



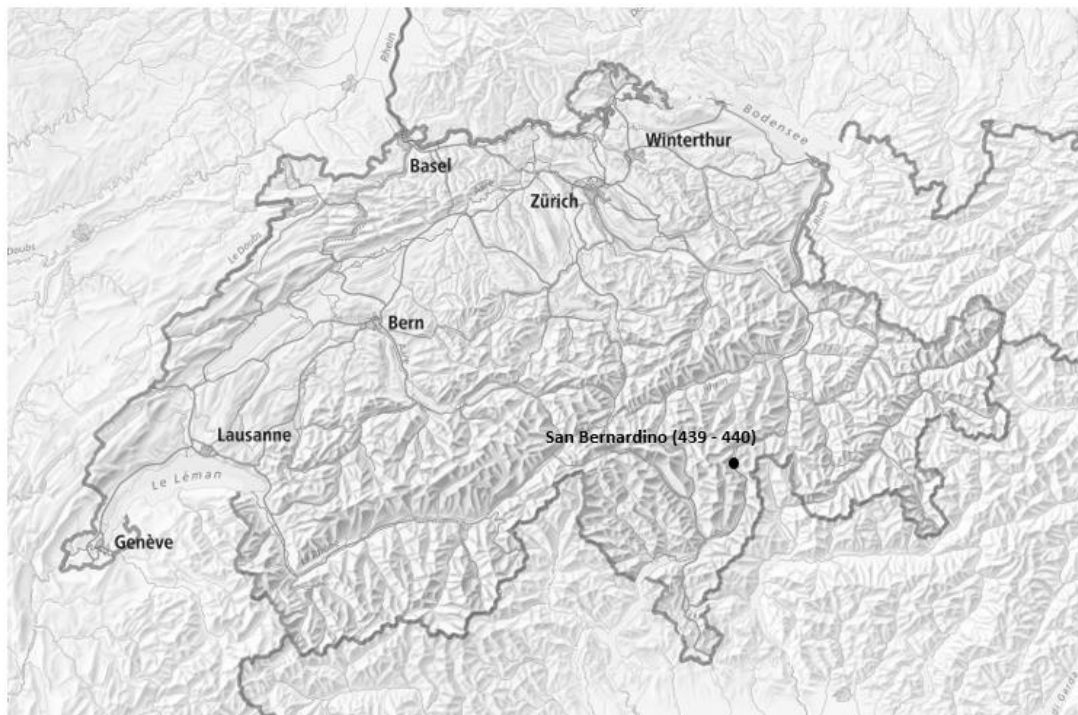
Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

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

San Bernardino - 2016

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

Monitoring du trafic

Document

Document WIM_2016_439_440

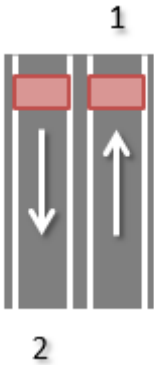
Version 1

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	10
3.4.1	Par mois	10
3.4.2	Par nombre d'axes	11
3.4.3	Par classes SWISS10	11
3.4.4	Par tranches de masse	12
3.4.5	Silhouettes prédominantes	12
4	Modèle selon norme SN 640 320	13
4.1	Répartition entre les voies de circulation	13
4.2	Facteurs d'équivalence par classes de véhicules	13
4.3	Facteurs d'équivalence par catégories de véhicules	13
4.4	Facteur d'équivalence moyen	14
4.5	Classe de trafic pondéral équivalent actuelle selon SN 640 324	14
4.6	Tendance pour l'estimation du taux d'accroissement annuel	14
5	Caractéristiques des poids lourds	15
5.1	Caractéristiques des catégories de poids lourds	15
5.2	Caractéristiques globales de l'échantillon	19
6	Modèle selon norme SIA 261	21
6.1	Modèle de charge 1 selon SIA 261	21
6.1.1	Charge concentrée Q	21
6.1.2	Charge répartie q	21
7	Tendances	22
7.1	Evolution de la répartition horaire annuelle	22
7.2	Evolution de la détection par mois	24
7.3	Evolution du modèle de la norme SN 640 320	25
7.3.1	Evolution des facteurs d'équivalence par classes de véhicules	25
7.3.2	Evolution des facteurs d'équivalence par catégories de véhicules	26
7.3.3	Evolution du facteur d'équivalence moyen	26
7.3.4	Evolution du trafic pondéral équivalent journalier	26
7.4	Evolution du modèle de la norme SIA 261	27
7.4.1	Evolution des quantiles de la charge concentrée Q	27
7.4.2	Evolution des quantiles de la charge répartie q	28
8	Niveau de confiance	29
	Bibliographie	30

1 Fiche de station

Station	Canton	RN	N° ASTRA	Filiale	UT	Directions	Voies				
San Bernardino	GR	A13	439 / 440	F5	V	2	2x1				
Situation											
				Direction 1 : 439 - Direction Coire Direction 2 : 440 - Direction Bellinzone							
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											
Perte potentielle de données				18.04.2016 – 10 : 00 à 14 : 40 (440) 11.09.2016 – 18 : 34 à 19 : 27 (440)							
<i>Evènements particuliers</i>											
<i>Décisions</i>											
<i>Concaténation</i>											
Nom de fichiers :				2016_439_concat.log ; 2016_440_concat.log ;							
Nombre d'enregistrements :				1'330'184 (439) ; 1'299'372 (440)							
Nombre de jours effectifs :				366 (439) ; 365.8 (440)							

2 Intégrité des données

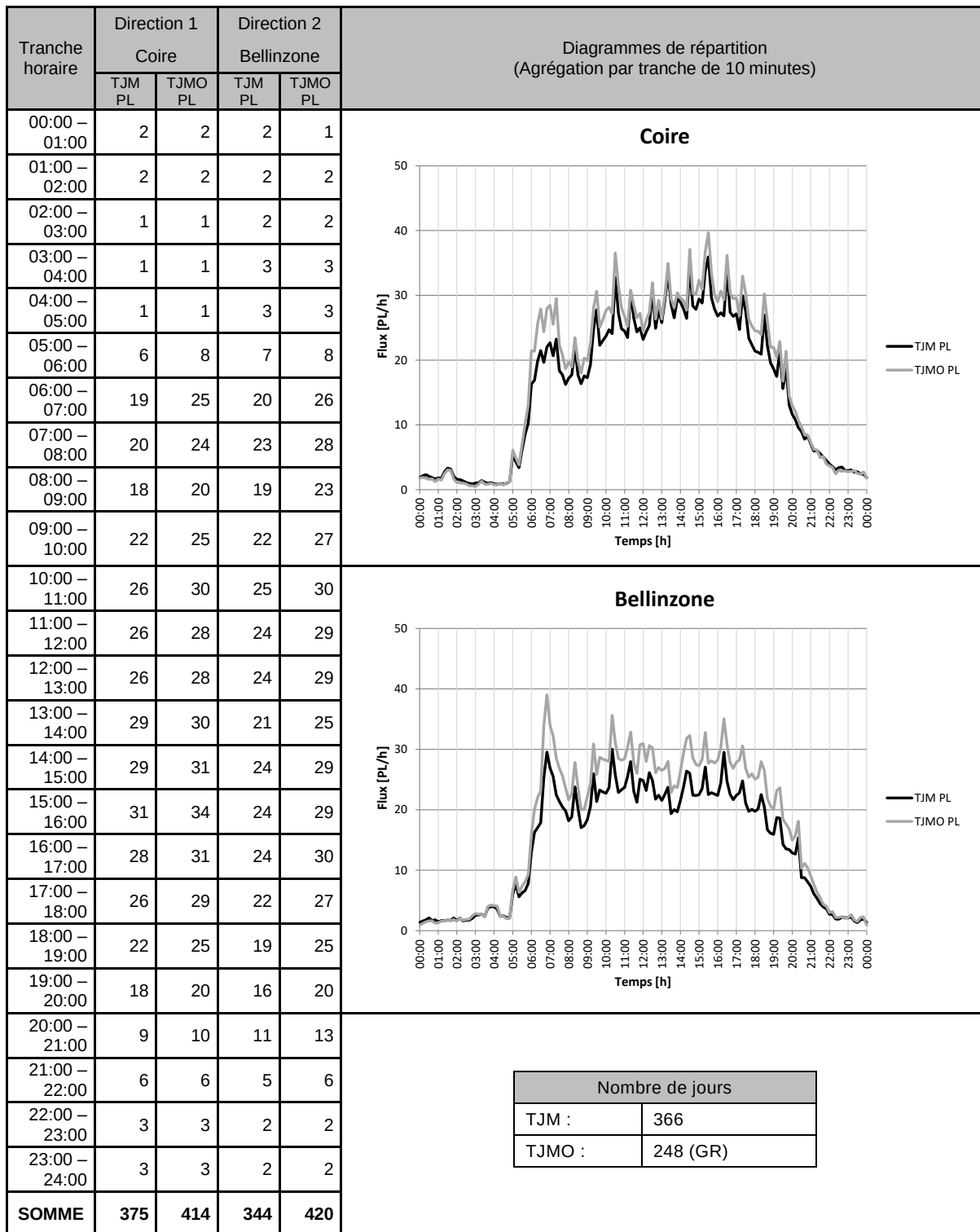
Documents de référence : [5] [6] [7] [8] [9] [10] [11]

Filtre des données (démarche pas à pas)	
1)	Véhicules de moins de 3.5 tonnes (2'356'495 enregistrements).
2)	145'822 enregistrements direction D1. 127'239 enregistrements direction D2.
3)	Longueur totale nulle (0 enregistrements).
4)	Longueur totale supérieure à 26.00m (386 enregistrements).
5)	Poids nul sur un des axes (0 enregistrements).
6)	Entraxe inférieur à 60cm (7'875 enregistrements).
7)	Poids total supérieur à 65 tonnes (404 enregistrements, hors grues mobiles).
8)	Poids sur un axe supérieur à 18 tonnes (82 enregistrements, hors grues mobiles).
9)	Longueur inférieure à 4.00m (992 enregistrements).
<i>Décisions</i>	
1)	Exclusion (2016_439_440_u3500.log).
2)	-
3)	-
4)	Exclusion.
5)	-
6)	Exclusion.
7)	Exclusion.
8)	Exclusion.
9)	Exclusion.
<i>Fichiers</i>	
Nom de fichier de traitement statistique :	2016_439_440.log
Nombre d'enregistrements :	263'322
Nom de fichier d'exclusions :	2016_439_440_exclus.log
Nombre d'enregistrements :	9'739

Sur un total de 2'629'556 enregistrements, 2'356'495 ont été séparés en raison de leur appartenance aux véhicules légers (< 3.5 tonnes) et 9'739 enregistrements (3.57%) ont été exclus du jeu de données de base en raison d'incohérences potentielles de données.

