA13	Habitation	MFH	1	Beton	BETON	BETON	bestehend	23	IRW	M2
Geneve	13	HA13	Habitation	MFH	2	Bois	HOLZ	HOLZ	bestehend	23	IRW	M2
Geneve	14	HB01	Habitation	MFH	1	Beton	BETON	BETON	bestehend	23	IRW	M2
Geneve	14	HB01	Habitation	MFH	2	Bois	HOLZ	HOLZ	bestehend	23	IRW	M2
Geneve	15	HB02	Habitation	MFH	1	Beton	BETON	BETON	bestehend	23	IRW	M2
Geneve	15	HB02	Habitation	MFH	2	Bois	HOLZ	HOLZ	bestehend	23	IRW	M2
Geneve	16	HB03	Commerce	MFH	1	Beton	BETON	BETON	bestehend	23	IRW	M2
Geneve	17	HB04	Commerce	MFH	1	Beton	BETON	BETON	bestehend	23	IRW	M2
Geneve	17	HB04	Commerce	MFH	2	Bois	HOLZ	HOLZ	bestehend	23	IRW	M2
Geneve	18	HB05	Habitation	MFH	1	Beton	BETON	BETON	bestehend	23	IRW	M2
Geneve	18	HB05	Habitation	MFH	2	Bois	HOLZ	HOLZ	bestehend	23	IRW	M2
Geneve	19	HB06	Habitation	MFH	1	Beton	BETON	BETON	bestehend	23	IRW	M2
Geneve	19	HB06	Habitation	MFH	2	Bois	HOLZ	HOLZ	bestehend	23	IRW	M2
Geneve	20	HB07	Commerce	MFH	1	Beton	BETON	BETON	bestehend	23	IRW	M2
Geneve	21	HB08	Habitation	MFH	1	Beton	BETON	BETON	bestehend	23	IRW	M2
Geneve	21	HB08	Habitation	MFH	2	Bois	HOLZ	HOLZ	bestehend	23	IRW	M2
Geneve	22	HB09	Habitation	MFH	1	Beton	BETON	BETON	bestehend	23	IRW	M2
Geneve	22	HB09	Habitation	MFH	2	Bois	HOLZ	HOLZ	bestehend	23	IRW	M2
Geneve	23	HB10	Habitation	MFH	1	Beton	BETON	BETON	bestehend	23	IRW	M2
Geneve	23	HB10	Habitation	MFH	2	Bois	HOLZ	HOLZ	bestehend	23	IRW	M2
Geneve	24	HB11	Habitation	MFH	1	Beton	BETON	BETON	bestehend	23	IRW	M2
Geneve	24	HB11	Habitation	MFH	2	Bois	HOLZ	HOLZ	bestehend	23	IRW	M2
Geneve	25	HB12	Habitation	MFH	1	Beton	BETON	BETON	bestehend	23	IRW	M2
Geneve	25	HB12	Habitation	MFH	2	Bois	HOLZ	HOLZ	bestehend	23	IRW	M2

Les Figure suivants montrent les bâtiments dans le périmètre à étudier.



Bat. H A01



Bat. H A02



Bat. H A03



Bat. H A04



Bat. H A05



Bat. H A06



Bat. H A07



Bat. H A08



Bat. H A09



Bat. H A10



Bat. H A11



Bat. H A12



Bat. H A13



Bat. H B01



Bat. H B02



Bat. H B03



Bat. H B04



Bat. H B05



Bat. H B06



Bat. H B07



Bat. H B08



Bat. H B09



Bat. H B10



Bat. H B11



Bat. H B12

3 Fréquences des trams

Les fréquences des trams pour l'état présent et pour l'état futur sont présentées dans les tables ci-dessous.

Table 3.1a Situation présent et future

Voies et trains

Voie	Nom:	Section	Nr. de train	Type de train	Vitesse	T/h jour	Longeur jour	T/h nuit	Longeur nuit	T 1 h nuit max
1	Voie droit Nord	T12	1	Tram	50	12.5	53	3.5	53	6
2	Voie droit Sued		1	Tram	50	12.5	53	3.5	53	6
3	Voie courbé Nord		1	Tram	40	2	53	1	53	1
4	Voie courbé Sued		1	Tram	40	2	53	1	53	1

