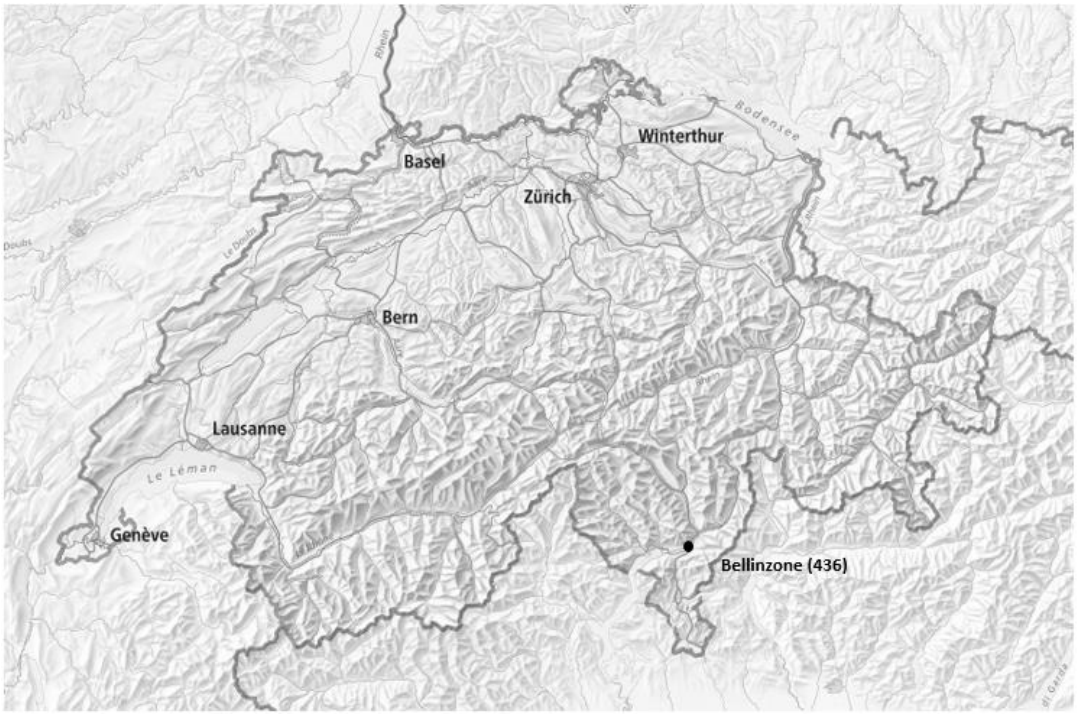
Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK
Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication DETEC
Dipartimento federale dell'ambiente, dei trasporti, dell'energia e delle comunicazioni DATEC

Bundesamt für Strassen
Office fédéral des routes
Ufficio federale delle Strade

Bellinzone - 2015

Evaluation et traitement des données WIM



Ittigen, 30.11.2017

Impressum

Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication DETEC
Office fédéral des routes OFROU
Division Réseaux routiers
Trafic & Innovations Management
Monitorage du trafic

Document

Document WIM_2015_436
Version 1
Créé le 30.11.2017 – MAF

Table des matières

Impressum **2**

1 Fiche de station **4**

2 Intégrité des données **5**

3 Traitements statistiques **6**
3.1 Répartition horaire annuelle 6
3.2 Répartition horaire annuelle HV (> 10 tonnes) 7
3.3 Répartition horaire journalière 8
3.4 Détection de véhicules 9
3.4.1 Par mois 9
3.4.2 Par nombre d'axes 10
3.4.3 Par classes SWISS10 10
3.4.4 Par tranches de masse 11
3.4.5 Silhouettes prédominantes 11

4 Modèle selon norme SN 640 320 ..... **12**
4.1 Répartition entre les voies de circulation 12
4.2 Facteurs d'équivalence par classes de véhicules 12
4.3 Facteurs d'équivalence par catégories de véhicules 12
4.4 Facteur d'équivalence moyen 13
4.5 Classe de trafic pondéral équivalent actuelle selon SN 640 324 13
4.6 Tendance pour l'estimation du taux d'accroissement annuel 13

5 Caractéristiques des poids lourds **14**
5.1 Caractéristiques des catégories de poids lourds 14
5.2 Caractéristiques globales de l'échantillon 18

6 Modèle selon norme SIA 261 ..... **20**
6.1 Modèle de charge 1 selon SIA 261 20
6.1.1 Charge concentrée Q 20
6.1.2 Charge répartie q 20

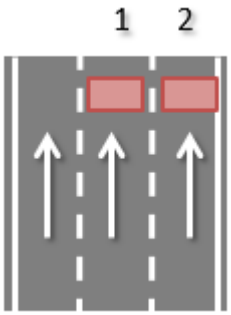
7 Tendances **21**
7.1 Evolution de la répartition horaire annuelle 21
7.2 Evolution de la détection par mois 22
7.3 Evolution du modèle de la norme SN 640 320 23
7.3.1 Evolution des facteurs d'équivalence par classes de véhicules 23
7.3.2 Evolution des facteurs d'équivalence par catégories de véhicules 24
7.3.3 Evolution du facteur d'équivalence moyen 24
7.3.4 Evolution du trafic pondéral équivalent journalier 24
7.4 Evolution du modèle de la norme SIA 261 25
7.4.1 Evolution des quantiles de la charge concentrée Q 25
7.4.2 Evolution des quantiles de la charge répartie q 26

8 Niveau de confiance **27**

Bibliographie **28**

1 Fiche de station

Station	Canton	RN	N° ASTRA	Filiale	UT	Directions	Voies
Bellinzone	TI	A2	436	F5	IV	1	1x3

Situation	
	436 - Direction Gotthard

Enregistrements	
Type de fichiers :	Fichiers journaliers
Format de fichiers :	WIM_ ANNEEMOISJOUR_NoASTRA.extension
Extension de fichiers :	*.csv
Filtre poids véhicules :	-
Classification SWISS :	SWISS10

Fichier de données	
Fichiers journaliers manquants	25.07.2015 – 27.07.2015
Perte potentielle de données	05.02.2015 – 07 : 51 à 08 : 02 05.03.2015 – 22 : 37 à 22 : 44 14.04.2015 – 14 : 09 à 14 : 19 22.07.2015 – 17 : 30 à 22 : 49 24.07.2015 – 23 : 13 à 00 : 00 28.07.2015 – 00 : 00 à 02 : 00 10.09.2015 – 13 : 28 à 15 : 01
Evènements particuliers	
Décisions	
Concaténation	
Nom de fichiers :	2015_436_concat.log
Nombre d'enregistrements :	6'756'627
Nombre de jours effectifs :	361.7

2 Intégrité des données

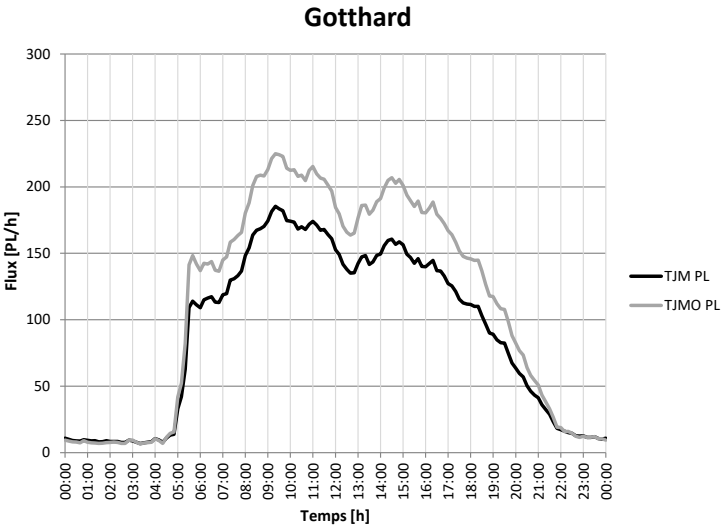
Documents de référence : [5] [6] [7] [8] [9] [10] [11]

Filtre des données (démarche pas à pas)	
1)	Véhicules de moins de 3.5 tonnes (5'956'666 enregistrements).
2)	799'961 enregistrements direction D1.
3)	Longueur totale nulle (0 enregistrements).
4)	Longueur totale supérieure à 26.00m (286 enregistrements).
5)	Poids nul sur un des axes (0 enregistrements).
6)	Entraxe inférieur à 60cm (3'546 enregistrements).
7)	Poids total supérieur à 65 tonnes (1'358 enregistrements, hors grues mobiles).
8)	Poids sur un axe supérieur à 18 tonnes (473 enregistrements, hors grues mobiles).
9)	Longueur totale inférieure à 4.00m (2'120 enregistrements)
Décisions	
1)	Exclusion (2015_436_u3500.log).
2)	-
3)	-
4)	Exclusion.
5)	-
6)	Exclusion.
7)	Exclusion.
8)	Exclusion.
9)	Exclusion.
Fichiers	
Nom de fichier de traitement statistique :	2015_436.log
Nombre d'enregistrements :	792'178
Nom de fichier d'exclusions :	2015_436_exclus.log
Nombre d'enregistrements :	7'783

Sur un total de 6'756'627 enregistrements, 5'956'666 ont été séparés en raison de leur appartenance aux véhicules légers (< 3.5 tonnes) et 7'783 enregistrements (0.97%) ont été exclus du jeu de données de base en raison d'incohérences potentielles de données.