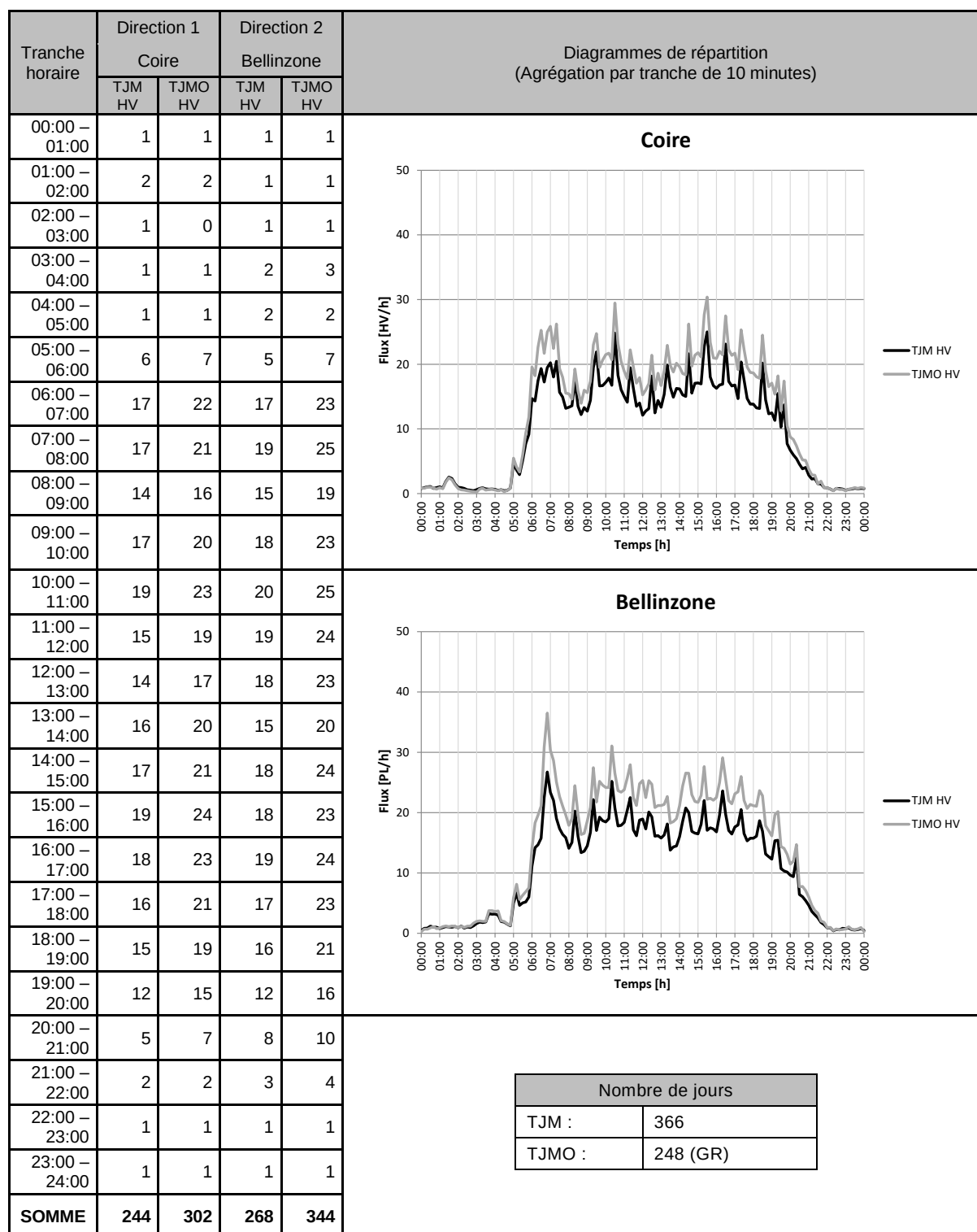
3 Traitements statistiques

3.1 Répartition horaire annuelle



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)

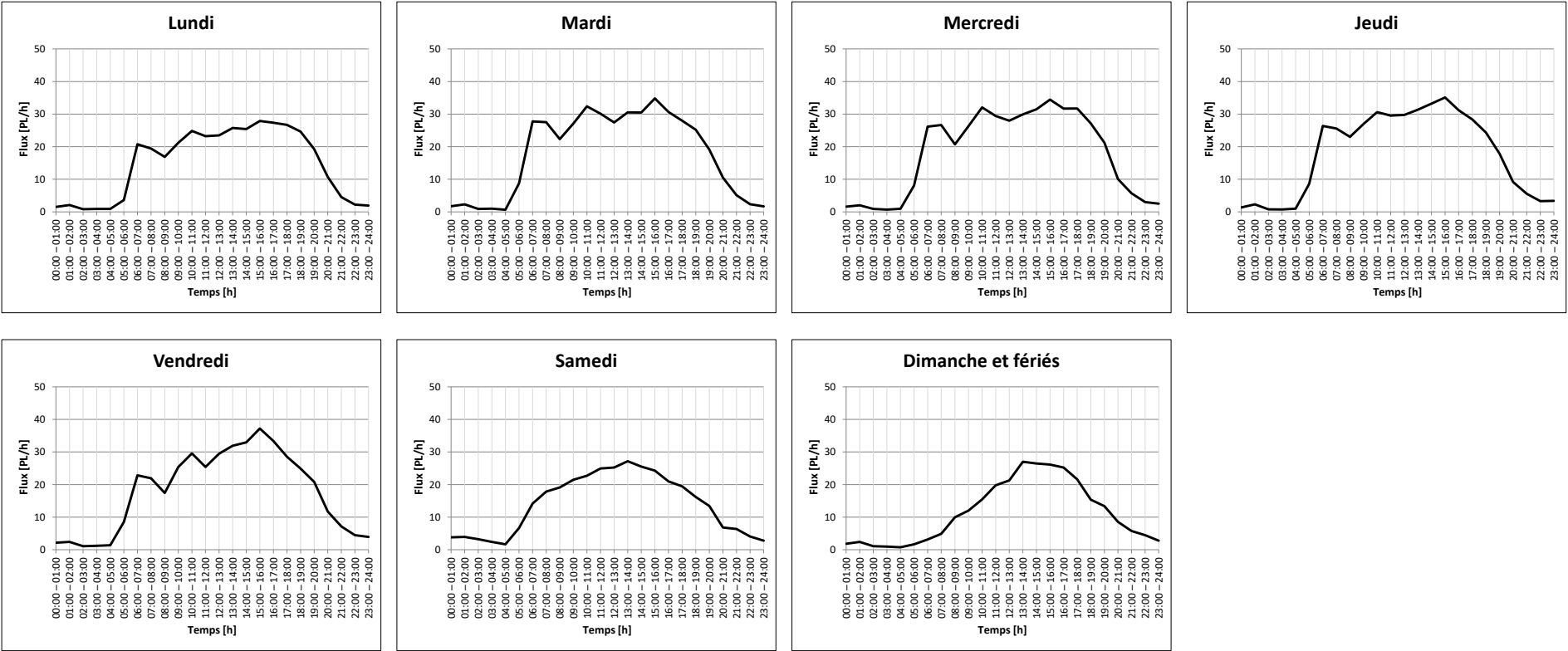


Remarque : Le calcul des répartitions horaires prend en compte l'intégrité des données (jours manquants et pertes de données).

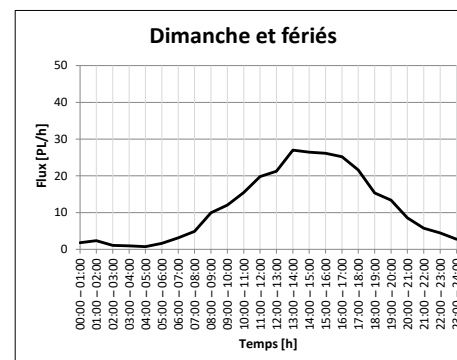
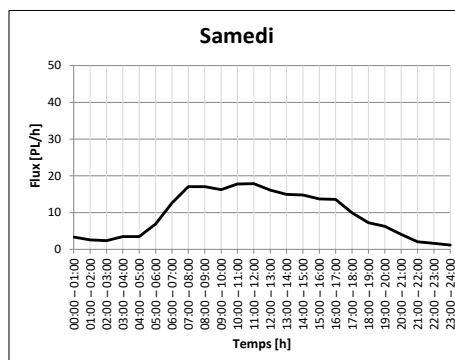
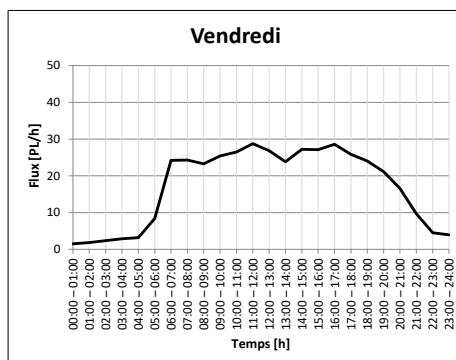
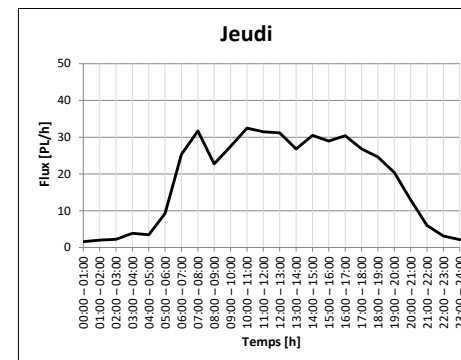
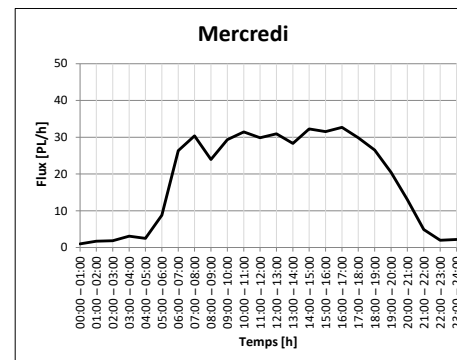
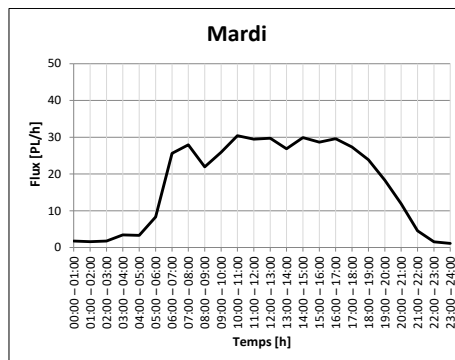
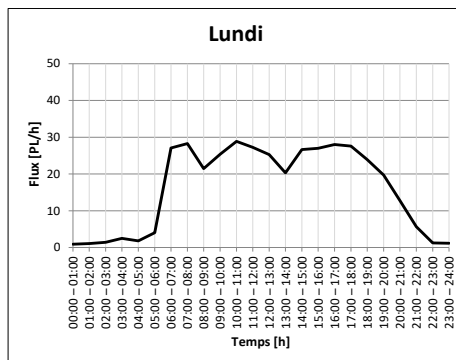
3.3 Répartition horaire journalière

Jours	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche et fériés
Nombre (GR)	47	51	50	49	51	52	66

Direction 1 : Coire (Agrégation par heure)