4 Paramètres pour VIBRA-1

VIBRA-1: Types de train

Tram G

Groupe:	ZC 2015	Coefficient de variation	0.2	Valeurs char.	Facteur
OSP-ID:	Tram	Vitesse (km/h)	50	Peak, v-max (mm/s):	0.820 7.01
Type de train:	Tram G	Exposé vitesse	1.0	KB, v-rms-f (mm/s):	0.208 1.78
Dist. de réf. (m):	4.0	Delta-T (s):	5.0	K, v-rms-s (mm/s)	0.000 0.00
				v-rms-dur (mm/s)	0.117 1.00
				Pour calc. SON: v-rms-dur (mm/s) gamme 40 à 125 Hz :	0.117

Description Testdaten

VIBRA-1: Liste des facteurs de transfert

Type	Groupe	TFP-ID	Description	Facteur VIB	Facteur SON
ABMIN	ZC 2015	OFFEN-LOCKER	Offene Strecke - Gleis oder Gebäude auf Lockergeste	1.10	1.40
ABMIN	ZC 2015	TUNNEL-LOCKER	Offene Strecke - Gleis oder Gebäude auf Lockergeste	1.10	1.40
ABMIN	ZC 2015	OFFEN-FELS	Offene Strecke - Gleis und Gebäude auf Fels	1.10	1.40
ABMIN	ZC 2015	TUNNEL-FELS	Offene Strecke - Gleis und Gebäude auf Fels	1.10	1.40
ANKOP	ZC 2015	HH	Hochhaus	0.23	0.20
ANKOP	ZC 2015	EFH	Einfamilienhaus	0.39	0.31
ANKOP	ZC 2015	MFH	Mehrfamilienhaus	0.37	0.30
ANKOP	ZC 2015	INDU	Industriegebäude	0.29	0.29
BODEN	ZC 2015	LOCKER	Gleis auf Lockergestein	1.00	1.00
BODEN	ZC 2015	FELS	Gleis auf Fels	1.00	1.00
DECKE	ZC 2015	FUND	Bodenplatte	1.50	1.50
DECKE	ZC 2015	HOARDIS	Hoardisdecke	4.40	3.40
DECKE	ZC 2015	BETON	Betondecke	2.79	3.14
DECKE	ZC 2015	HOLZ	Holzdecke	3.76	2.48
KSFAK	ZC 2015	BETON	Betondecken		0.60
KSFAK	ZC 2015	HOLZ	Holzdecken		0.50
TRASS	ZC 2015	NIVEAU	A Niveau	1.00	1.00
TRASS	ZC 2015	DAMM	Dammelage	0.80	0.80
TRASS	ZC 2015	EINSCHNITT	Gleis in Einschnitt	0.80	0.80
TRASS	ZC 2015	TUNNEL	Tunnelstrecke	1.00	1.00
WEICH	ZC 2015	NULL	Normale Strecke (ohne Weiche)	1.00	1.00
WEICH	ZC 2015	WEICHE	Weiche	2.00	2.00
WEICH	ZC 2015	STOSS	Schienenstoss	2.00	2.00
WEICH	ZC 2015	WEICHE-SB	Weiche mit Schwellenbesohlung	2.00	1.50

5 Résultats

VIBRA-1 calcule la médiane pour les vibrations et les sons solidiens (voir tableaux A1 et A2 dans l'annexe). Pour obtenir le fractile de 90%, les valeurs KB (vibration) sont multipliées d'un facteur de 1.54 et 7.07 dB sont ajoutés à la médiane pour les sons solidiens. Dans les figures 5.1a à 5.1e les résultats de la simulation VIRBRA-1 sont présentés. La comparaison avec les valeurs indicatives de l'EVBSR se font à la base des fractile 90%.