3 Traitements statistiques

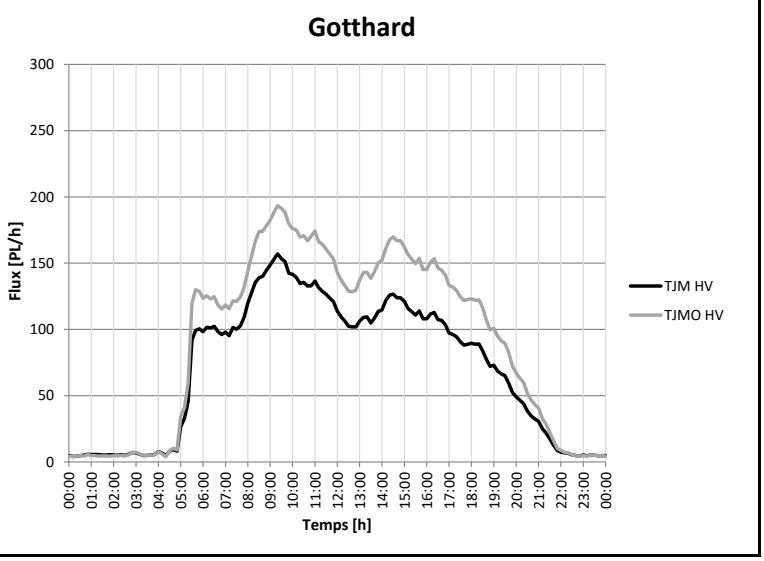
3.1 Répartition horaire annuelle

Tranche horaire	Direction 1 Gotthard		Diagrammes de répartition (Agrégation par tranche de 10 minutes)
	TJM PL	TJMO PL	
00:00 – 01:00	10	8	
01:00 – 02:00	9	7	
02:00 – 03:00	8	8	
03:00 – 04:00	8	8	
04:00 – 05:00	11	11	
05:00 – 06:00	79	101	
06:00 – 07:00	114	140	
07:00 – 08:00	128	157	
08:00 – 09:00	162	199	
09:00 – 10:00	180	220	
10:00 – 11:00	171	210	
11:00 – 12:00	168	206	
12:00 – 13:00	142	172	
13:00 – 14:00	145	183	
14:00 – 15:00	157	202	
15:00 – 16:00	147	190	
16:00 – 17:00	139	180	
17:00 – 18:00	119	156	
18:00 – 19:00	104	136	
19:00 – 20:00	80	105	
20:00 – 21:00	53	68	
21:00 – 22:00	30	35	
22:00 – 23:00	15	15	
23:00 – 24:00	11	11	
SOMME	**2'189**	**2'729**	

Nombre de jours	
TJM :	365
TJMO :	250 (TI)

Remarque : Le calcul des répartitions horaires prend en compte l'intégrité des données (jours manquants et pertes de données).

3.2 Répartition horaire annuelle HV (> 10 tonnes)

Tranche horaire	Direction 1 Gotthard		Diagrammes de répartition (Agrégation par tranche de 10 minutes)
	TJM HV	TJMO HV	
00:00 – 01:00	5	5	
01:00 – 02:00	5	5	
02:00 – 03:00	6	5	
03:00 – 04:00	6	6	
04:00 – 05:00	8	8	
05:00 – 06:00	66	85	
06:00 – 07:00	100	122	
07:00 – 08:00	101	122	
08:00 – 09:00	134	165	
09:00 – 10:00	151	187	
10:00 – 11:00	136	171	
11:00 – 12:00	128	163	
12:00 – 13:00	106	133	
13:00 – 14:00	109	143	
14:00 – 15:00	123	164	
15:00 – 16:00	114	153	
16:00 – 17:00	108	147	
17:00 – 18:00	93	127	
18:00 – 19:00	83	115	
19:00 – 20:00	64	89	
20:00 – 21:00	41	55	
21:00 – 22:00	19	25	
22:00 – 23:00	6	6	
23:00 – 24:00	5	5	
SOMME	**1'716**	**2'206**	

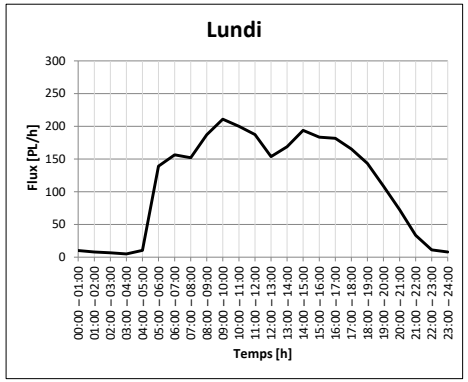
Nombre de jours	
TJM :	365
TJMO :	250 (TI)

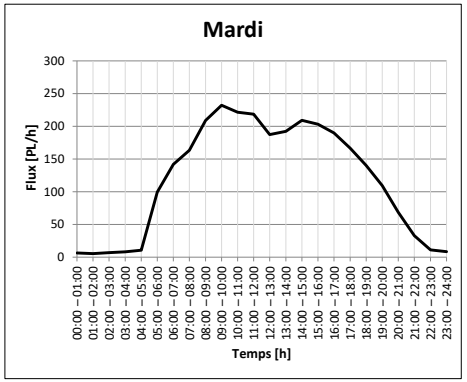
Remarque : Le calcul des répartitions horaires prend en compte l'intégrité des données (jours manquants et pertes de données).

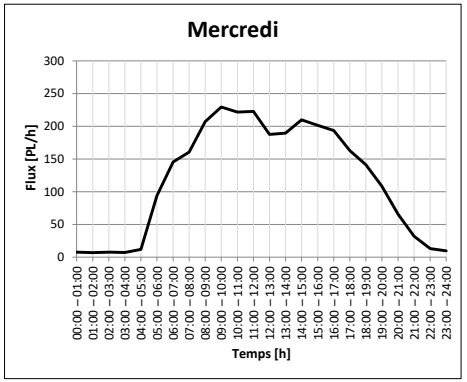
3.3 Répartition horaire journalière

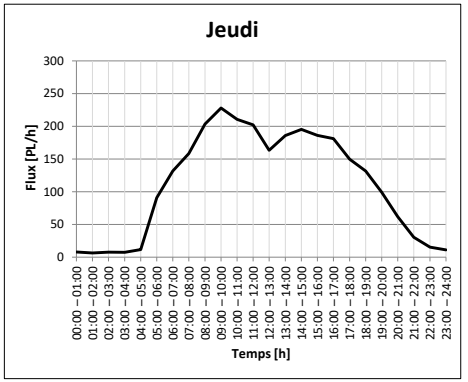
Jours	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche et fériés
Nombre (TI)	49	50	52	49	50	49	66

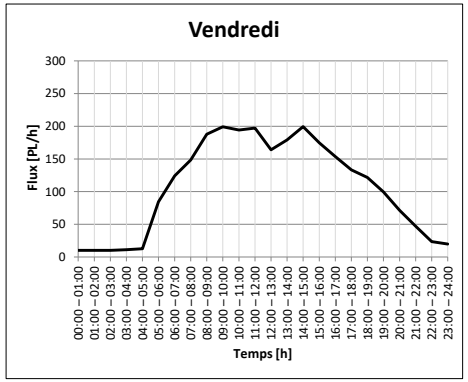
Direction 1 : Gotthard *(Agrégation par heure)*

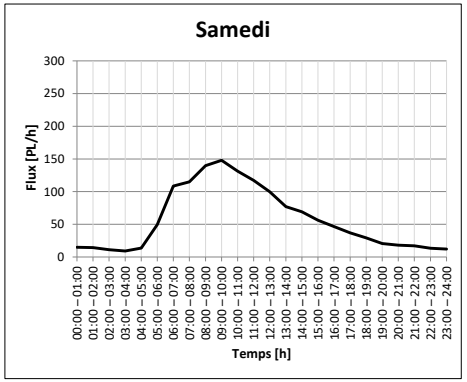


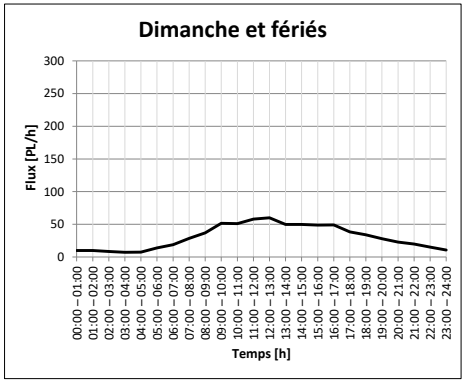








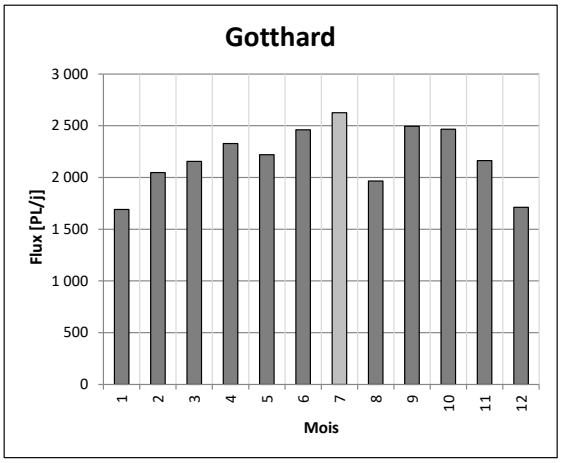




3.4 Détection de véhicules

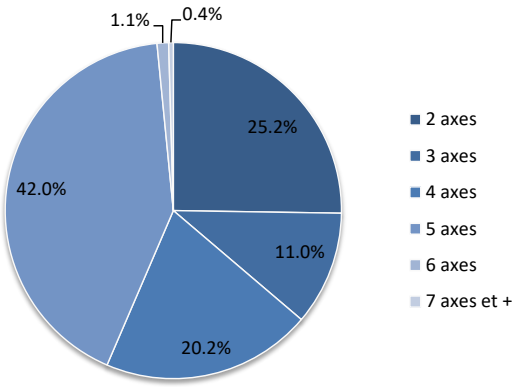
3.4.1 Par mois

Nombre de détections par mois	
Mois	Direction 1 : Gotthard
Janvier	52'441
Février	57'343
Mars	66'836
Avril	69'838
Mai	68'851
Juin	73'836
Juillet	72'723
Août	60'968
Septembre	74'872
Octobre	76'497
Novembre	64'917
Décembre	53'056