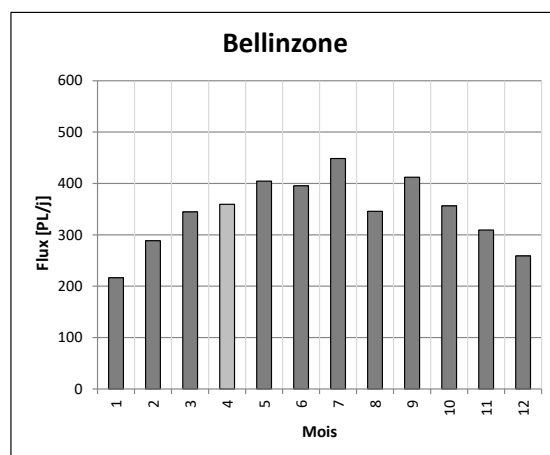
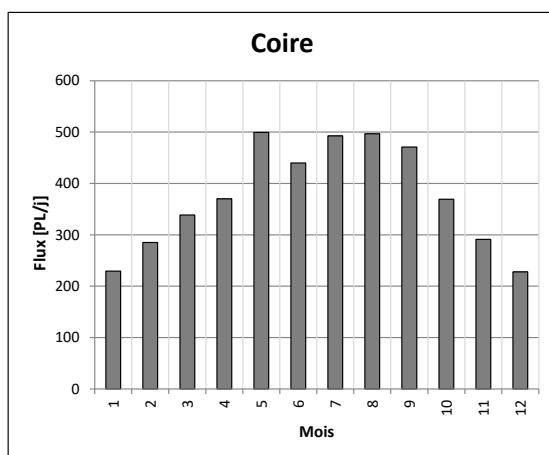
Direction 2 : Bellinzona (Agrégation par heure)



3.4 Détection de véhicules

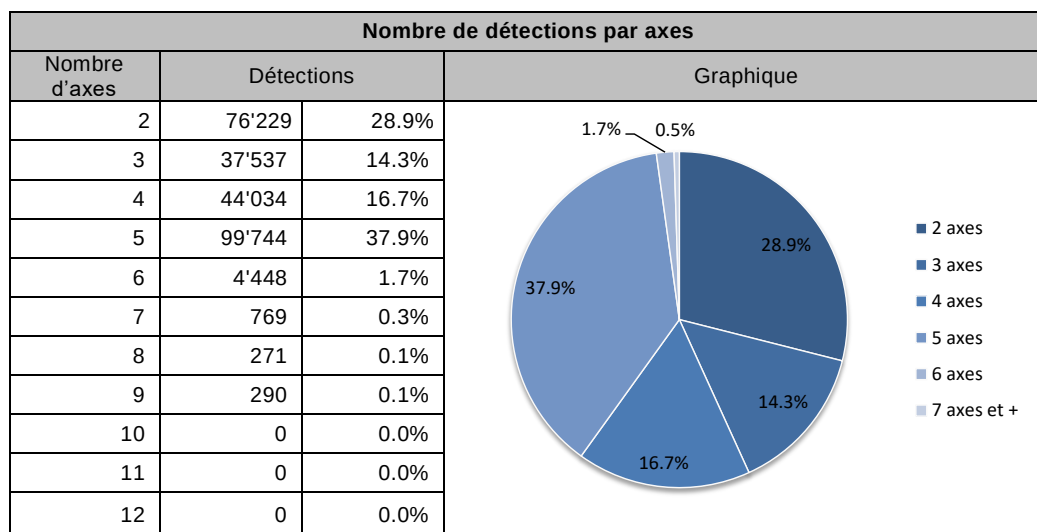
3.4.1 Par mois

Nombre de détections par mois		
Mois	Direction 1 : Coire	Direction 2 : Bellinzone
Janvier	7'109	6'715
Février	7'979	8'082
Mars	10'495	10'689
Avril	11'097	10'714
Mai	15'477	12'545
Juin	13'197	11'866
Juillet	15'264	13'901
Août	15'397	10'714
Septembre	14'124	12'360
Octobre	11'445	11'043
Novembre	8'738	9'278
Décembre	7'060	8'033



Remarque : Le calcul des répartitions mensuelles prend en compte l'intégrité des données (jours manquants et pertes de données). Mois d'avril (440) : valeurs de détections non estimées, valeurs journalières estimées.

3.4.2 Par nombre d'axes



3.4.3 Par classes SWISS10

Classes de véhicules Swiss 10 [4]

Saisie des classes selon le schéma «Swiss 10 »

2 : Motocycle
3 : Voiture de tourisme
4 : Voiture de tourisme avec remorque
5 : Voiture de livraison
6 : Voiture de livraison avec remorque
7 : Voiture de livraison avec galerie
1 : Bus, car
8 : Camion
9 : Train routier
10 : Véhicule articulé

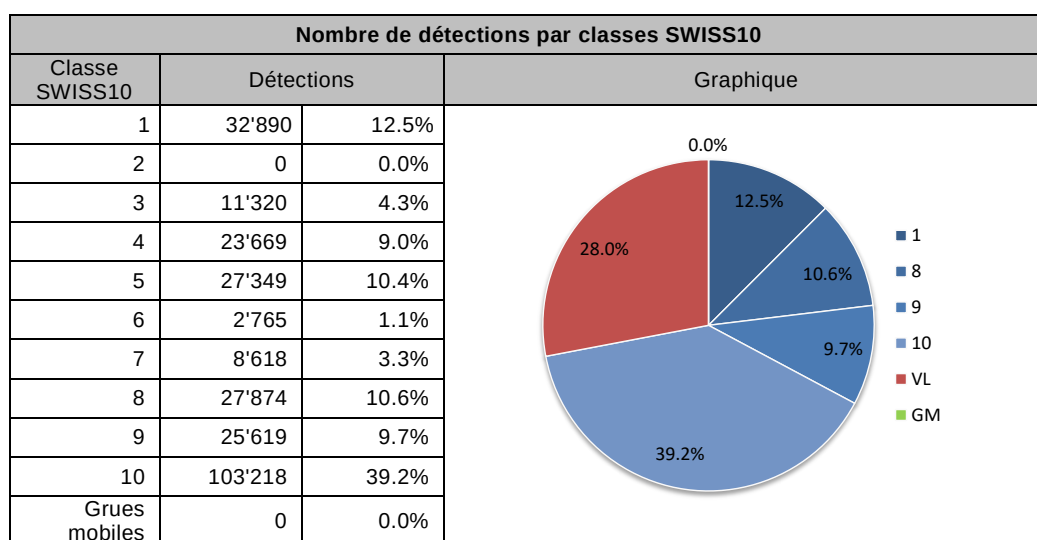
Saisie pour le comptage suisse de la circulation routière (CSCR)

2 : Motocycle
3 : Voiture de tourisme
4 : Voiture de livraison

Saisie pour la gestion du trafic

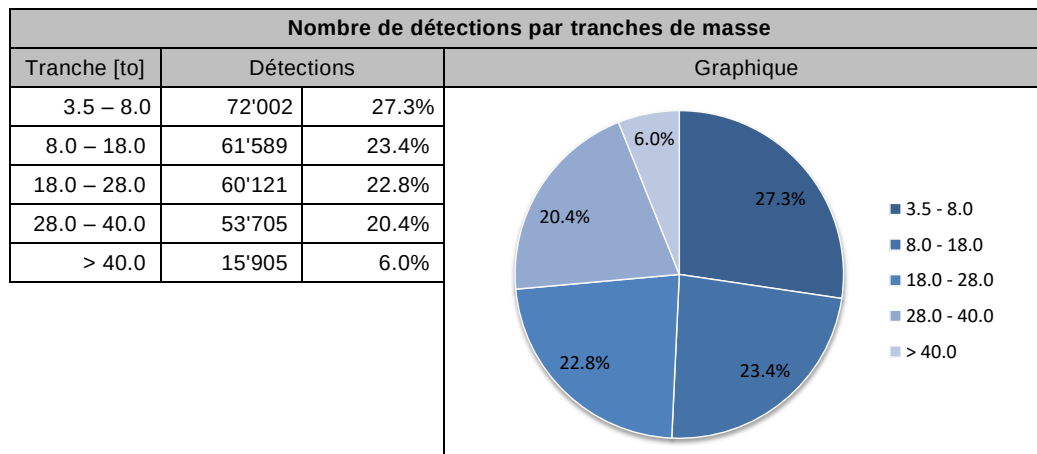
1 : Véhicules assimilables à des VT (véhicules < 3.5 t)

2 : Véhicules assimilables à des camions (véhicules > 3.5 t)



On constate que 73'721 enregistrements (classes 2 à 7, 28.0%) 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



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	71'799	27.3%
S/S	Non-cohérent			32'672	12.4%
S/S	0 - - - - 0		1	24'729	9.4%
S/S	0 - - - - 0		8	18'509	7.0%
S/S/Ta	0 - - - - 0 + - - - - 00		10	18'126	6.9%
S/S/S	Non-cohérent			15'276	5.8%
S/S/Ta	Non-cohérent			10'853	4.1%
S/S/Tr	Non-cohérent			10'023	3.8%
S/Ta	Non-cohérent			7'769	3.0%
S/Ta/S/S	0 - - - - 00 + 0 - - - - 0		9	7'307	2.8%
S/Ta	0 - - - - 00		1	6'379	2.4%
S/S/Ta	0 - - - - 0 + - - - 00 - -		9	6'028	2.3%
S/S/S/S	0 - - - - 0 + 0 - - - - 0		9	3'907	1.5%
S/Ta	0 - - - - 00		8	3'853	1.5%
S/Ta/Ta	0 - - - - 00 + - - - 00 - -		9	3'173	1.2%
Autres silhouettes selon SN 640 320					
S/S/S	0 - - - - 0 + - - 0 - -		10	1'754	0.7%
S/S/S/S	0 - - - - 0 + - - - - 0 - 0		10	1'098	0.4%
S/S/S/Ta	0 - - - - 0 + 0 - - - - 00		9	351	0.1%
Ta/Tr	00 - - 000		Non-classé (8)	188	0.1%
Ta/Ta	00 - - - 00		8	52	0.0%

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

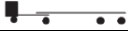
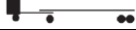
4 Modèle selon norme SN 640 320

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

4.1 Répartition entre les voies de circulation

Répartition entre les voies de circulation			
Configuration	Direction 1 : Coire	Direction 2 : Bellinzona	Sur la base de :
2x1 voies	52.2%	47.8%	Nombre de détections
	51.2%	48.8%	Masse totale
	54.6%	45.4%	Trafic pondéral équivalent total W