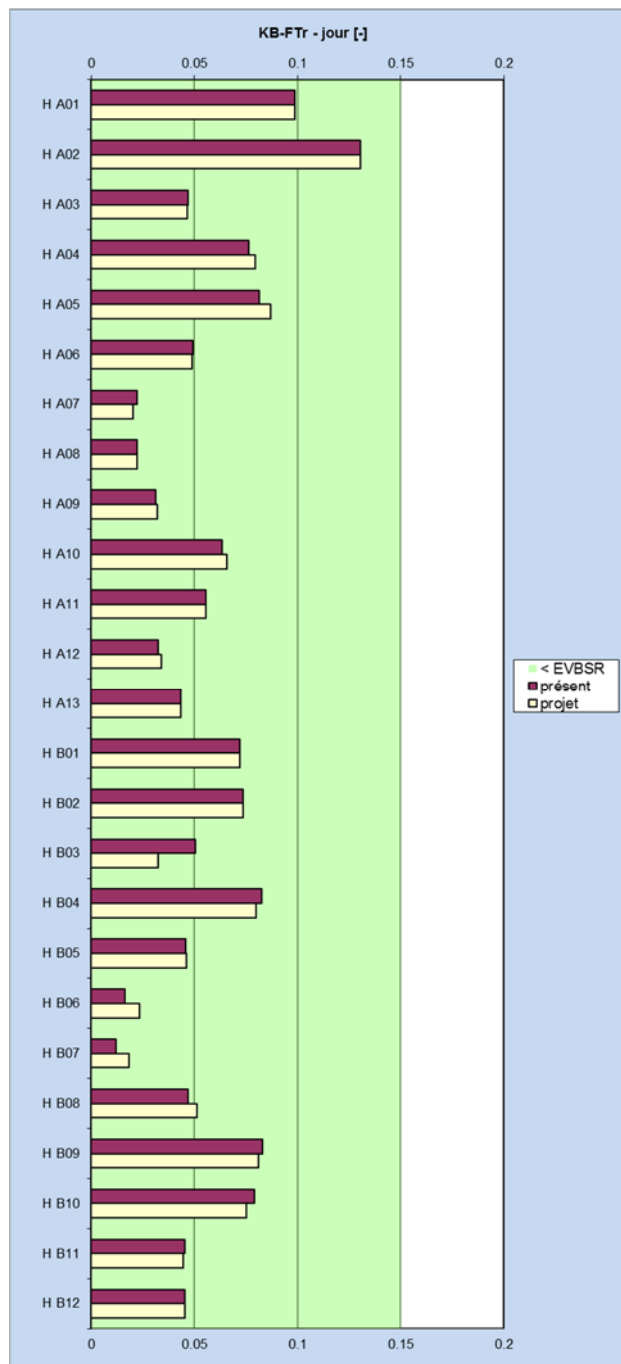


Figure 5.1a KB_{FTr}-Jour (fractiles de 90%)

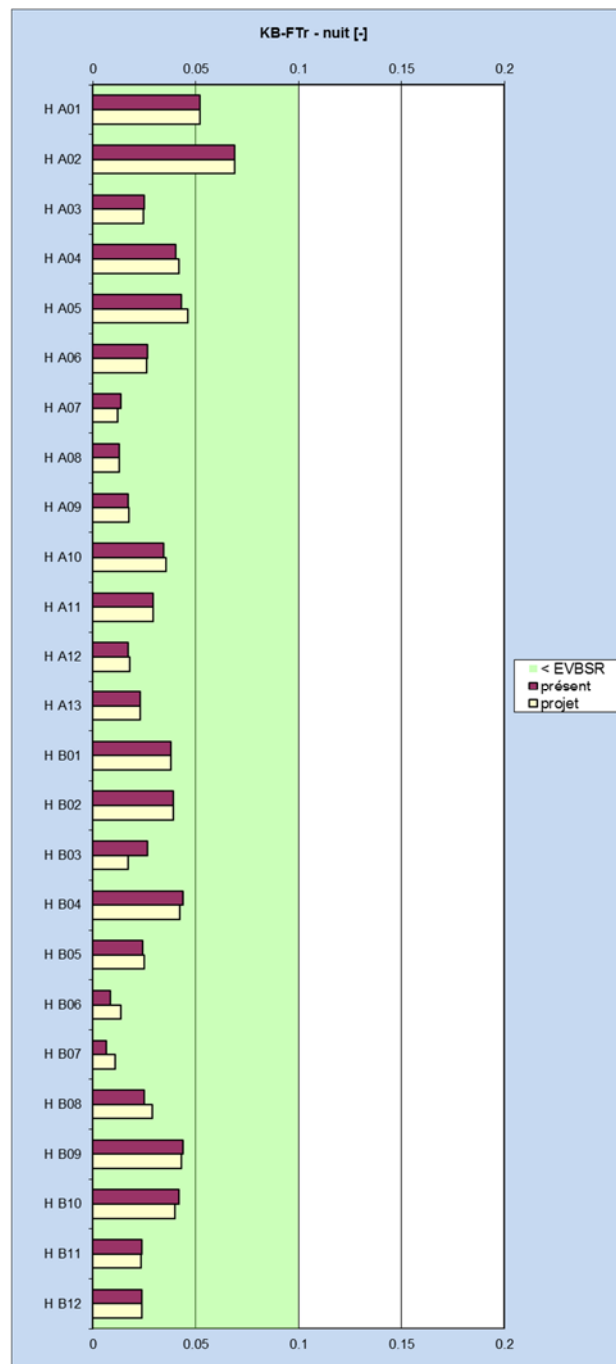


Figure 5.1b KB_{FTr}-Nuit (fractiles de 90%)