Remarque : Le calcul des répartitions mensuelles prend en compte l'intégrité des données (jours manquants et pertes de données). Mois de juillet : valeurs de détections non estimées, valeurs journalières estimées.

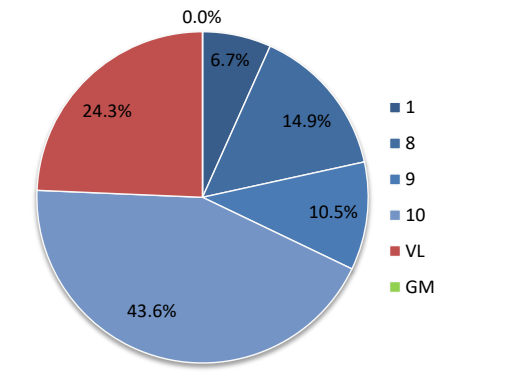
3.4.2 Par nombre d'axes

Nombre de détections par axes			
Nombre d'axes	Détections		Graphique
2	200'016	25.2%	
3	86'977	11.0%	
4	160'238	20.2%	
5	332'618	42.0%	
6	8'788	1.1%	
7	1'712	0.2%	
8	573	0.1%	
9	1'256	0.2%	
10	0	0.0%	
11	0	0.0%	
12	0	0.0%	

3.4.3 Par classes SWISS10

Classes de véhicules Swiss 10 [4]

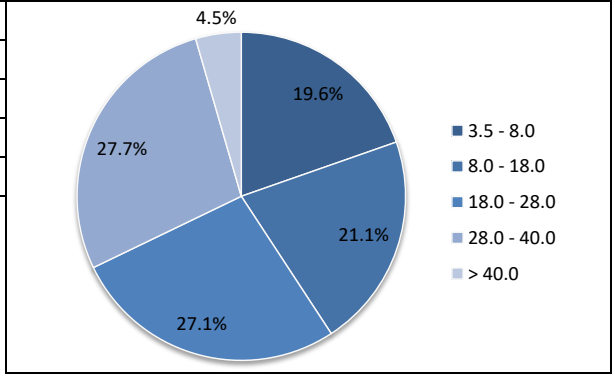
Saisie des classes selon le schéma «Swiss 10 »	Saisie pour le comptage suisse de la circulation routière (CSCR)	Saisie pour la gestion du trafic
2 : Motocycle	2 : Motocycle	1 : Véhicules assimilables à des VT (véhicules < 3.5 t)
3 : Voiture de tourisme	3 : Voiture de tourisme	
4 : Voiture de tourisme avec remorque		
5 : Voiture de livraison	4 : Voiture de livraison	
6 : Voiture de livraison avec remorque		
7 : Voiture de livraison avec galerie		
1 : Bus, car	1 : Bus, car	2 : Véhicules assimilables à des camions (véhicules > 3.5 t)
8 : Camion	5 : Camion	
9 : Train routier	6 : Train articulé + véhicule articulé	
10 : Véhicule articulé		

Nombre de détections par classes SWISS10			
Classe SWISS10	Détections		Graphique
1	53'044	6.7%	
2	0	0.0%	
3	24'323	3.1%	
4	56'616	7.1%	
5	75'221	9.5%	
6	8'834	1.1%	
7	27'698	3.5%	
8	117'798	14.9%	
9	83'545	10.5%	
10	345'037	43.6%	
Grues mobiles	62	0.0%	

On constate que 192'692 enregistrements (classes 2 à 7, 24.3%) sont classifiés parmi les catégories assimilables aux véhicules légers alors que leurs enregistrements font référence à des véhicules lourds.

3.4.4 Par tranches de masse

Nombre de détections par tranches de masse			
Tranche [to]	Détections		Graphique
3.5 – 8.0	155'563	19.6%	
8.0 – 18.0	167'428	21.1%	
18.0 – 28.0	214'421	27.1%	
28.0 – 40.0	219'168	27.7%	
> 40.0	35'598	4.5%	



3.4.5 Silhouettes prédominantes

Selon [6] : *« Est décrite comme classe prédominante du trafic poids lourds toute silhouette dont la part se monte à plus de 1% du nombre total de poids lourds »*

Silhouettes prédominantes					
Configuration		Silhouette	SWISS10	Détections	
S/S/Tr	0 - - - - - 0 + - - - - 000		10	256'750	32.4%
S/S	*Non-cohérent*			88'232	11.1%
S/S	0 - - - - - 0		8	71'049	9.0%
S/S/Ta	0 - - - - - 0 + - - - - 00		10	53'792	6.8%
S/S	0 - - - - - 0		1	40'072	5.1%
S/S/Ta	*Non-cohérent*			33'236	4.2%
S/S/S	*Non-cohérent*			25'737	3.2%
Ta/Ta	*Non-cohérent*			24'559	3.1%
S/Ta	0 - - - - - 00		8	21'025	2.7%
S/S/Ta	0 - - - - - 0 + - - - 00 - -		9	20'986	2.6%
S/S/Tr	*Non-cohérent*			20'693	2.6%
S/Ta	*Non-cohérent*			18'953	2.4%
S/Ta/Ta	0 - - - - 00 + - - - 00 - -		9	17'709	2.2%
S/S/S/S	0 - - - - - 0 + 0 - - - - - - 0		9	17'504	2.2%
S/Ta/S/S	0 - - - - 00 + 0 - - - - - 0		9	12'641	1.6%
S/Ta	0 - - - - - 00		1	11'079	1.4%
Autres silhouettes selon SN 640 320					
S/S/S/S	0 - - - - - 0 + - - - - 0 - 0		10	6'019	0.8%
S/S/S	0 - - - - - 0 + - - 0 - -		10	5'389	0.7%
S/S/S/Ta	0 - - - - - 0 + 0 - - - - 00		9	1'168	0.1%
Ta/Tr	00 - - 000		Non-classé (8)	677	0.1%
Ta/Ta	00 - - - 00		8	62	0.0%

Légendes : S : essieu simple, Ta : essieu tandem, Tr : essieu tridem

4 Modèle selon norme SN 640 320

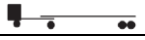
Documents de référence : [1] [2] [6] [12]

4.1 Répartition entre les voies de circulation

Répartition entre les voies de circulation				
Configuration	Direction 1 : Gotthard			Sur la base de :
		1	2	
1x3 voies	NI	23.6%	76.4%	Nombre de détections
	NI	16.7%	83.3%	Masse totale
	NI	15.8%	84.2%	Trafic pondéral équivalent total W

Légende : NI : non-instrumenté

4.2 Facteurs d'équivalence par classes de véhicules

Facteurs d'équivalence k moyen par classes de véhicules				
Silhouette	Chaussées souples et semi-rigides		Chaussées rigides et combinées	
	Direction 1 : Gotthard	Norme 2011	Direction 1 : Gotthard	Norme 2011
	0.76	0.7	0.73	0.6
	1.34	1.4	1.89	2.1
	1.78	1.5	3.13	2.7
	1.89	1.9	4.34	3.0
	1.24	0.5	1.17	0.5
	1.33	1.7	1.26	1.8
	1.44	1.8	1.53	2.2
	2.71	2.0	3.42	2.2
	1.83	2.0	1.80	1.9
	2.68	1.7	2.95	1.6
	3.08	1.3	3.35	1.0
	2.12	2.5	2.63	2.6
	1.58	1.2	2.22	0.9
	3.10	0.7	3.34	0.6
	1.11	1.4	1.49	2.1

4.3 Facteurs d'équivalence par catégories de véhicules

Facteurs d'équivalence k moyen par catégories de véhicules				
Catégorie SWISS10	Chaussées souples et semi-rigides		Chaussées rigides et combinées	
	Direction 1 : Gotthard	Norme 2011	Direction 1 : Gotthard	Norme 2011
1 : Bus, car	2.64	2.3	2.91	2.3
8 : Camion	0.90	0.9	1.01	1.0
9 : Train routier	2.08	1.9	2.42	2.0
10 : Véhicule articulé	2.44	1.7	3.03	2.0