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 : Coire	Direction 2 : Bellinzona	Norme 2011	Direction 1 : Coire	Direction 2 : Bellinzona	Norme 2011
	0.62	0.54	0.7	0.62	0.50	0.6
	1.05	0.82	1.4	1.44	1.04	2.1
	1.10	1.03	1.5	1.94	1.69	2.7
	3.05	2.27	1.9	7.08	5.28	3.0
	1.56	1.23	0.5	1.55	1.15	0.5
	1.99	1.48	1.7	1.98	1.42	1.8
	1.63	1.10	1.8	1.75	1.11	2.2
	3.27	2.24	2.0	4.32	2.83	2.2
	2.00	1.62	2.0	2.00	1.58	1.9
	2.66	3.28	1.7	2.96	3.79	1.6
	3.71	1.88	1.3	4.09	2.02	1.0
	2.04	1.64	2.5	2.54	1.89	2.6
	1.76	1.42	1.2	2.60	2.00	0.9
	2.63	2.35	0.7	2.82	2.49	0.6
	1.03	1.00	1.4	1.43	1.34	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 : Coire	Direction 2 : Bellinzona	Norme 2011	Direction 1 : Coire	Direction 2 : Bellinzona	Norme 2011
1 : Bus, car	2.28	2.06	2.3	2.51	2.24	2.3
8 : Camion	0.71	0.61	0.9	0.78	0.63	1.0
9 : Train routier	2.17	2.10	1.9	2.62	2.43	2.0
10 : Véhicule articulé	2.94	1.95	1.7	3.81	2.39	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 : Coire	Direction 2 : Bellinzone	Norme 2011	Direction 1 : Coire	Direction 2 : Bellinzone	Norme 2011
Silhouettes (2-6 axes)	1.71	1.54	1.6	2.15	1.84	1.7
	98.8%	99.6%		98.8%	99.6%	
Catégories	2.38	1.85		2.96	2.18	
	63.0%	69.7%		63.0%	69.7%	
Classes	2.39	1.87		2.97	2.20	
	61.0%	67.6%		61.0%	67.6%	

4.5 Classe de trafic pondéral équivalent actuelle selon SN 640 324

Chaussées souples et semi-rigides

Direction 1 : Coire

$$TF_0 = \frac{137'382 \text{ PL}}{366 \text{ jours}} \cdot 1.71 = 641 \text{ ESAL/jour} \rightarrow \text{Trafic de classe T4 : Lourd}$$

Direction 2 : Bellinzone

$$TF_0 = \frac{125'940 \text{ PL}}{365.8 \text{ jours}} \cdot 1.54 = 532 \text{ ESAL/jour} \rightarrow \text{Trafic de classe T4 : Lourd}$$

Chaussées rigides et combinées

Direction 1 : Coire

$$TF_0 = \frac{137'382 \text{ PL}}{366 \text{ jours}} \cdot 2.15 = 808 \text{ ESAL/jour} \rightarrow \text{Trafic de classe T4 : Lourd}$$

Direction 2 : Bellinzone

$$TF_0 = \frac{125'940 \text{ PL}}{365.8 \text{ jours}} \cdot 1.84 = 636 \text{ ESAL/jour} \rightarrow \text{Trafic de classe T4 : Lourd}$$

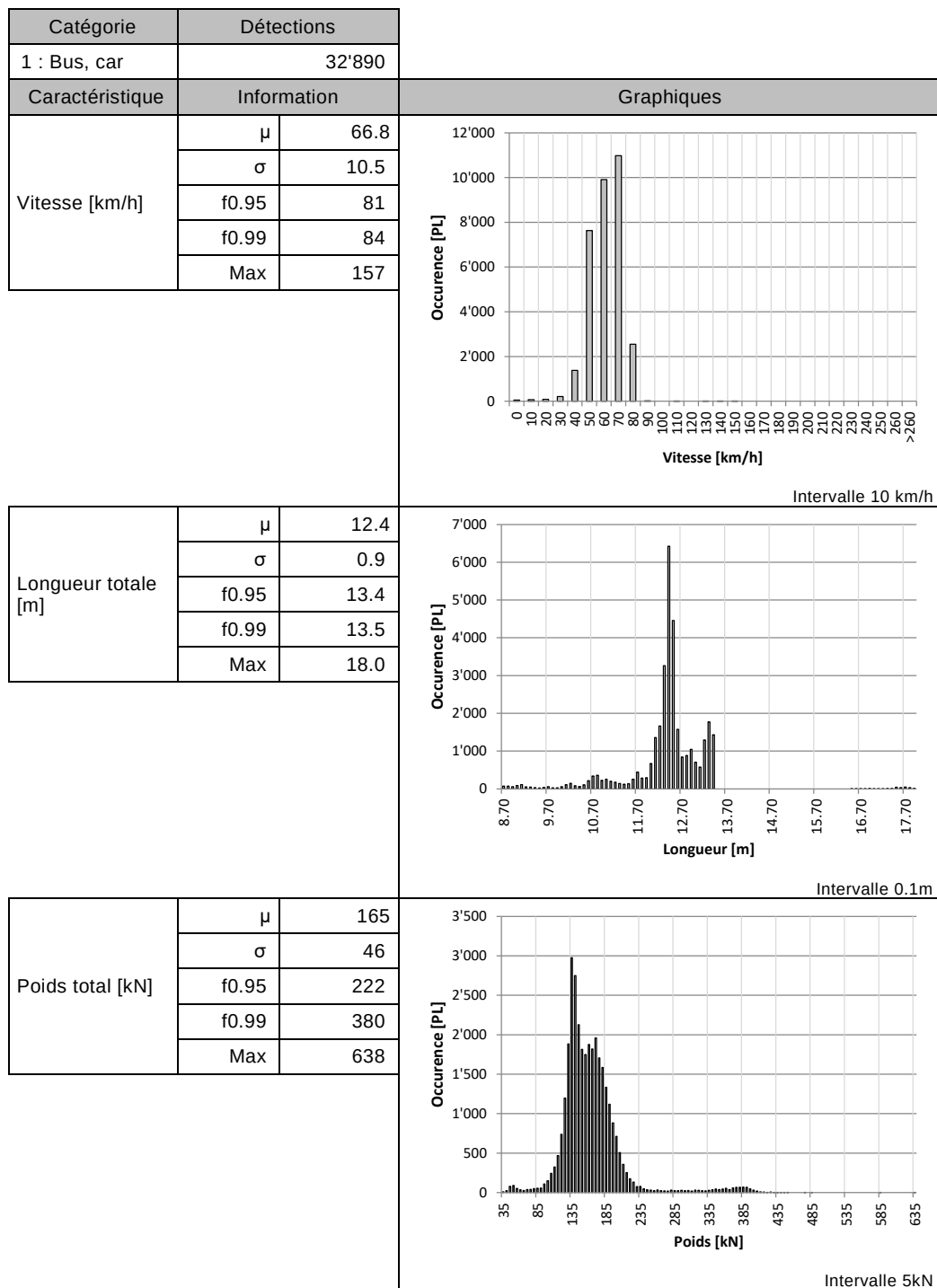
4.6 Tendance pour l'estimation du taux d'accroissement annuel

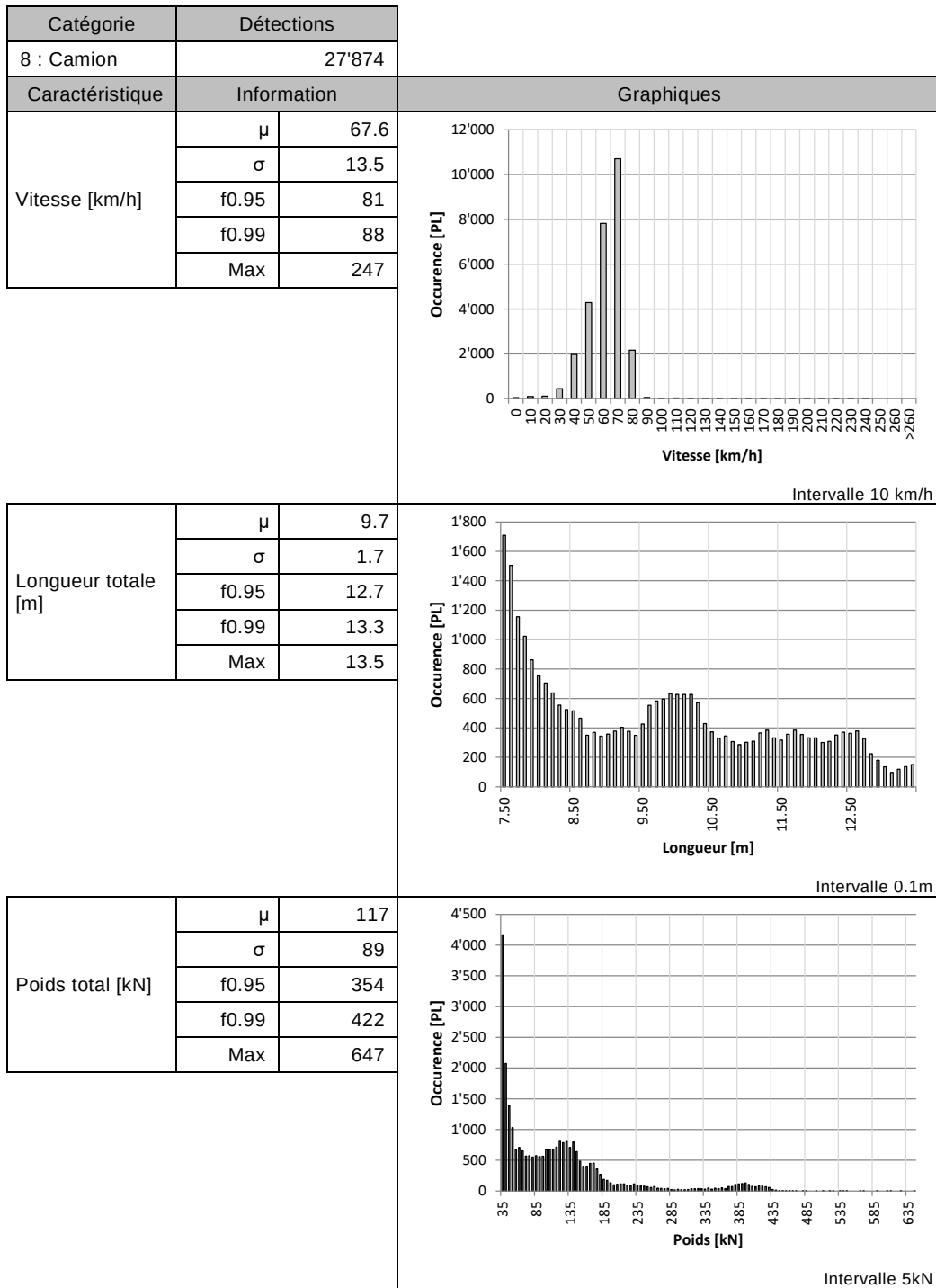
Tendance pour l'estimation du taux d'accroissement annuel		
Direction 1 : Coire	Direction 2 : Bellinzone	Sur la base de :
-1.7%	-0.9%	Nombre de détections
-2.2%	-1.6%	Masse totale
-3.3%	-1.3%	Trafic pondéral équivalent total W