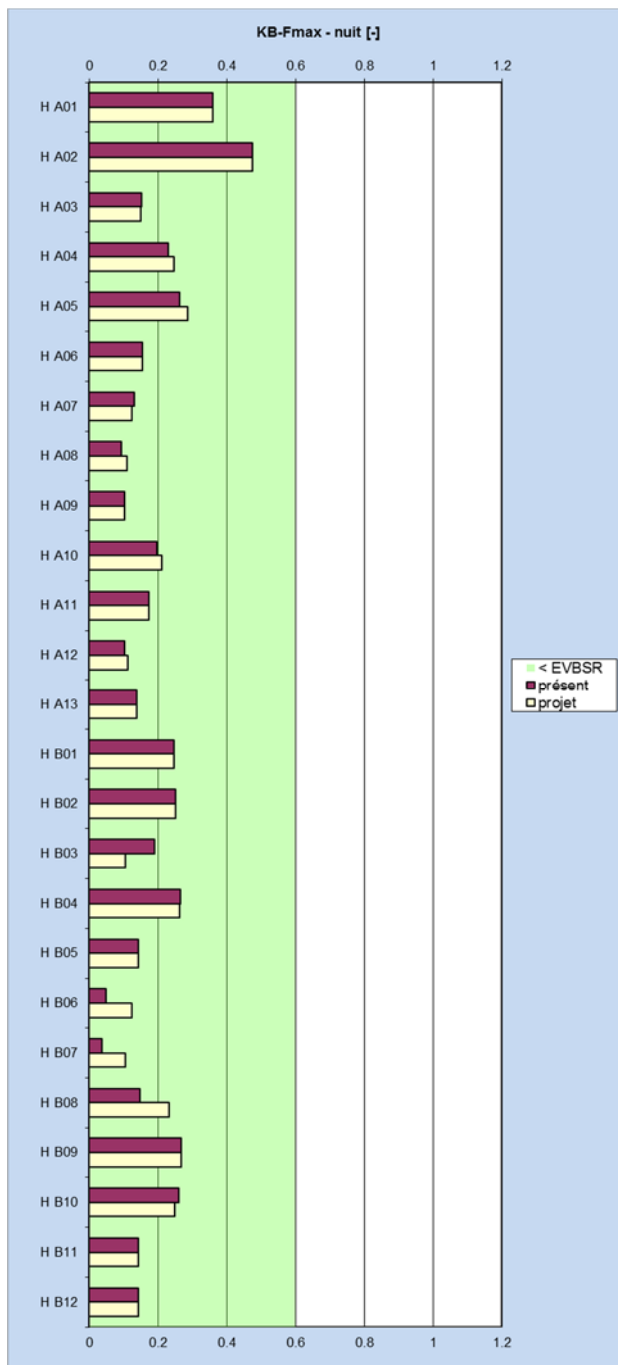


Figure 5.1c KB_{Fmax}-Nuit (fractiles de 90%)