4.4 Facteur d'équivalence moyen

Facteurs d'équivalence k moyen pour le type de route / *Part sur échantillon de données*				
Données	Chaussées souples et semi-rigides		Chaussées rigides et combinées	
	Direction 1 : Gotthard	Norme 2011	Direction 1 : Gotthard	Norme 2011
Silhouettes (2-6 axes)	1.85	1.6	2.32	1.7
	99.0%		*99.0%*	
Catégories	2.15		2.59	
	70.0%		*70.0%*	
Classes	2.16		2.60	
	68.3%		*68.3%*	

4.5 Classe de trafic pondéral équivalent actuelle selon SN 640 324

Chaussées souples et semi-rigides

Direction 1 : Gotthard

$$TF_0 = \frac{792'178\,\text{PL}}{361.7\ \text{jours}} \cdot 1.85 \cdot 84.2\% = 3'411\,\text{ESAL/jour}$$ → Trafic de classe T6 : Extr. lourd

Chaussées rigides et combinées

Direction 1 : Gotthard

$$TF_0 = \frac{792'178\,\text{PL}}{361.7\ \text{jours}} \cdot 2.32 \cdot 84.2\% = 4'291\,\text{ESAL/jour}$$ → Trafic de classe T6 : Extr. lourd

4.6 Tendance pour l'estimation du taux d'accroissement annuel

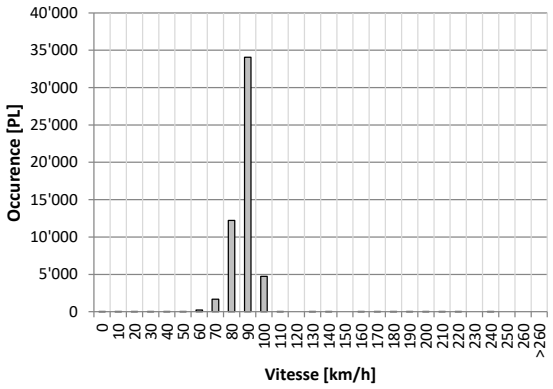
Tendance pour l'estimation du taux d'accroissement annuel	
Direction 1 : Gotthard	Sur la base de :
+0.9%	Nombre de détections
+0.3%	Masse totale
+0.2%	Trafic pondéral équivalent total W

Cette section est déterminée sur la base des rapports annuels 2014 et 2015.

5 Caractéristiques des poids lourds

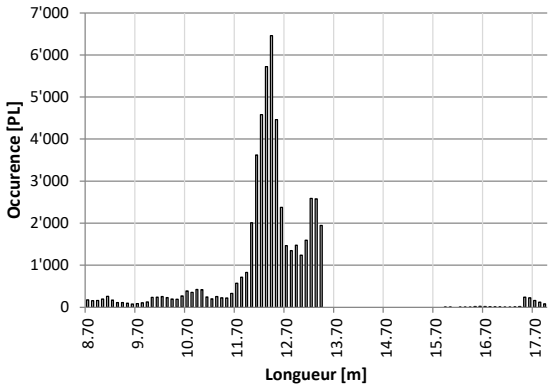
5.1 Caractéristiques des catégories de poids lourds

Catégorie	Détections	
1 : Bus, car	53'044	
Caractéristique	**Information**	
Vitesse [km/h]	μ	94.4
	σ	7.4
	f0.95	102
	f0.99	104
	Max	247



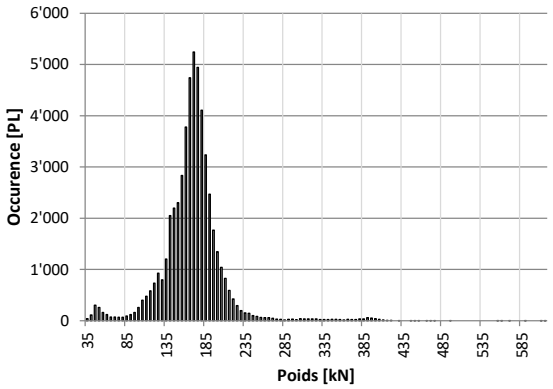
Intervalle 10 km/h

Longueur totale [m]	μ	12.4
	σ	1.1
	f0.95	13.4
	f0.99	17.6
	Max	18.0



Intervalle 0.1m

Poids total [kN]	μ	171
	σ	40
	f0.95	219
	f0.99	333
	Max	619

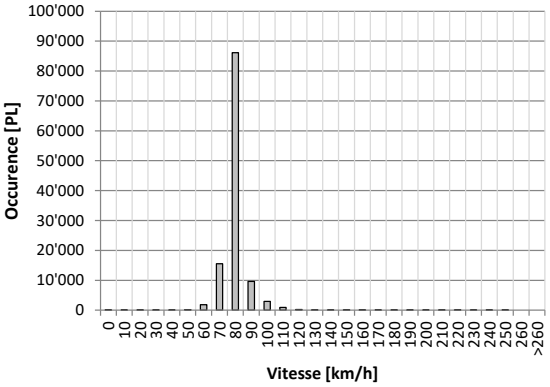


Intervalle 5kN

Catégorie	Détections
8 : Camion	117'798

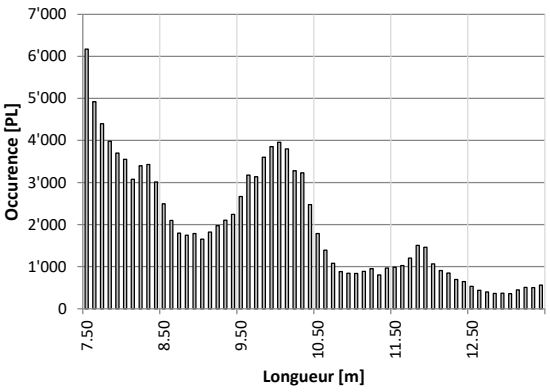
Caractéristique	Information	
Vitesse [km/h]	μ	86.0
	σ	8.4
	f0.95	99
	f0.99	112
	Max	253

Graphiques



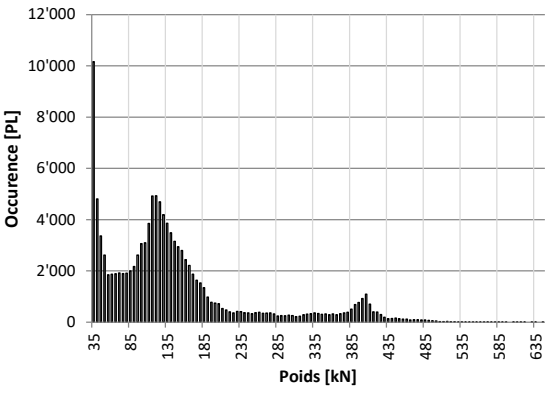
Intervalle 10 km/h

Caractéristique	Information	
Longueur totale [m]	μ	9.5
	σ	1.5
	f0.95	12.3
	f0.99	13.3
	Max	13.5



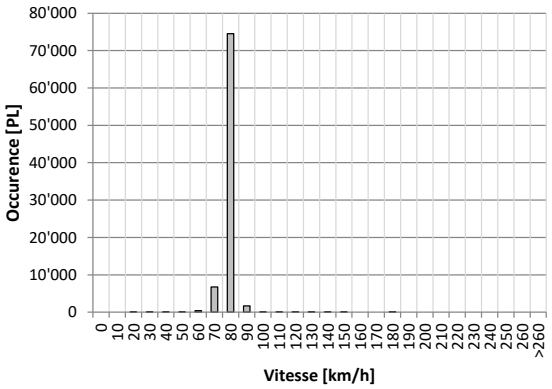
Intervalle 0.1m

Caractéristique	Information	
Poids total [kN]	μ	147
	σ	102
	f0.95	399
	f0.99	450
	Max	649

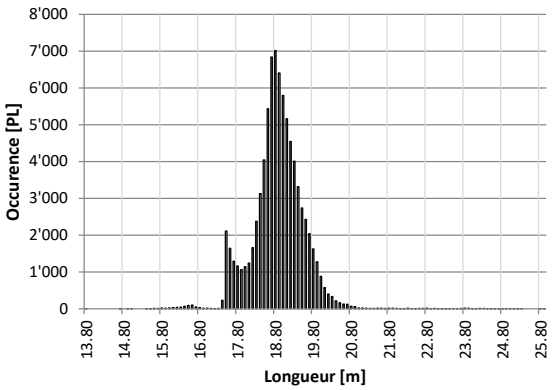


Intervalle 5kN

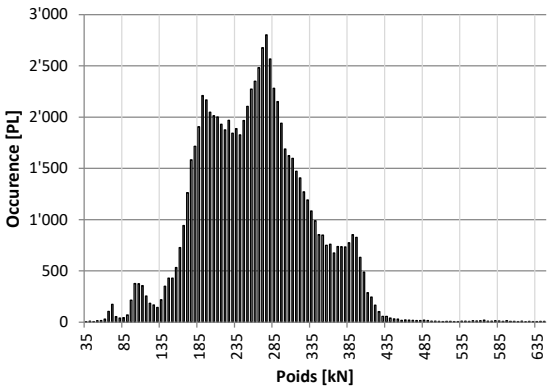
Catégorie	Détections
9 : Train routier	83'545