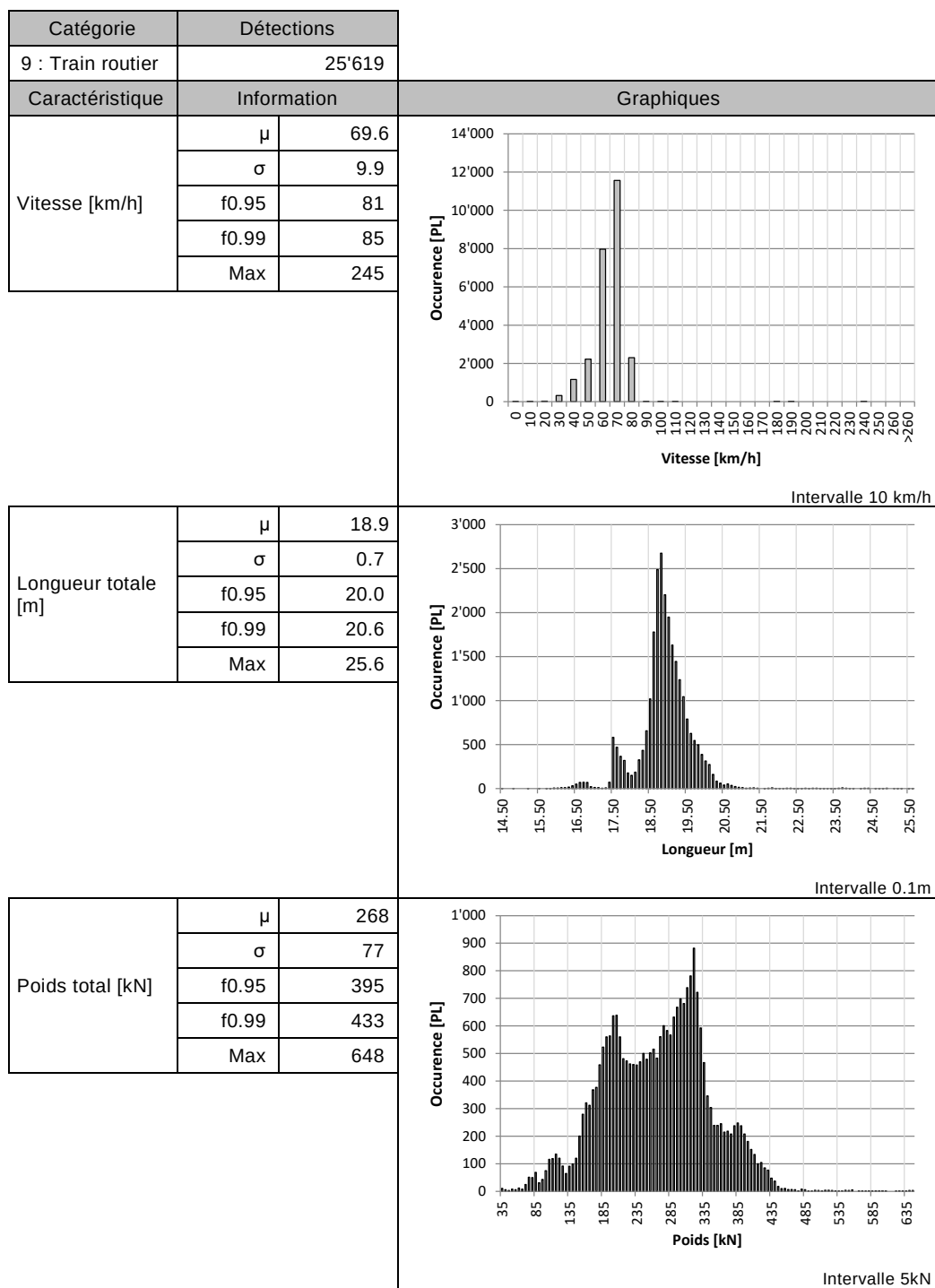
Cette section est déterminée sur la base des rapports annuels 2015 et 2016.