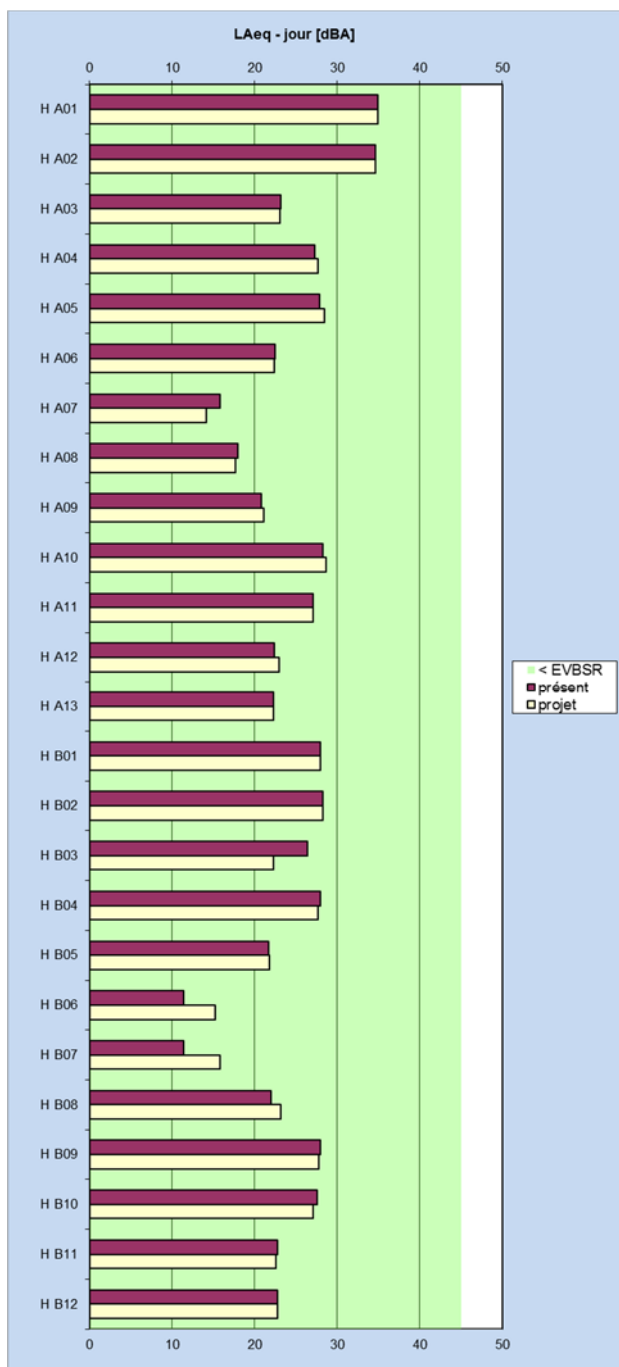


Figure 5.1d L_{Aeq}-Jour (fractiles de 90%)

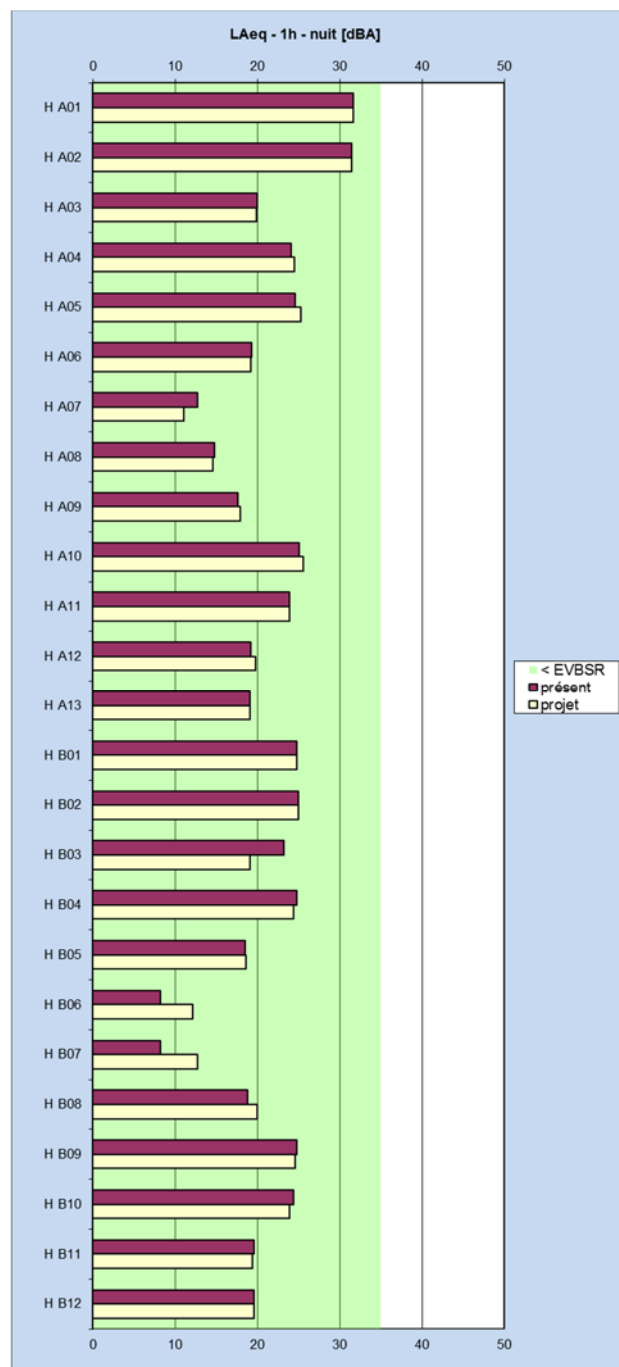


Figure 5.1e L_{Aeq}-Nuit (fractiles de 90%)

6 Valeurs limites

S'agissant d'une installation existante les valeurs indicatives à respecter sont les suivants :

	Code	Zone		Jour	Nuit
Pour vibrations :	DIN 4150	Zone mixte :	KB_{FT_r} KB_{Fmax}	0.15 3.00	0.10 0.60
Pour son solidien :	EVBSR	Zone mixte :	L_K	45	35