Caractéristique	Information		Graphiques
Vitesse [km/h]	µ	85.1	
	σ	4.1	
	f0.95	90	
	f0.99	92	
	Max	181	

Intervalle 10 km/h

Longueur totale [m]	µ	18.9	
	σ	0.7	
	f0.95	19.9	
	f0.99	20.5	
	Max	25.9	

Intervalle 0.1m

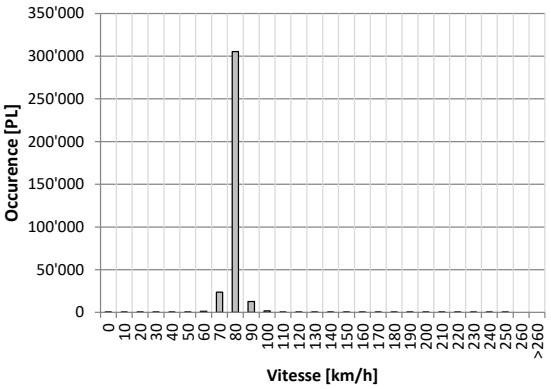
Poids total [kN]	µ	263	
	σ	73	
	f0.95	391	
	f0.99	422	
	Max	649	

Intervalle 5kN

Catégorie	Détections
10 : Véhicule articulé	345'037

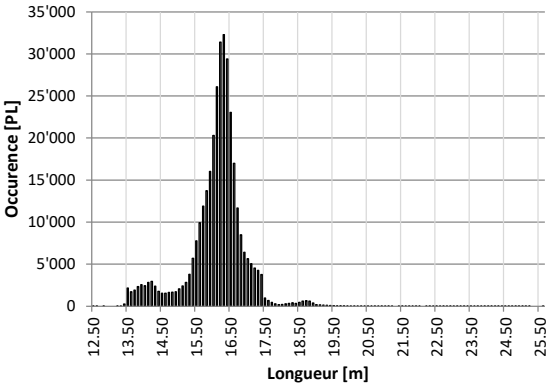
Caractéristique	Information	
Vitesse [km/h]	μ	85.3
	σ	4.5
	f0.95	90
	f0.99	99
	Max	254

Graphiques



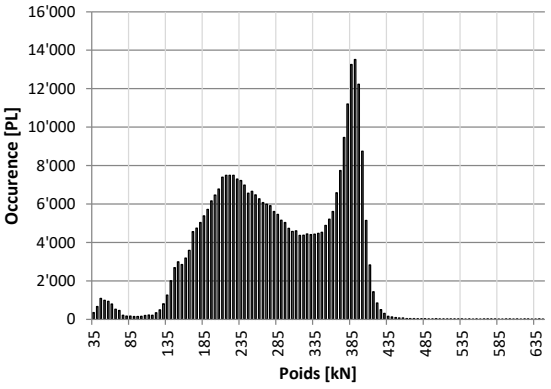
Intervalle 10 km/h

Caractéristique	Information	
Longueur totale [m]	μ	16.2
	σ	0.8
	f0.95	17.3
	f0.99	18.6
	Max	25.6



Intervalle 0.1m

Caractéristique	Information	
Poids total [kN]	μ	287
	σ	87
	f0.95	402
	f0.99	418
	Max	650

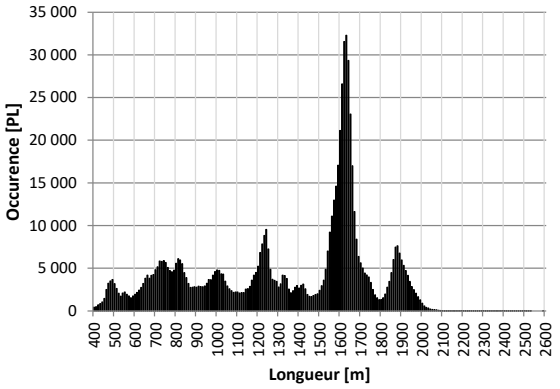


Intervalle 5kN

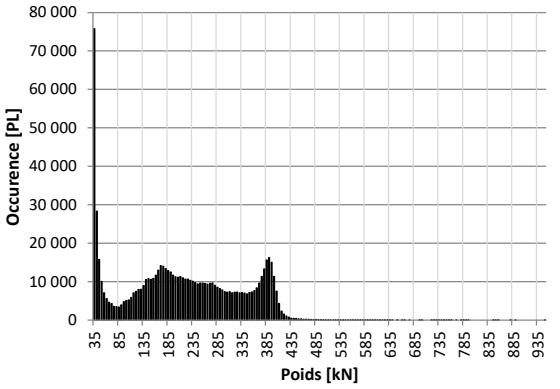
5.2 Caractéristiques globales de l'échantillon

Sur la base des silhouettes de 2 à 6 axes détectées.

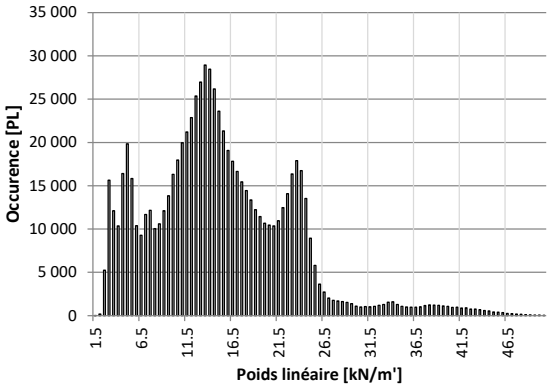
Détections	
784'439	99.0%

Caractéristique	Information		Graphiques
Longueur totale [m]	µ	13.4	
	σ	4.2	
	f0.95	19.0	
	f0.99	19.7	
	Max	25.9	

Intervalle 0.1m

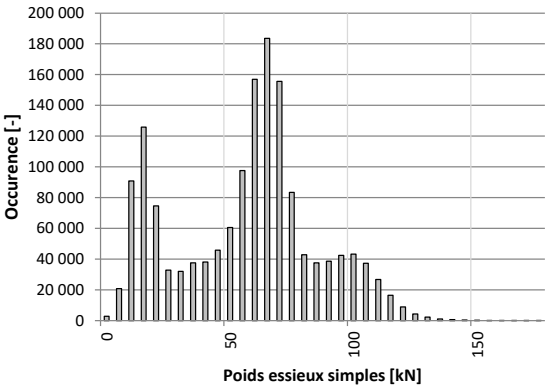
Poids total [kN]	µ	214	
	σ	119	
	f0.95	398	
	f0.99	418	
	Max	951	

Intervalle 5kN

q : poids par mètre linéaire [kN/m']	µ	15.5	
	σ	7.9	
	f0.95	28.4	
	f0.99	41.6	
	f0.9999	66.6	
	Max	126.9	

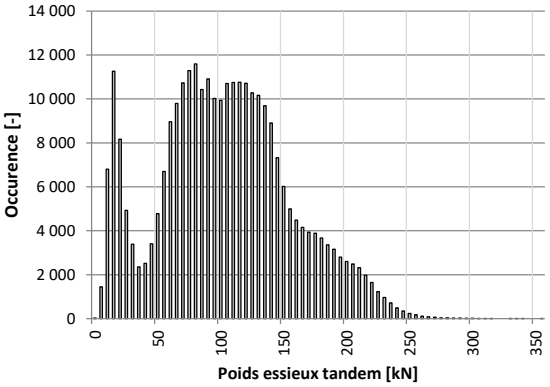
Intervalle 0.5kN/m'

Q : essieux simples [kN]	Nombre	1'542'388
	μ	59
	σ	29
	f0.95	108
	f0.99	121
	f0.9999	161
	Max	180



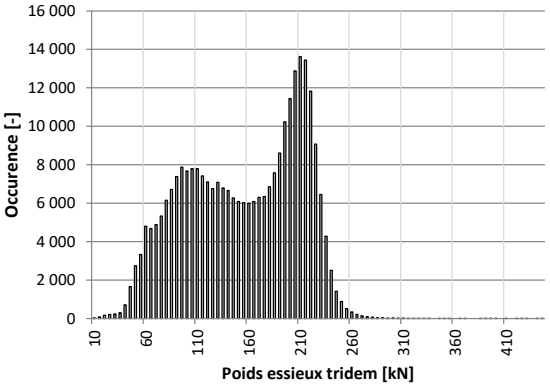
Intervalle 5kN

Q : essieux tandem [kN]	Nombre	294'819
	μ	106
	σ	53
	f0.95	202
	f0.99	232
	f0.9999	301
	Max	358



Intervalle 5kN

Q : essieux tridem [kN]	Nombre	288'243
	μ	157
	σ	55
	f0.95	232
	f0.99	248
	f0.9999	338
	Max	448



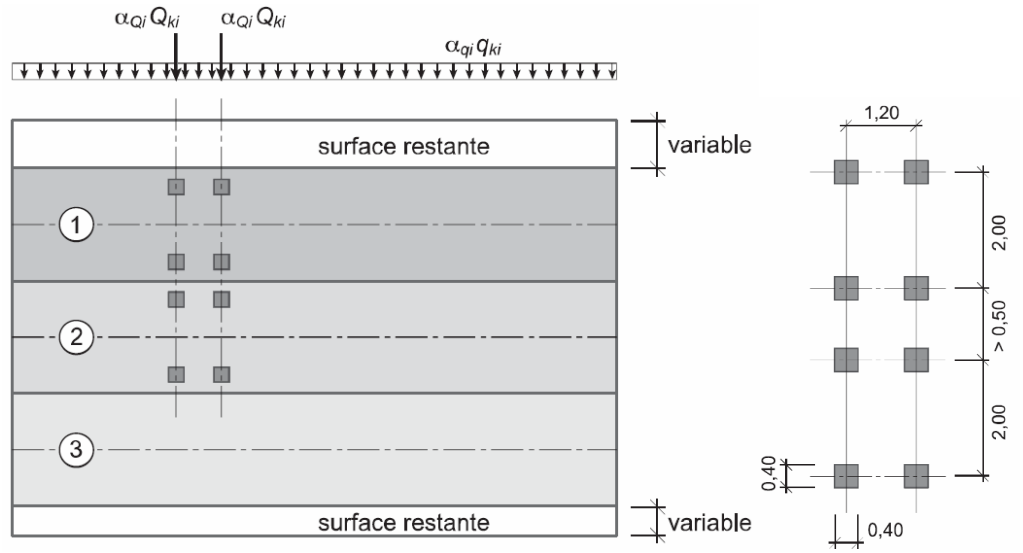
Intervalle 5kN

6 Modèle selon norme SIA 261

Document de référence : [3]

Les données considérées sont celles des silhouettes détectées de 2 à 6 axes, soit 99.0% de l'échantillon total.