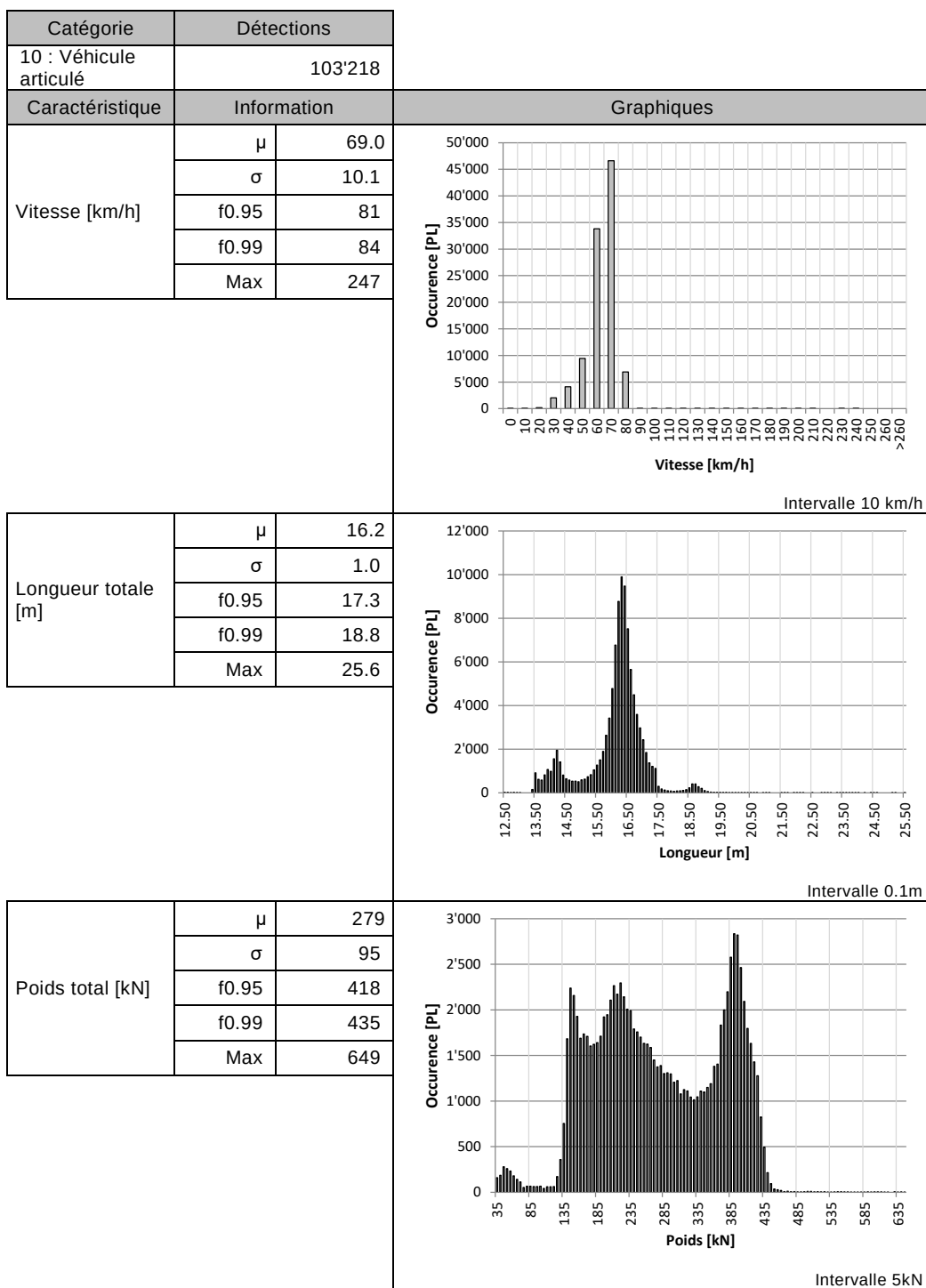
5 Caractéristiques des poids lourds

5.1 Caractéristiques des catégories de poids lourds



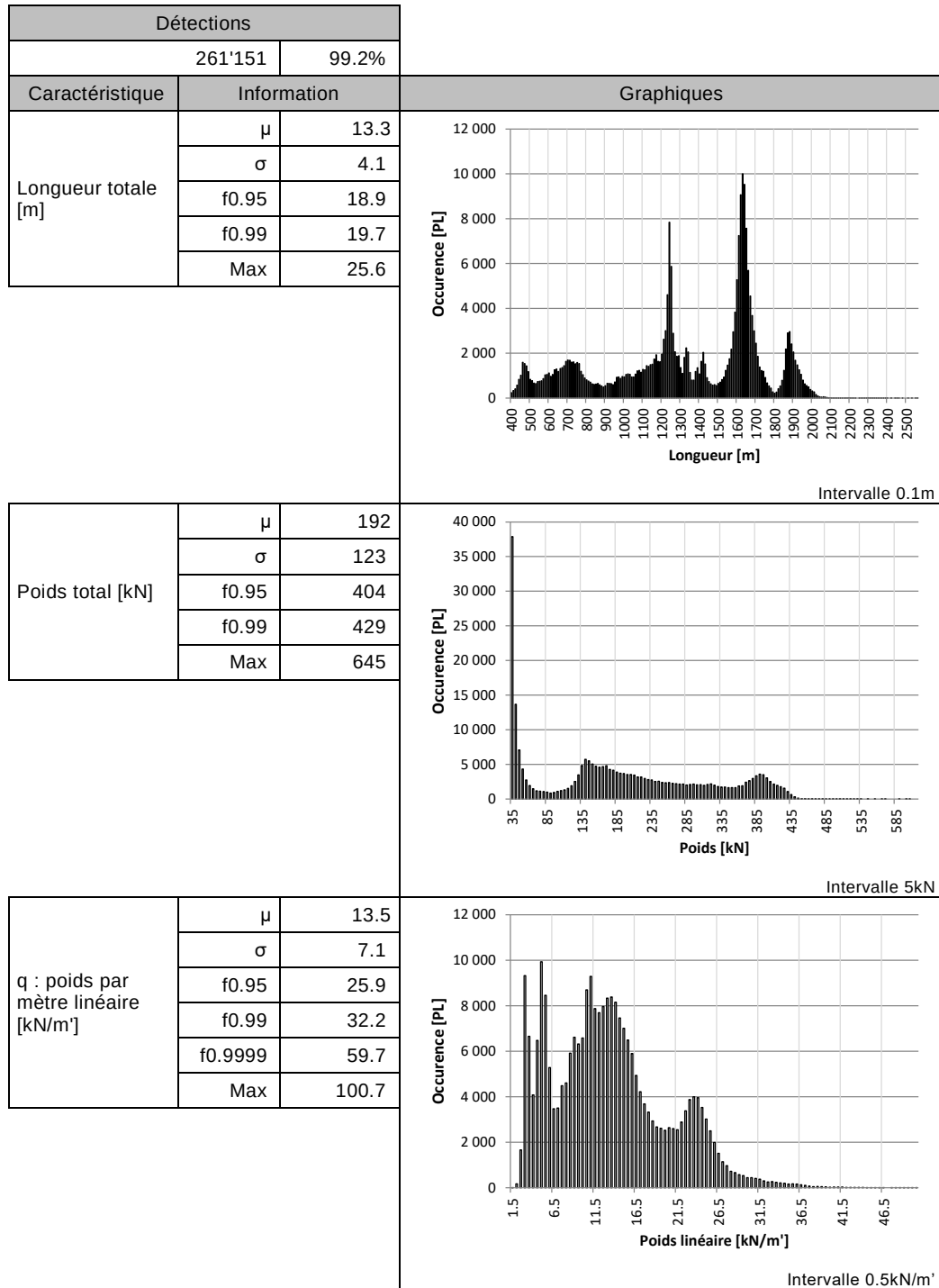


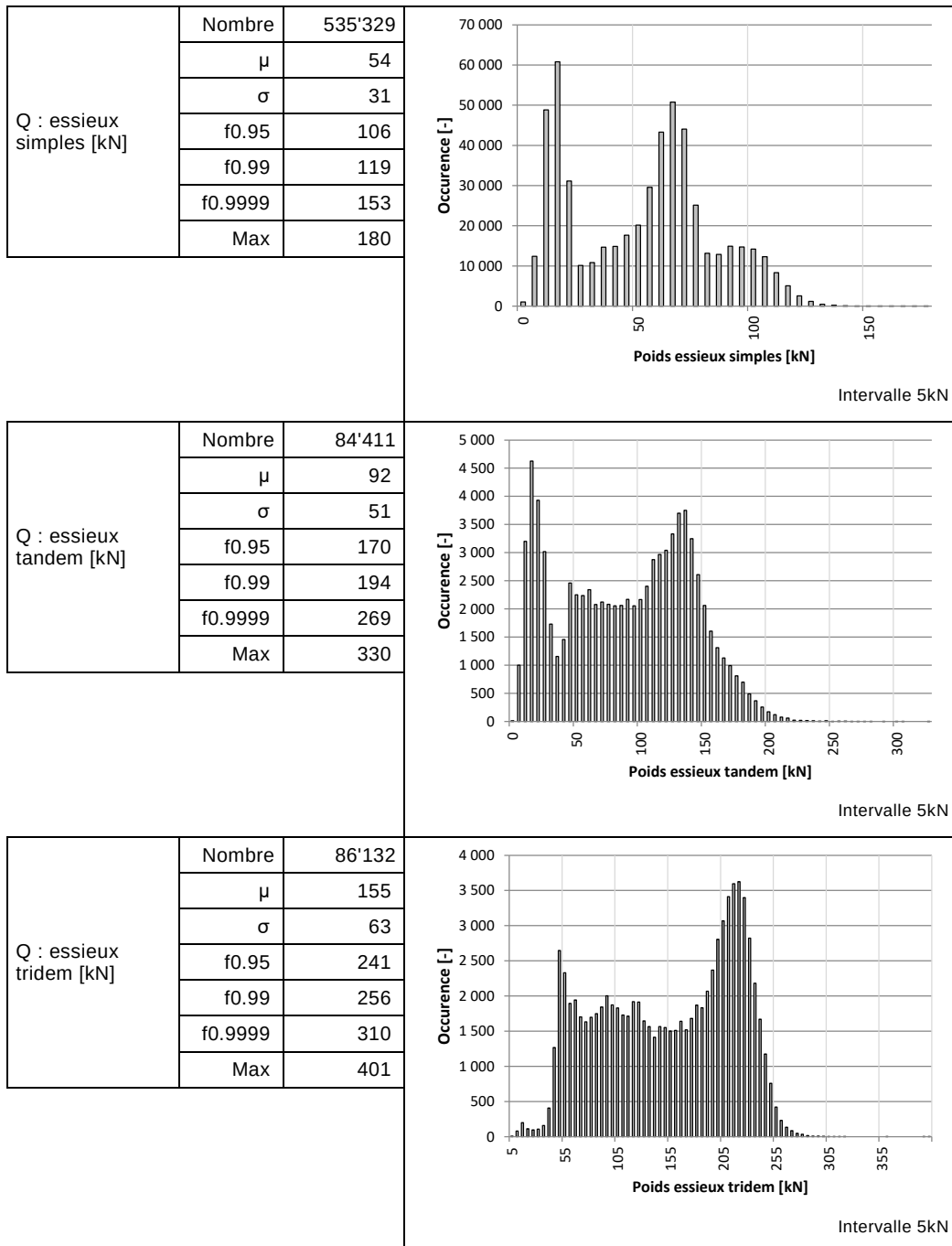




5.2 Caractéristiques globales de l'échantillon

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



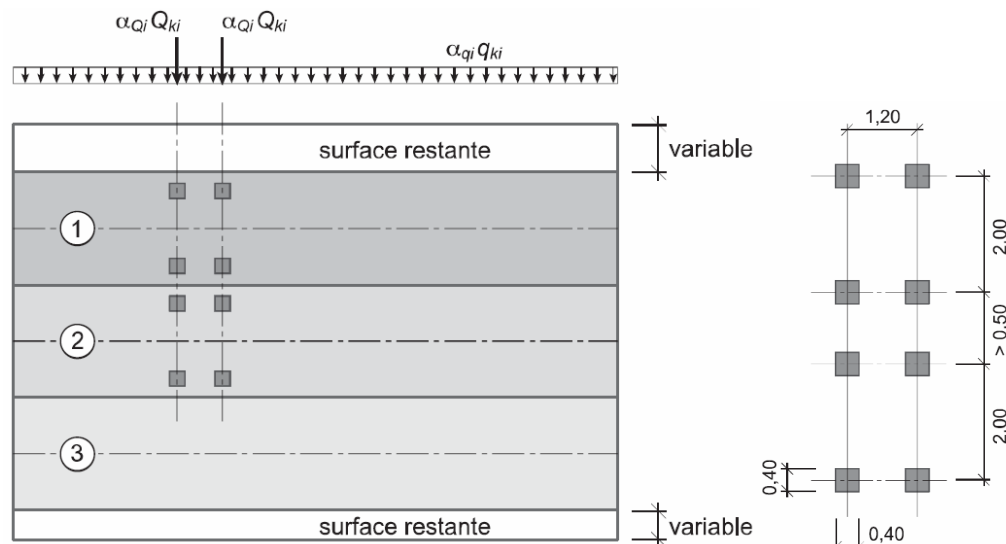


6 Modèle selon norme SIA 261

Document de référence : [3]

Les données considérées sont celles des silhouettes détectées de 2 à 6 axes, soit 99.2% de l'échantillon total.

6.1 Modèle de charge 1 selon SIA 261



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

6.1.1 Charge concentrée Q

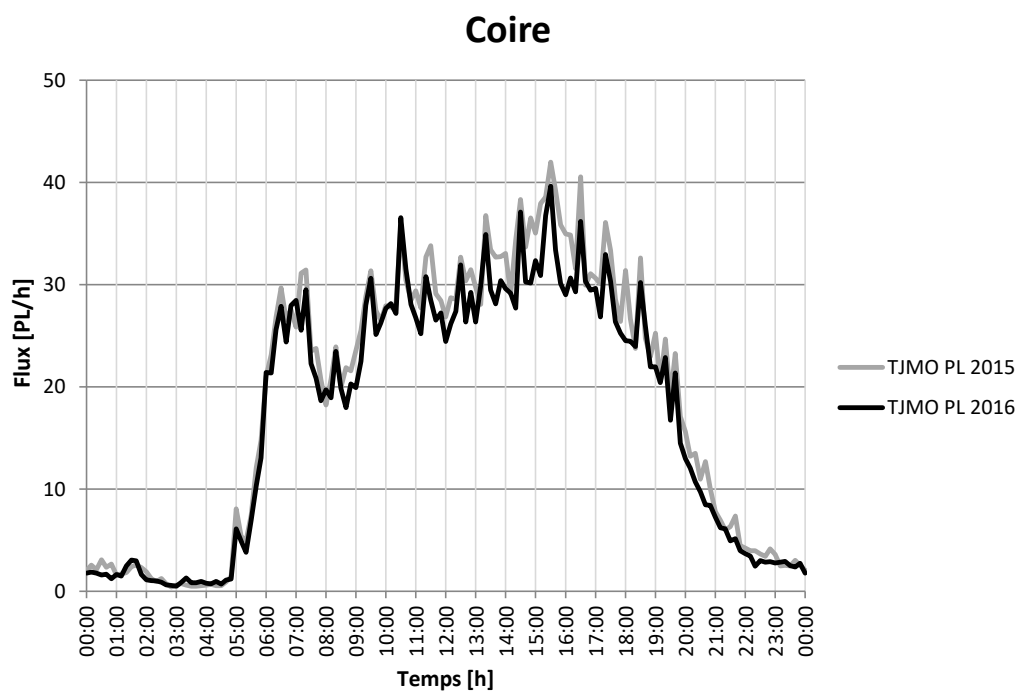
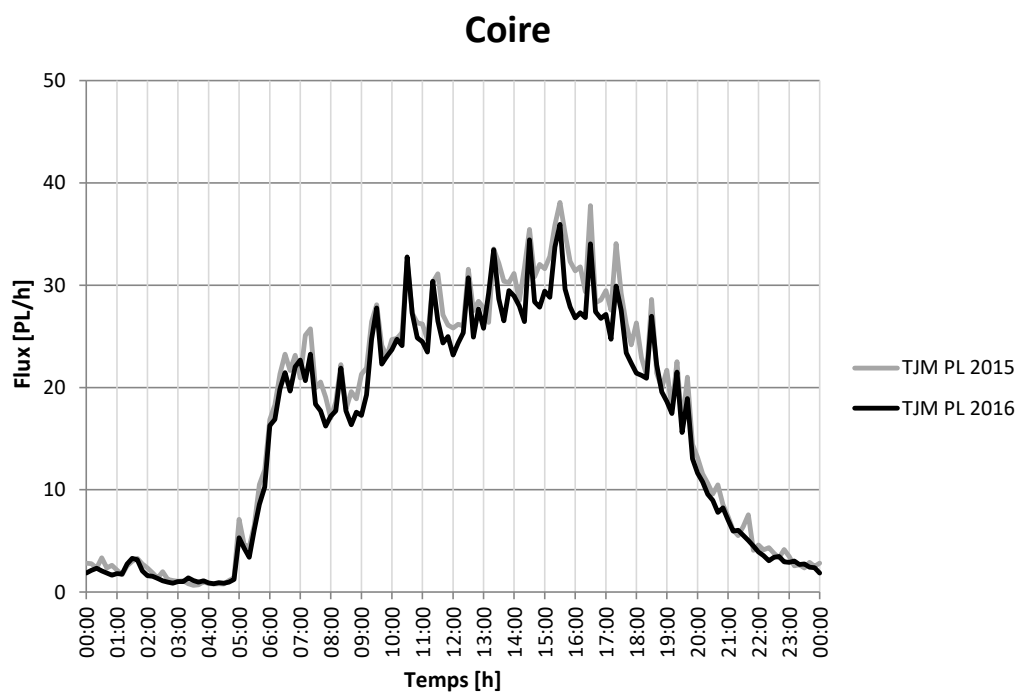
Charge concentrée Q					
Type d'essieu	Charge moy. [kN]	Charge moy. par axe [kN]	f0.95 [kN] (par axe)	f0.99 [kN] (par axe)	f0.9999 [kN] (par axe)
Simple	54	54	106	119	153
Tandem	92	46	170 (85)	194 (97)	269 (134)
Tridem	155	52	241 (80)	256 (85)	310 (103)