La comparaison des valeurs d'immission calculées avec les valeurs limites montrent :

- Toutes les valeurs limites sont respectées

7 Conclusions

L'analyse de la situation et les calculs VIBRA-1 permettent les conclusions suivantes:

- Toutes les valeurs limites sont respectées
- Un mesurage VIBRA-2 n'est pas nécessaires
- Aucune mesure pour amortissement des vibrations au niveau des voies est nécessaire

Zürich, 15.12.2016

ZIEGLER CONSULTANTS

Dr. D. Gsell

Annex A

Table A.1 Immissions pour l'état présent (50%-fractile)

VIBRA-1: Vibrations et sons solidiens

Projet: 2458_Genf_T12 présent
Date: 13.12.2016
Selon code VIB: DIN 4150/2
Selon code SO: BEKS

	Vibrations				Son solidien				Durée de passage			
	Jour		Nuit		Jour		Nuit		Jour		Nuit	
	KBF-95%	KBFtr	KBF-95%	KBFtr	Leq 95% (12): dBA	Leq (16h): dBA	Leq 95% (12): dBA	Leq (1h): dBA	Vbf-max: s	Vbf-mittel: s	Vbf-max: s	Vbf-mittel: s
H A01												
Beton	0.234	0.064	0.234	0.034	44.6	27.8	44.6	24.6	8.8	8.8	8.8	8.8
H A02												
Beton	0.228	0.063	0.228	0.033	44.4	27.6	44.4	24.4	8.8	8.8	8.8	8.8
Bois	0.308	0.085	0.308	0.045	40.8	23.9	40.8	20.8	8.8	8.8	8.8	8.8
H A03												
Beton	0.074	0.023	0.074	0.012	31.9	16.1	31.9	12.9	8.8	8.8	8.8	8.8
Bois	0.099	0.030	0.099	0.016	28.3	12.5	28.3	9.3	8.8	8.8	8.8	8.8
H A04												
Beton	0.111	0.037	0.111	0.020	35.3	20.2	35.3	17.0	8.8	8.8	8.8	8.8
Bois	0.150	0.050	0.150	0.026	31.6	16.6	31.6	13.4	8.8	8.8	8.8	8.8
H A05												
Beton	0.127	0.039	0.127	0.021	36.4	20.8	36.4	17.6	8.8	8.8	8.8	8.8
Bois	0.172	0.053	0.172	0.028	32.8	17.1	32.8	13.9	8.8	8.8	8.8	8.8
H A06												
Beton	0.074	0.024	0.074	0.013	30.7	15.4	30.7	12.2	9.8	8.9	9.8	8.9
Bois	0.100	0.032	0.100	0.017	27.1	11.8	27.1	8.6	9.8	8.9	9.8	8.9
H A07												
Beton	0.063	0.011	0.063	0.007	30.7	8.7	30.7	5.7	9.8	8.9	9.8	9.0
Bois	0.085	0.014	0.085	0.009	27.1	5.1	27.1	2.0	9.8	8.9	9.8	9.0
H A08												
Beton	0.060	0.015	0.060	0.008	30.2	10.9	30.2	7.7	9.8	8.9	9.8	9.0
H A09												
Beton	0.067	0.020	0.067	0.011	30.0	13.7	30.0	10.6	9.8	8.9	9.8	8.9