6.1 Modèle de charge 1 selon SIA 261



① voie de circulation fictive Q_{k1} = 300 kN q_{k1} = 9,0 kN/m^2
② voie de circulation fictive Q_{k2} = 200 kN q_{k2} = 2,5 kN/m^2
③ voie de circulation fictive q_{k3} = 2,5 kN/m^2
surface restante q_{kr} = 2,5 kN/m^2

6.1.1 Charge concentrée Q

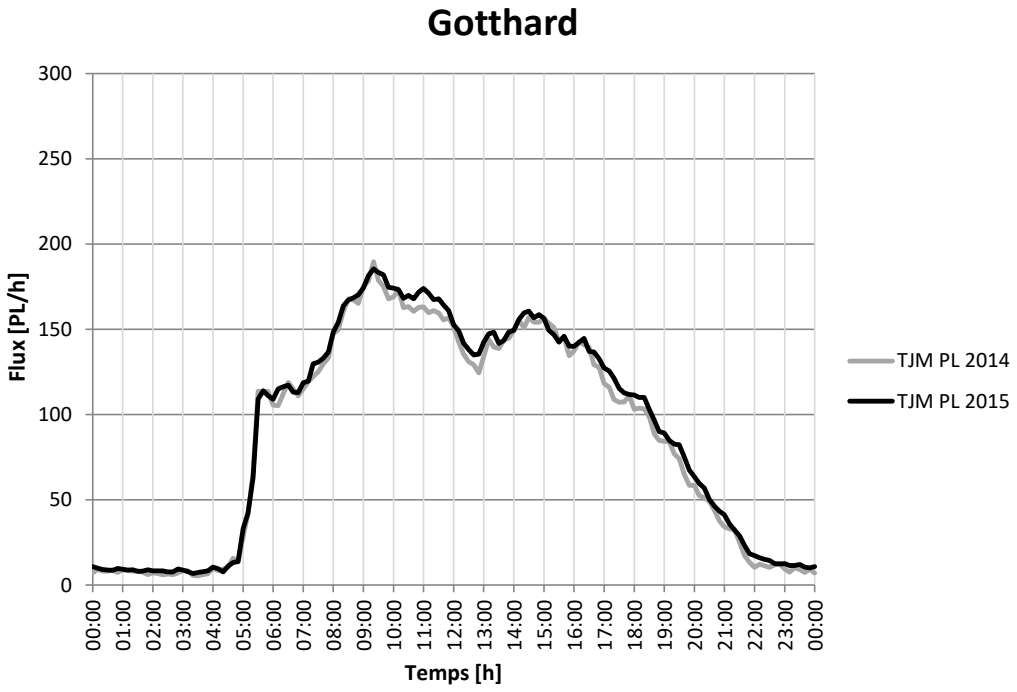
Charge concentrée Q					
Type d'essieu	Charge moy. [kN]	Charge moy. par axe [kN]	f0.95 [kN] (par axe)	f0.99 [kN] (par axe)	f0.9999 [kN] (par axe)
Simple	59	59	108	121	161
Tandem	106	53	202 (101)	232 (116)	301 (151)
Tridem	157	52	232 (77)	248 (83)	338 (113)

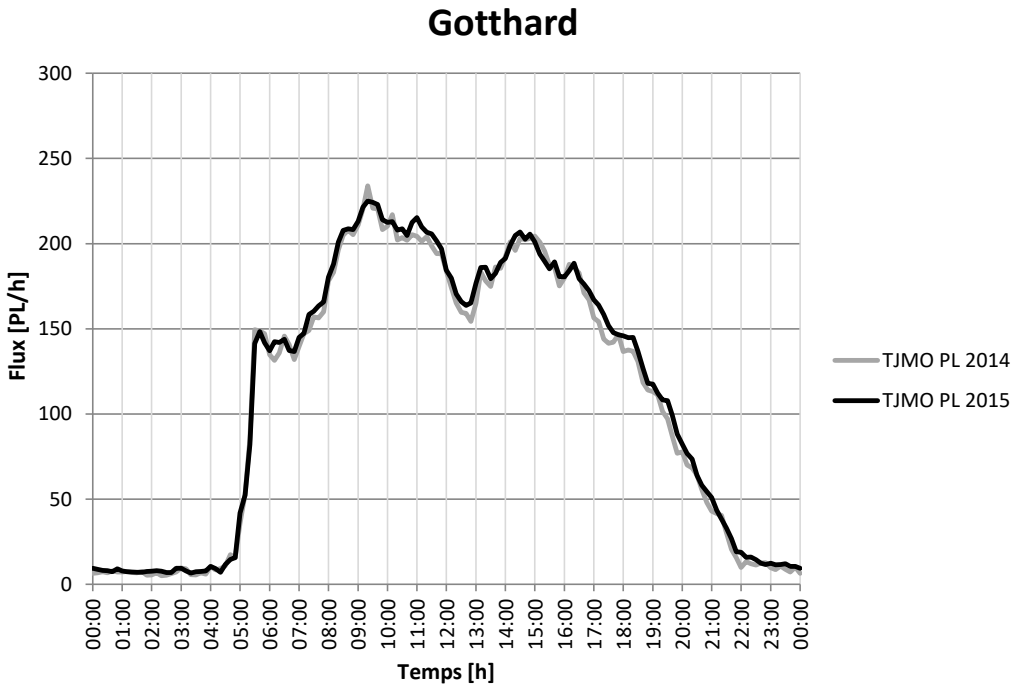
6.1.2 Charge répartie q

Charge répartie q				
Caractéristique	Charge moy.	f0.95	f0.99	f0.9999
Poids par mètre linéaire [kN/m']	15.5	28.4	41.6	66.6
Poids par surface (largeur 3 m) [kN/m^2]	5.2	9.5	13.9	22.2