6.1.2 Charge répartie q

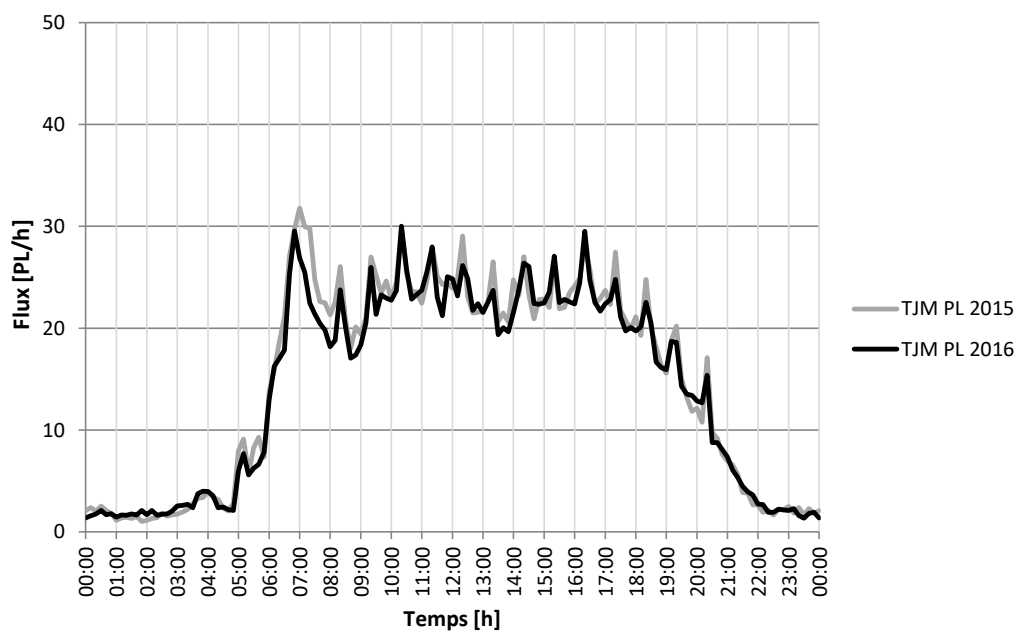
Charge répartie q				
Caractéristique	Charge moy.	f0.95	f0.99	f0.9999
Poids par mètre linéaire [kN/m]	13.5	25.9	32.2	59.7
Poids par surface (largeur 3 m) [kN/m²]	4.5	8.6	10.7	19.9

7 Tendances

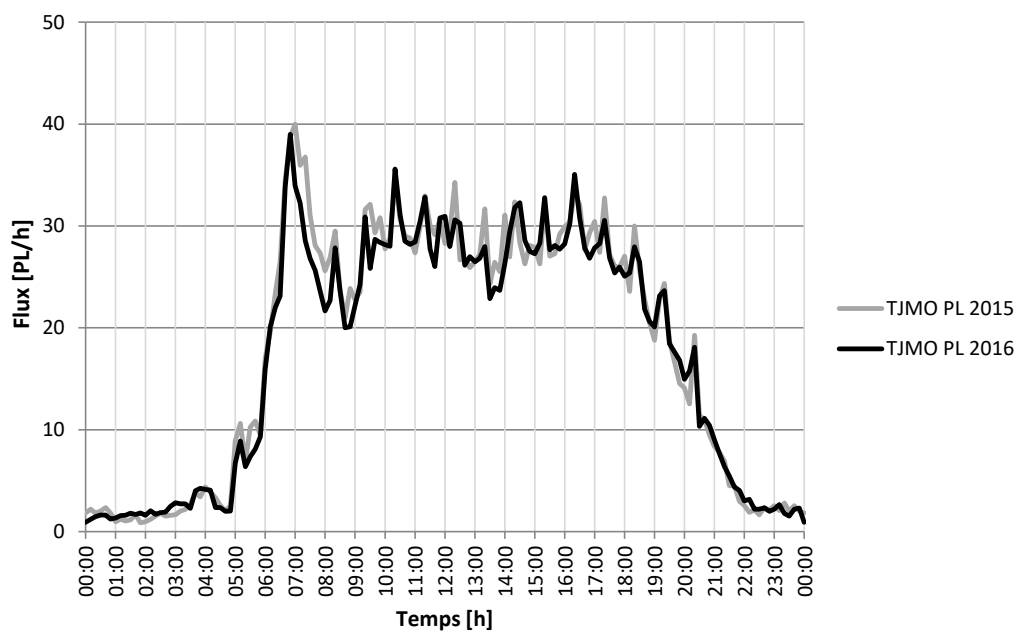
7.1 Evolution de la répartition horaire annuelle



Bellinzone

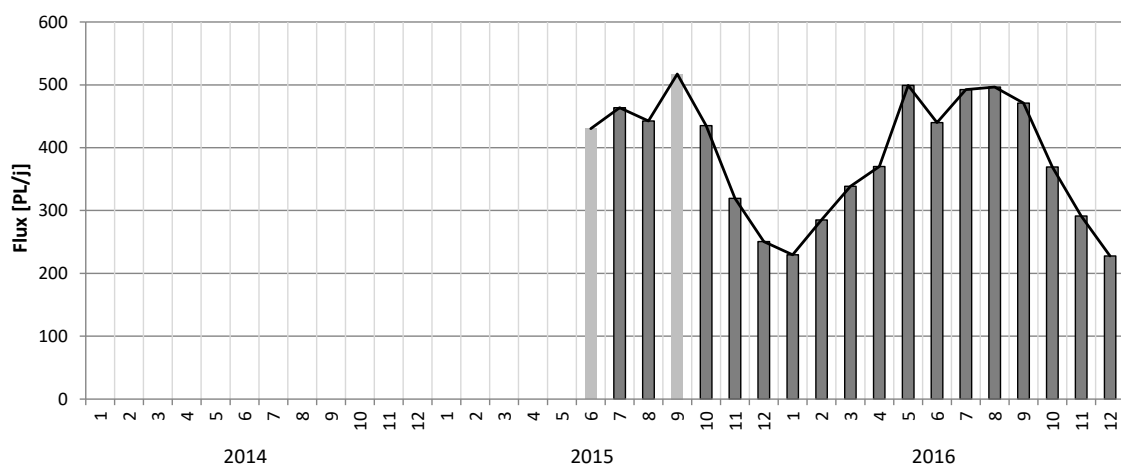


Bellinzone

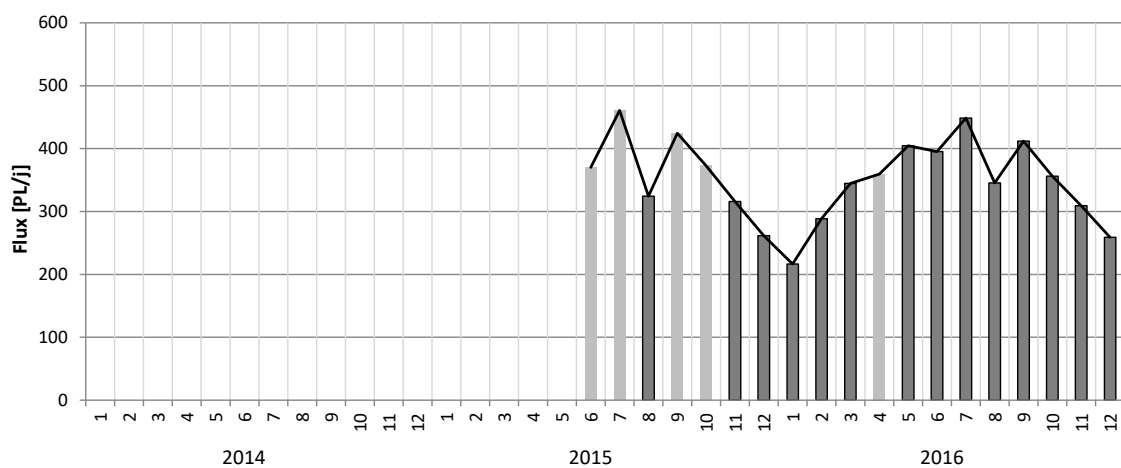


7.2 Evolution de la détection par mois

Coire



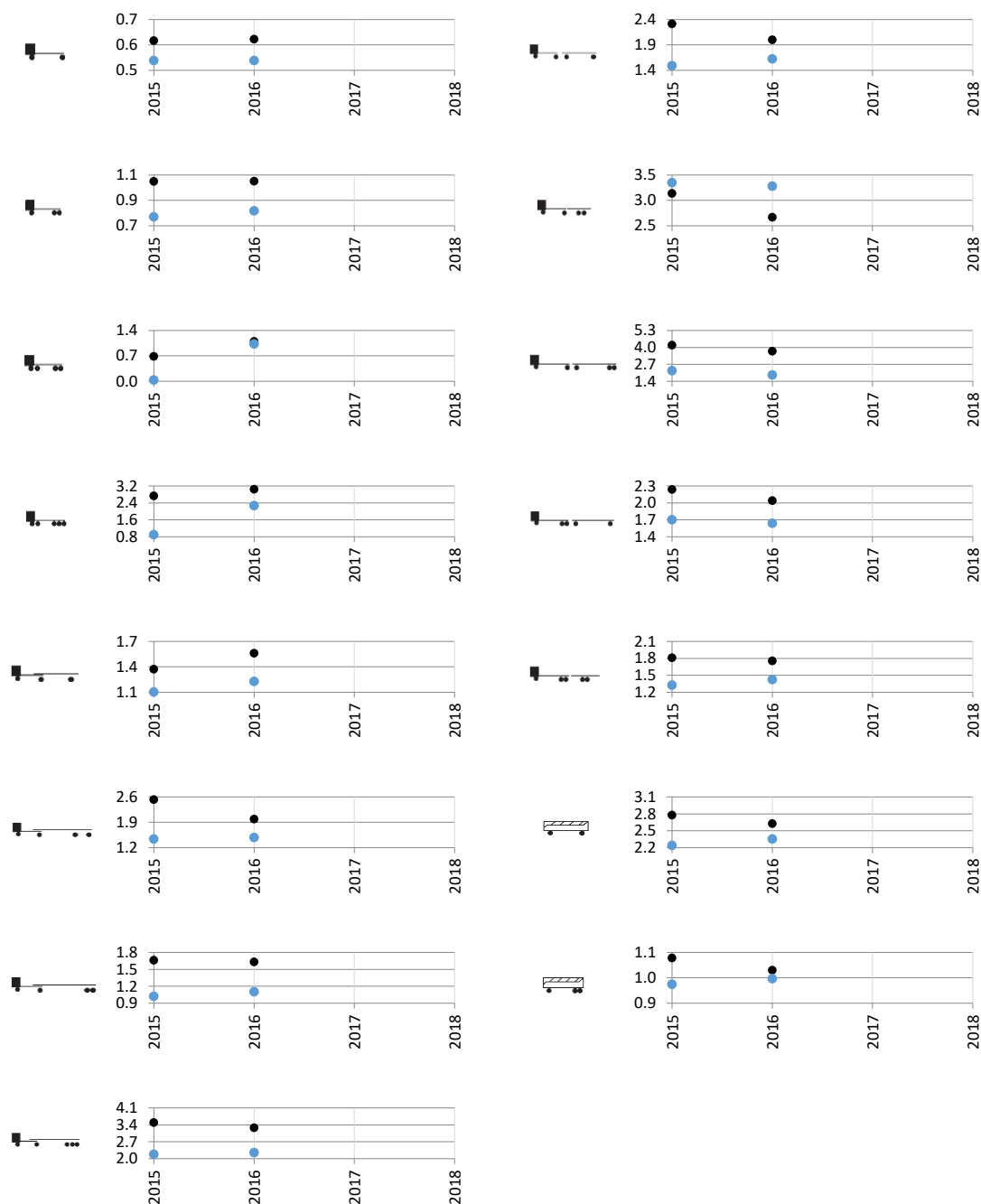
Bellinzone



7.3 Evolution du modèle de la norme SN 640 320

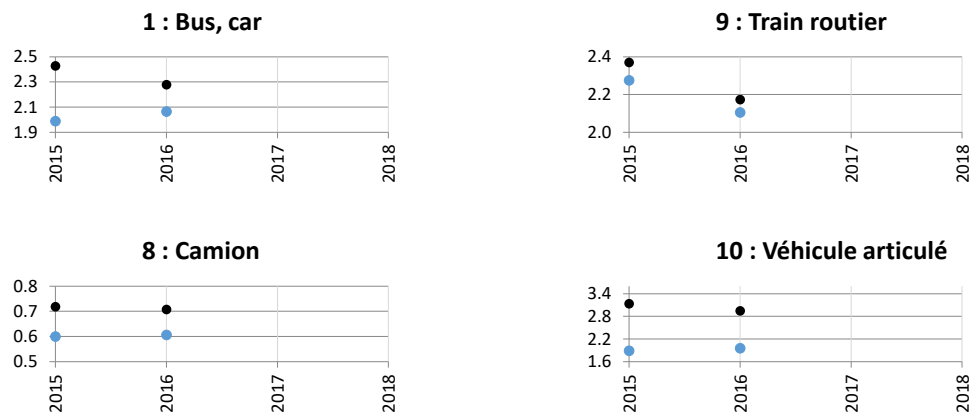
Sont considérées dans ce chapitre uniquement les chaussées souples et semi-rigides.