H A10												
Beton	0.128	0.041	0.128	0.022	36.5	21.2	36.5	18.0	9.8	8.9	9.8	8.9
H A11												
Beton	0.113	0.036	0.113	0.019	35.5	20.0	35.5	16.8	8.8	8.8	8.8	8.8
H A12												
Beton	0.067	0.021	0.067	0.011	30.8	15.3	30.8	12.1	8.8	8.8	8.8	8.8
H A13												
Beton	0.066	0.021	0.066	0.011	30.7	15.2	30.7	12.1	8.8	8.8	8.8	8.8
Bois	0.089	0.028	0.089	0.015	27.1	11.6	27.1	8.4	8.8	8.8	8.8	8.8
H B01												
Beton	0.118	0.035	0.118	0.018	37.1	20.9	37.1	17.7	8.8	8.8	8.8	8.8
Bois	0.160	0.047	0.160	0.025	33.5	17.3	33.5	14.1	8.8	8.8	8.8	8.8
H B02												
Beton	0.121	0.036	0.121	0.019	37.4	21.1	37.4	18.0	8.8	8.8	8.8	8.8
Bois	0.164	0.048	0.164	0.025	33.8	17.5	33.8	14.3	8.8	8.8	8.8	8.8
H B03												
Beton	0.123	0.033	0.123	0.017	36.2	19.3	36.2	16.1	8.8	8.8	8.8	8.8
H B04												
Beton	0.128	0.040	0.128	0.021	36.5	20.9	36.5	17.7	8.8	8.8	8.8	8.8
Bois	0.173	0.054	0.173	0.028	32.9	17.2	32.9	14.0	8.8	8.8	8.8	8.8
H B05												
Beton	0.069	0.022	0.069	0.012	30.0	14.7	30.0	11.5	8.8	8.8	8.8	8.8
Bois	0.094	0.030	0.094	0.016	26.4	11.0	26.4	7.8	8.8	8.8	8.8	8.8
H B06												
Beton	0.024	0.008	0.024	0.004	19.4	4.4	19.4	1.2	8.8	8.8	8.8	8.8
Bois	0.032	0.011	0.032	0.006	15.8	0.7	15.8	-2.5	8.8	8.8	8.8	8.8
H B07												
Beton	0.024	0.008	0.024	0.004	19.4	4.4	19.4	1.2	8.8	8.8	8.8	8.8
H B08												
Beton	0.072	0.023	0.072	0.012	30.3	14.9	30.3	11.7	8.8	8.8	8.8	8.8
Bois	0.097	0.031	0.097	0.016	26.7	11.3	26.7	8.1	8.8	8.8	8.8	8.8
H B09												
Beton	0.130	0.040	0.130	0.021	36.6	20.9	36.6	17.7	8.8	8.8	8.8	8.8
Bois	0.175	0.054	0.175	0.029	33.0	17.3	33.0	14.1	8.8	8.8	8.8	8.8
H B10												
Beton	0.126	0.038	0.126	0.020	36.3	20.5	36.3	17.3	8.8	8.8	8.8	8.8
Bois	0.170	0.051	0.170	0.027	32.7	16.9	32.7	13.7	8.8	8.8	8.8	8.8
H B11												
Beton	0.069	0.022	0.069	0.012	31.2	15.7	31.2	12.5	8.8	8.8	8.8	8.8
Bois	0.093	0.029	0.093	0.016	27.6	12.1	27.6	8.9	8.8	8.8	8.8	8.8
H B12												
Beton	0.069	0.022	0.069	0.012	31.2	15.7	31.2	12.5	8.8	8.8	8.8	8.8
Bois	0.093	0.029	0.093	0.016	27.6	12.1	27.6	8.9	8.8	8.8	8.8	8.8