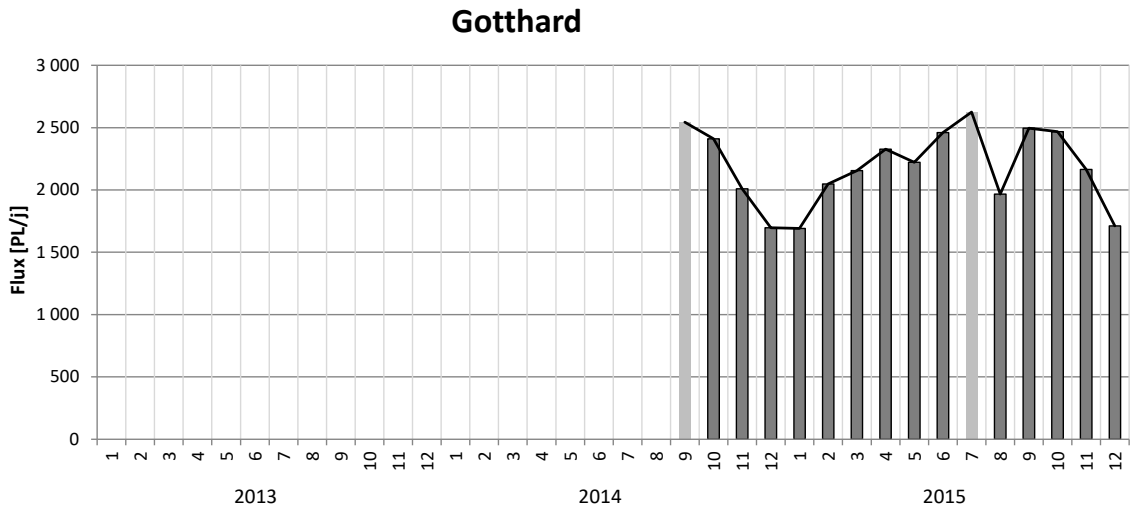
7 Tendances

7.1 Evolution de la répartition horaire annuelle





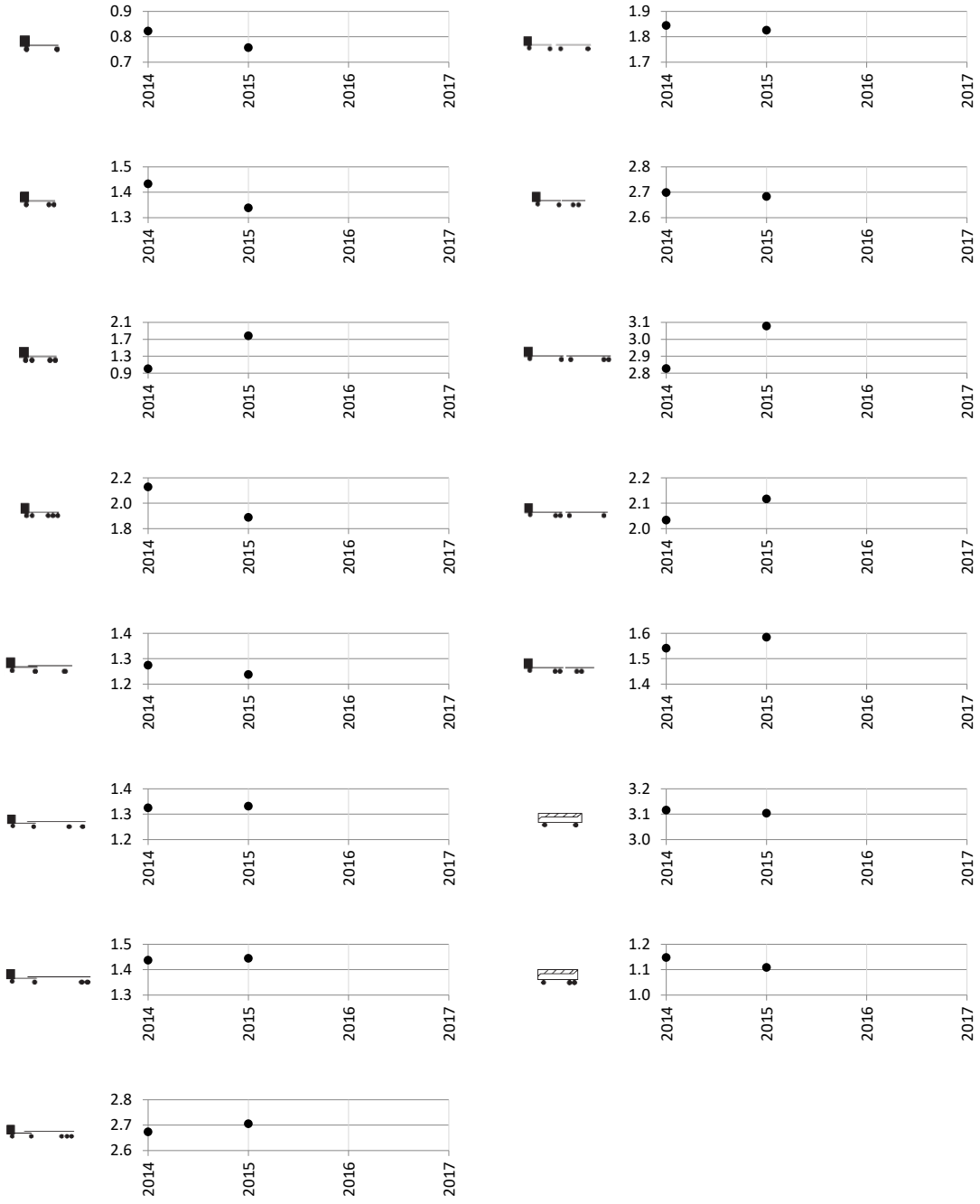
7.2 Evolution de la détection par mois



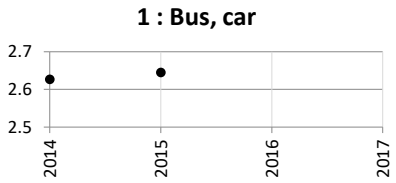
7.3 Evolution du modèle de la norme SN 640 320

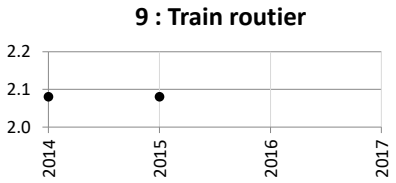
Sont considérées dans ce chapitre uniquement les chaussées souples et semi-rigides.

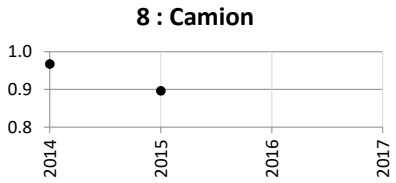
7.3.1 Evolution des facteurs d'équivalence par classes de véhicules

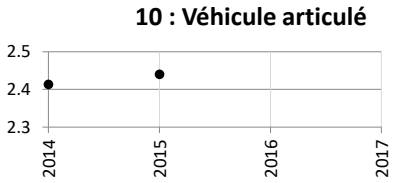


7.3.2 Evolution des facteurs d'équivalence par catégories de véhicules

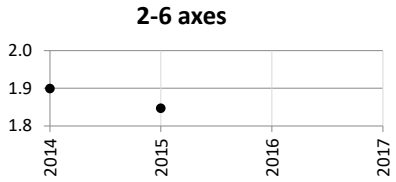


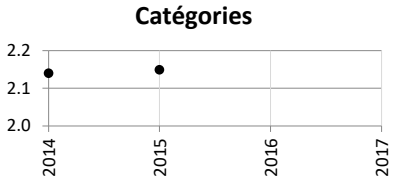


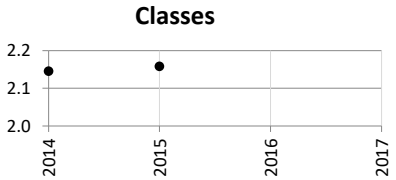




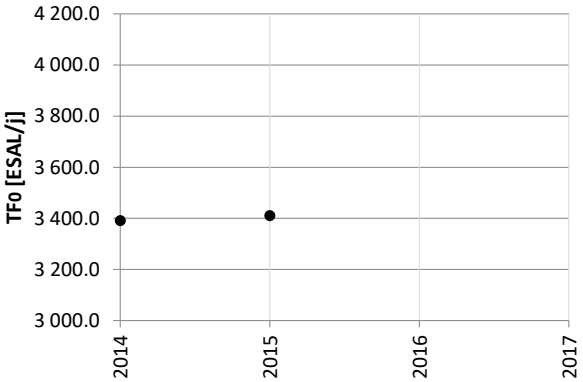
7.3.3 Evolution du facteur d'équivalence moyen





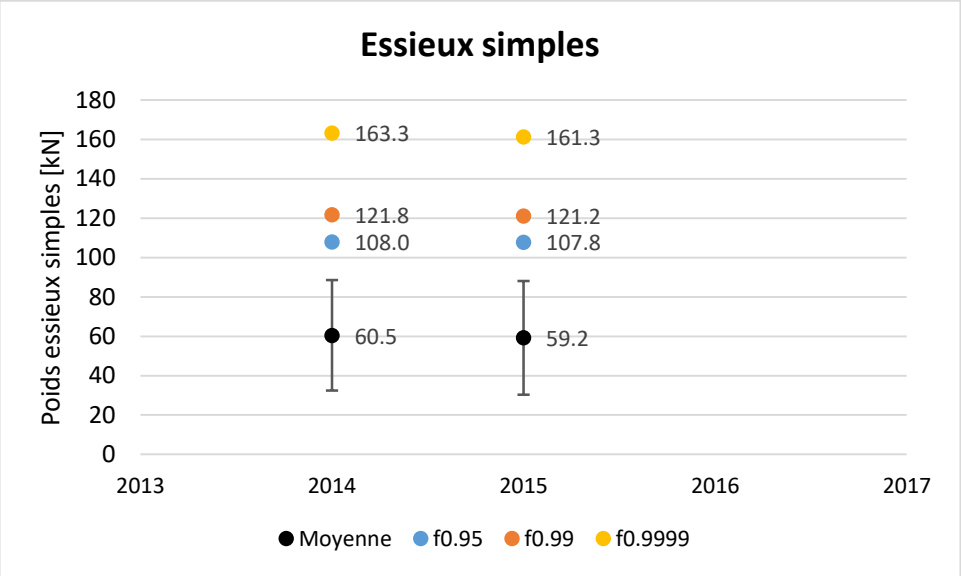


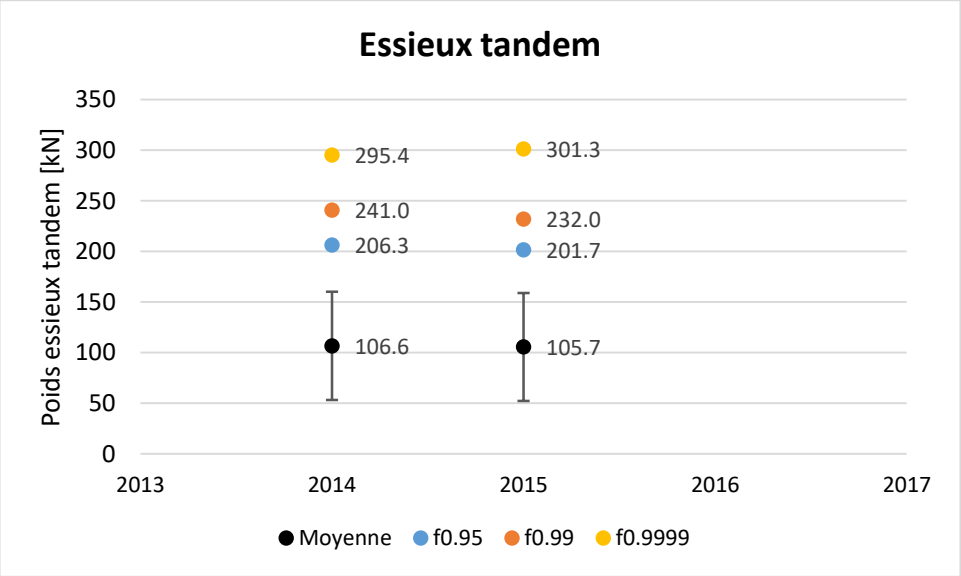
7.3.4 Evolution du trafic pondéral équivalent journalier