7.3.1 Evolution des facteurs d'équivalence par classes de véhicules



Noir : Direction Coire ; Bleu : Direction Bellinzone.

7.3.2 Evolution des facteurs d'équivalence par catégories de véhicules



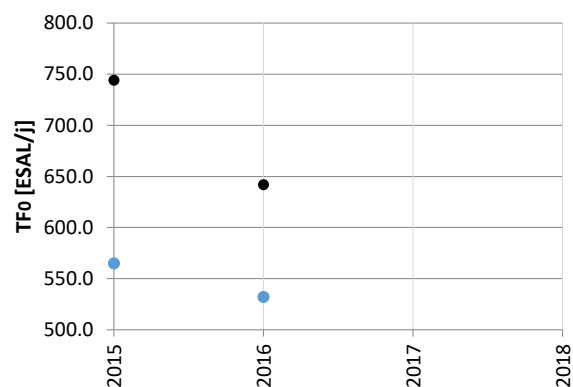
Noir : Direction Coire ; Bleu : Direction Bellinzzone.

7.3.3 Evolution du facteur d'équivalence moyen



Noir : Direction Coire ; Bleu : Direction Bellinzzone.

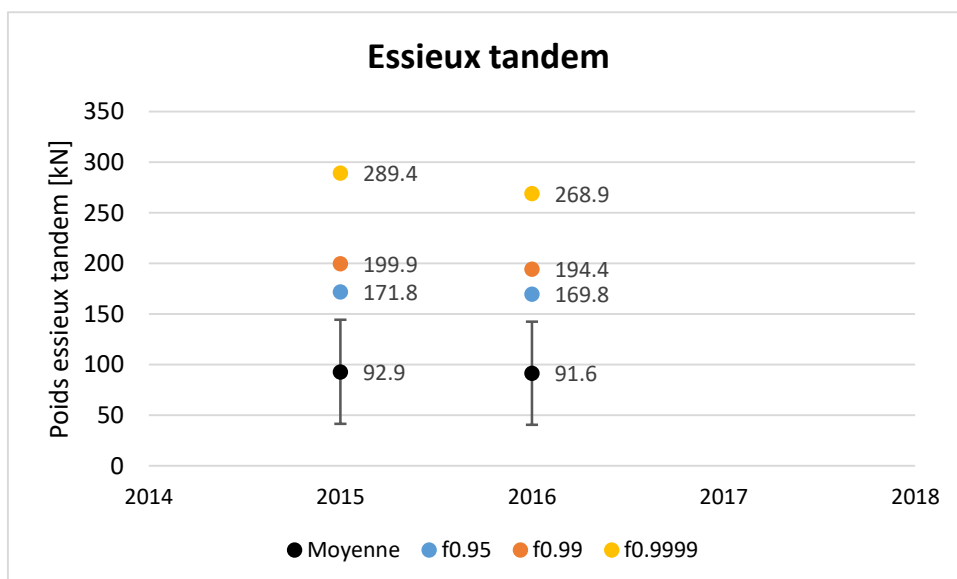
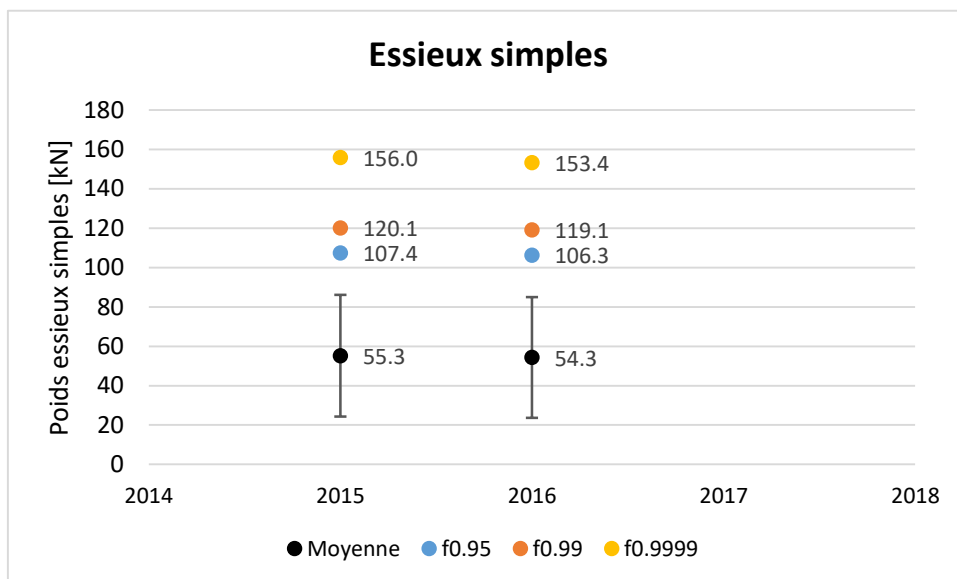
7.3.4 Evolution du trafic pondéral équivalent journalier

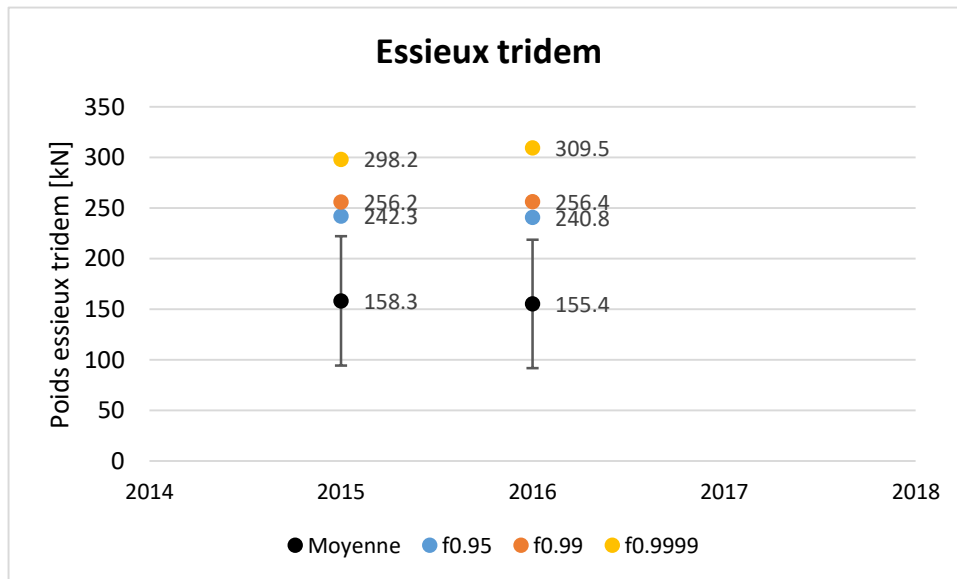


Noir : Direction Coire ; Bleu : Direction Bellinzzone.

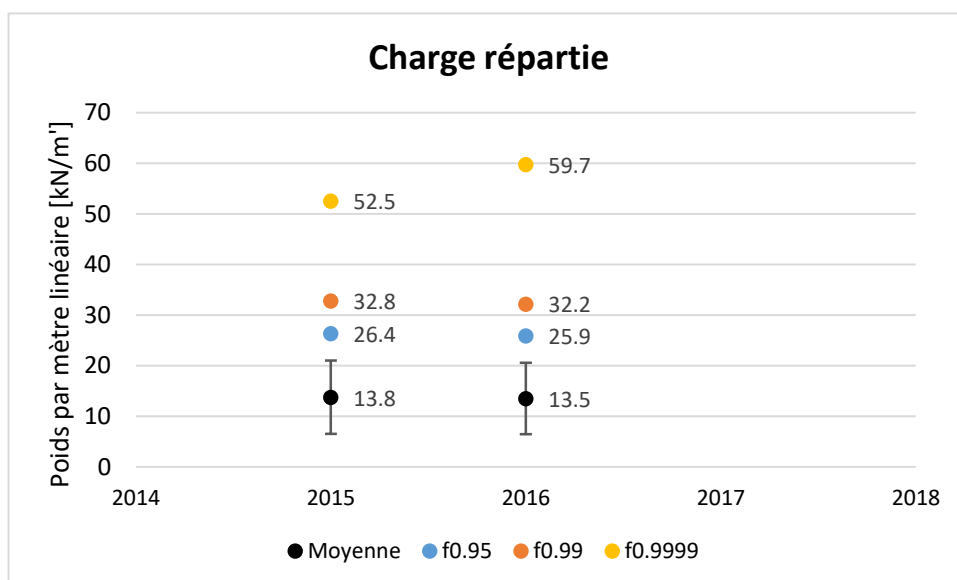
7.4 Evolution du modèle de la norme SIA 261

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 :	Direction Coire : 14.09.2016 Direction Bellinzone : 14.09.2016	
Facteurs de corrections relevés :	Direction Coire : -1.07% Direction Bellinzone : -7.09%	
Application du facteur de correction :	Direction Coire : Non Direction Bellinzone : Oui	
Niveau de confiance à la calibration :	Direction Coire : Bon Direction Bellinzone : Bon	
Données pouvant être utilisées pour référence :	Direction Coire : Fin 2016 Direction Bellinzone : Fin 2016	
Constations sur la base du traitement des données WIM		
Pertes de données :	~ 0 / 1 jour	
Exclusions :	3.57%	
Cohérence globale des valeurs :	En ordre	
Cohérence des tendances de la station :	En ordre	
Classification SWISS10, VT ≥ 3.5 to :	28.0%	
Silhouettes incohérentes :	33.2% dont 31.8% potentiellement dus à la classification SWISS10 1.4% d'autres incohérences	
Propositions		
La confiance dans les données de la station est bonne. Toutefois, 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.