Table A.2 Immissions pour l'état projet (50%-fractile)

VIBRA-1: Vibrations et sons solidiens

Projet: 2458_Genf_T12 future

Date: 13.12.2016

Selon code VIB: DIN 4150/2

Selon code SO: BEKS

	Vibrations				Son solidien				Durée de passage			
	Jour		Nuit		Jour		Nuit		Jour		Nuit	
	KBF-95%	KBFtr	KBF-95%	KBFtr	Leq 95% (1Z): dBA	Leq (16h): dBA	Leq 95% (1Z): dBA	Leq (1h): dBA	Vbf-max: s	Vbf-mittel: s	Vbf-max: s	Vbf-mittel: s
H A01												
Beton	0.234	0.064	0.234	0.034	44.6	27.8	44.6	24.6	8.8	8.8	8.8	8.8
H A02												
Beton	0.228	0.063	0.228	0.033	44.4	27.6	44.4	24.4	8.8	8.8	8.8	8.8
Bois	0.308	0.085	0.308	0.045	40.8	23.9	40.8	20.8	8.8	8.8	8.8	8.8
H A03												
Beton	0.073	0.022	0.073	0.012	31.7	16.0	31.7	12.8	8.8	8.8	8.8	8.8
Bois	0.098	0.030	0.098	0.016	28.1	12.3	28.1	9.2	8.8	8.8	8.8	8.8
H A04												
Beton	0.119	0.038	0.119	0.020	36.0	20.6	36.0	17.4	8.8	8.8	8.8	8.8
Bois	0.160	0.052	0.160	0.027	32.4	17.0	32.4	13.8	8.8	8.8	8.8	8.8
H A05												
Beton	0.138	0.042	0.138	0.022	37.3	21.4	37.3	18.2	8.8	8.8	8.8	8.8
Bois	0.186	0.056	0.186	0.030	33.7	17.8	33.7	14.6	8.8	8.8	8.8	8.8
H A06												
Beton	0.074	0.024	0.074	0.013	30.7	15.3	30.7	12.1	9.8	8.9	9.8	8.9
Bois	0.100	0.032	0.100	0.017	27.1	11.7	27.1	8.5	9.8	8.9	9.8	8.9
H A07												
Beton	0.060	0.010	0.060	0.006	28.9	7.1	28.9	4.0	9.8	8.9	9.8	8.9
Bois	0.081	0.013	0.081	0.008	25.3	3.5	25.3	0.4	9.8	8.9	9.8	8.9
H A08												
Beton	0.072	0.014	0.072	0.008	30.7	10.6	30.7	7.5	9.8	8.9	9.8	8.9
H A09												
Beton	0.067	0.021	0.067	0.011	30.0	14.0	30.0	10.8	9.8	8.9	9.8	8.9
H A10												
Beton	0.137	0.043	0.137	0.023	37.2	21.6	37.2	18.5	9.8	8.9	9.8	8.9
H A11												
Beton	0.118	0.036	0.118	0.019	35.9	20.0	35.9	16.8	8.8	8.8	8.8	8.8
H A12												
Beton	0.073	0.022	0.073	0.012	31.7	15.9	31.7	12.7	8.8	8.8	8.8	8.8
H A13												
Beton	0.066	0.021	0.066	0.011	30.7	15.2	30.7	12.1	8.8	8.8	8.8	8.8
Bois	0.089	0.028	0.089	0.015	27.1	11.6	27.1	8.4	8.8	8.8	8.8	8.8
H B01												
Beton	0.118	0.035	0.118	0.018	37.1	20.9	37.1	17.7	8.8	8.8	8.8	8.8
Bois	0.160	0.047	0.160	0.025	33.5	17.3	33.5	14.1	8.8	8.8	8.8	8.8
H B02												
Beton	0.121	0.036	0.121	0.019	37.4	21.1	37.4	18.0	8.8	8.8	8.8	8.8
Bois	0.164	0.048	0.164	0.025	33.8	17.5	33.8	14.3	8.8	8.8	8.8	8.8
H B03												
Beton	0.068	0.021	0.068	0.011	31.0	15.3	31.0	12.1	8.8	8.8	8.8	8.8
H B04												
Beton	0.127	0.039	0.127	0.020	36.4	20.6	36.4	17.4	8.8	8.8	8.8	8.8
Bois	0.171	0.052	0.171	0.027	32.8	16.9	32.8	13.7	8.8	8.8	8.8	8.8
H B05												
Beton	0.069	0.022	0.069	0.012	30.0	14.7	30.0	11.5	9.8	8.9	9.8	8.9
Bois	0.094	0.030	0.094	0.016	26.4	11.1	26.4	7.9	9.8	8.9	9.8	8.9
H B06												
Beton	0.059	0.011	0.059	0.007	28.8	8.2	28.8	5.0	9.8	8.9	9.8	8.9
Bois	0.080	0.015	0.080	0.009	25.2	4.5	25.2	1.4	9.8	8.9	9.8	8.9
H B07												
Beton	0.069	0.012	0.069	0.007	30.4	8.8	30.4	5.7	9.8	8.9	9.8	8.9
H B08												
Beton	0.111	0.025	0.111	0.014	35.5	16.1	35.5	12.9	9.8	8.9	9.8	8.9
Bois	0.150	0.033	0.150	0.019	31.8	12.4	31.8	9.3	9.8	8.9	9.8	8.9
H B09												
Beton	0.130	0.039	0.130	0.021	36.6	20.7	36.6	17.5	8.8	8.8	8.8	8.8
Bois	0.175	0.053	0.175	0.028	33.0	17.1	33.0	13.9	8.8	8.8	8.8	8.8
H B10												
Beton	0.120	0.036	0.120	0.019	36.0	20.0	36.0	16.9	8.8	8.8	8.8	8.8
Bois	0.161	0.049	0.161	0.026	32.3	16.4	32.3	13.2	8.8	8.8	8.8	8.8
H B11												
Beton	0.069	0.022	0.069	0.011	31.2	15.5	31.2	12.3	8.8	8.8	8.8	8.8
Bois	0.093	0.029	0.093	0.015	27.6	11.9	27.6	8.7	8.8	8.8	8.8	8.8
H B12												
Beton	0.069	0.022	0.069	0.012	31.2	15.7	31.2	12.5	8.8	8.8	8.8	8.8
Bois	0.093	0.029	0.093	0.016	27.6	12.1	27.6	8.9	8.8	8.8	8.8	8.8