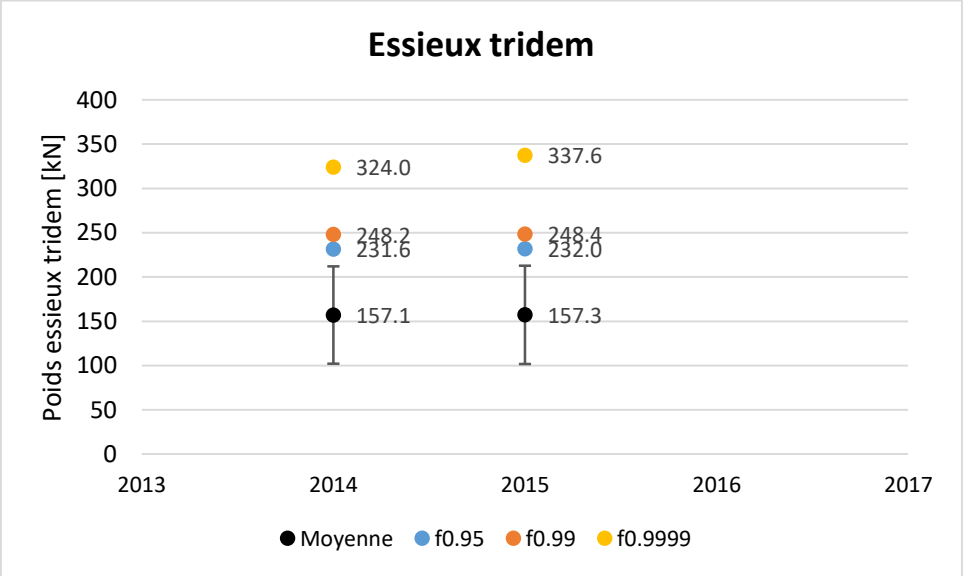


7.4 Evolution du modèle de la norme SIA 261

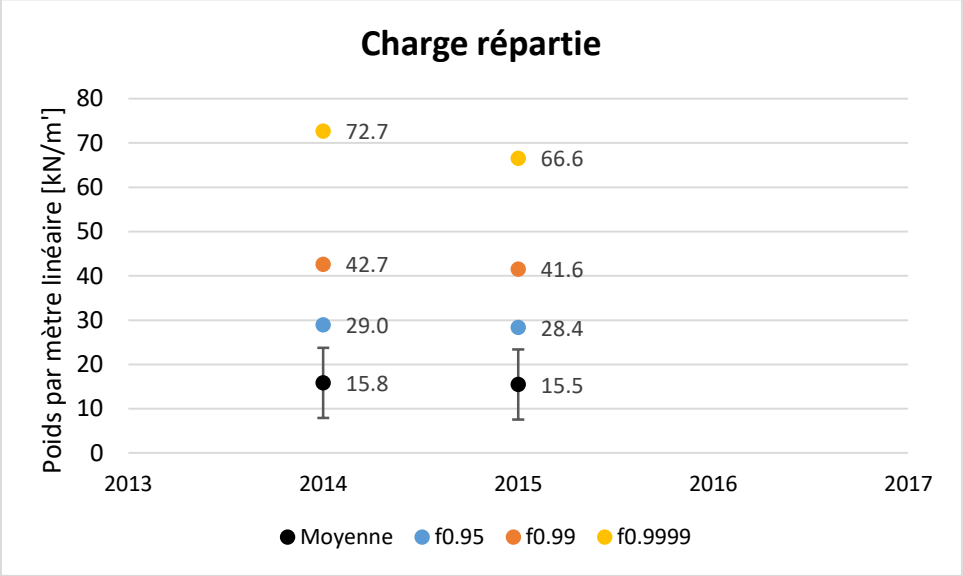
7.4.1 Evolution des quantiles de la charge concentrée Q







7.4.2 Evolution des quantiles de la charge répartie q



8 Niveau de confiance

Documents de référence : [4] [6]

Niveaux de confiance selon [6], valeurs absolues

Niveau de confiance	Variation maximale sur les charges	Variation sur les facteurs d'équivalence
Très bon	0.8%	3%
Bon	2.0%	8%
Satisfaisant	3.2%	13%
Mauvais	> 3.2%	> 13%

Niveau de confiance		
Propriétés	**Commentaire**	**Code couleur**
Date de la dernière calibration :	Mise en service en 2014	
Facteurs de corrections relevés :	-	
Application du facteur de correction :	-	
Niveau de confiance à la calibration :	-	
Données pouvant être utilisées pour référence :	Direction Gotthard : -	
Constations sur la base du traitement des données WIM		
Pertes de données :	~ 4 jours	
Exclusions :	0.97%	
Cohérence globale des valeurs :	En ordre.	
Cohérence des tendances de la station :	En ordre.	
Classification SWISS10, VT ≥ 3.5 to :	24.3%	
Silhouettes incohérentes :	29.4% dont 28.4% potentiellement dus à la classification SWISS10 1.0% d'autres incohérences	
Propositions		
La station a été mise en service en 2014, la confiance dans les données ne peut être évaluée, aucune calibration n'ayant été effectuée en 2015. La précision de la classification SWISS10 ne semble pas suffisante. Une vérification selon les valeurs de précision requises dans [4] est conseillée.		

Légendes des codes couleurs		
Code couleur	**Légendes**	
	Calibration	**Données et cohérence**
	1 an	Très bon
	2-3 ans	Bon
	4-5 ans	Satisfaisant
	> 5 ans	Mauvais

Bibliographie

Normes

[1] Association suisse des professionnels de la route et des transports VSS (Août 2011), « **Dimensionnement de la structure des chaussées – Trafic pondéral équivalent** », *SN 640 320.*

[2] Association suisse des professionnels de la route et des transports VSS (Août 2011), « **Dimensionnement de la structure des chaussées – Sol de fondation et chaussée** », *SN 640 324.*

[3] Société suisse des ingénieurs et architectes SIA (2014), « **Actions sur les structures porteuses** », *norme SIA 261:2014.*

Directives

[4] Office fédéral des routes OFROU (2009), « **Postes de comptage du trafic** », *directive ASTRA 13012*, édition 2009 V1.05.

Documentation

[5] M.-A. Fénart, Prof. A.-G. Dumont (LAVOC-EPFL), L. D'Angelo, Prof. A. Nussbamer (ICOM-EPFL) (en cours) « **Simulations de trafic intégrant la détermination d'indices de performance structurale. Partie 1 : Trafic** », Office fédéral des routes OFROU, *Projet de recherche AGB 2010/003*.

[6] M.-A. Fénart, M. Ould-Henia, M. Delaby (en cours) « **Actualisation des facteurs d'équivalence de la norme SN640320** », Office fédéral des routes OFROU, *Projet de recherche VSS 2015/411*.

[7] M.-A. Fénart (2013) « **Modélisations de trafic – Denges (VD) – Ceneri (TI)** », *Technical report EPFL dans le cadre du projet de recherche AGB 2011/003 « Aktualisierte Bremskräfte zur Überprüfung von Strassenbrücken ».* LAVOC – EPFL.

[8] Bressi S., Fürbringer J.-M., Fénart M.-A., Dumont A-G. (LAVOC / SB-SPH, EPFL) (2014) « **Global Sensitivity Analysis and Monte Carlo Analysis of Swiss design method applied to flexible pavements** », *Conférence EATA 2015*, Stockholm, Suède.

[9] J. Martins, M.-A. Fénart, G. Feltrin, A.-G. Dumont, K. Beyer (2015) « **Defining a braking probability to estimate extreme braking forces on road bridges** », *Conférence ICASP12 2015*, Vancouver, Canada.

[10] J. Martins, M.-A. Fénart, G. Feltrin, A.-G. Dumont, K. Beyer (2014) « **Deriving a load model for braking forces on road bridges: Comparison between a deterministic and a probabilistic approach** », *Istanbul Bridge Conference*, Istanbul, Turquie.

[11] L. D'Angelo, Prof. A. Nussbaumer, M.-A. Fénart, Prof. A.-G. Dumont (2013) « **Fatigue life assessment of existing motorway bridge** », *SEMC 2013*, Afrique du Sud.

[12] AASHTO (1986 - 1998), « **AASHTO Guide for Design of Pavement Structures** », American Association of State Highway and Transportation Officials.