



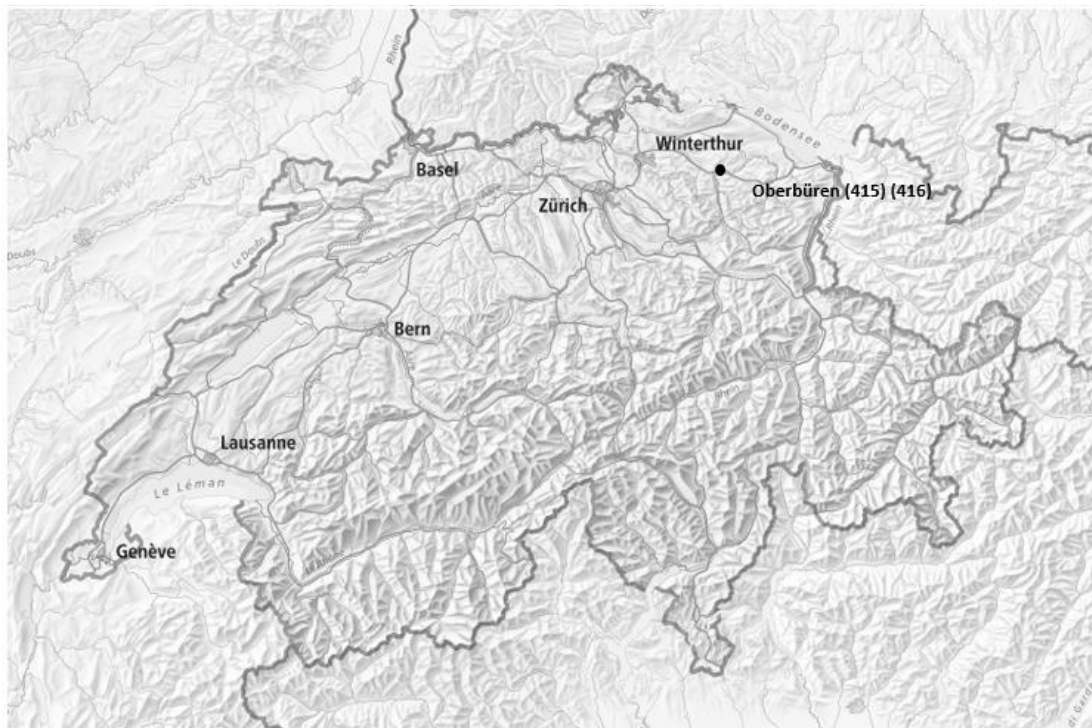
Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

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

Oberbüren – 2021

Evaluation et traitement des données WIM



Ittigen, 14.04.2022

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_2021_415_416

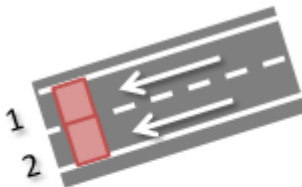
Version 1

Créé le 14.04.2022 – 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
Oberbüren	SG	A2	415 / 416	F4	VI	2	2 + 2
Situation							
416 : Direction Zürich  415 : Direction St-Gall 							
Enregistrements							
Type de fichiers :			Fichiers journaliers				
Format de fichiers :			NoASTRAANNEEMOISJOUR.extension				
Extension de fichiers :			*.V00, *.V01				
Filtre poids véhicules :			> 2998 kg				
Classification SWISS :			SWISS10				
Fichier de données							
Fichiers journaliers manquants			20.01.2021 – 22.01.2021 (416)				
Perte potentielle de données			-				
Evènements particuliers							
Décisions							
Concaténation							
Nom de fichiers :			2021_415_concat.log ; 2021_416_concat.log ;				
Nombre d'enregistrements :			1'016'713 (415) ; 843'535 (416)				
Nombre de jours effectifs :			365 (415) ; 362 (416)				

2 Intégrité des données

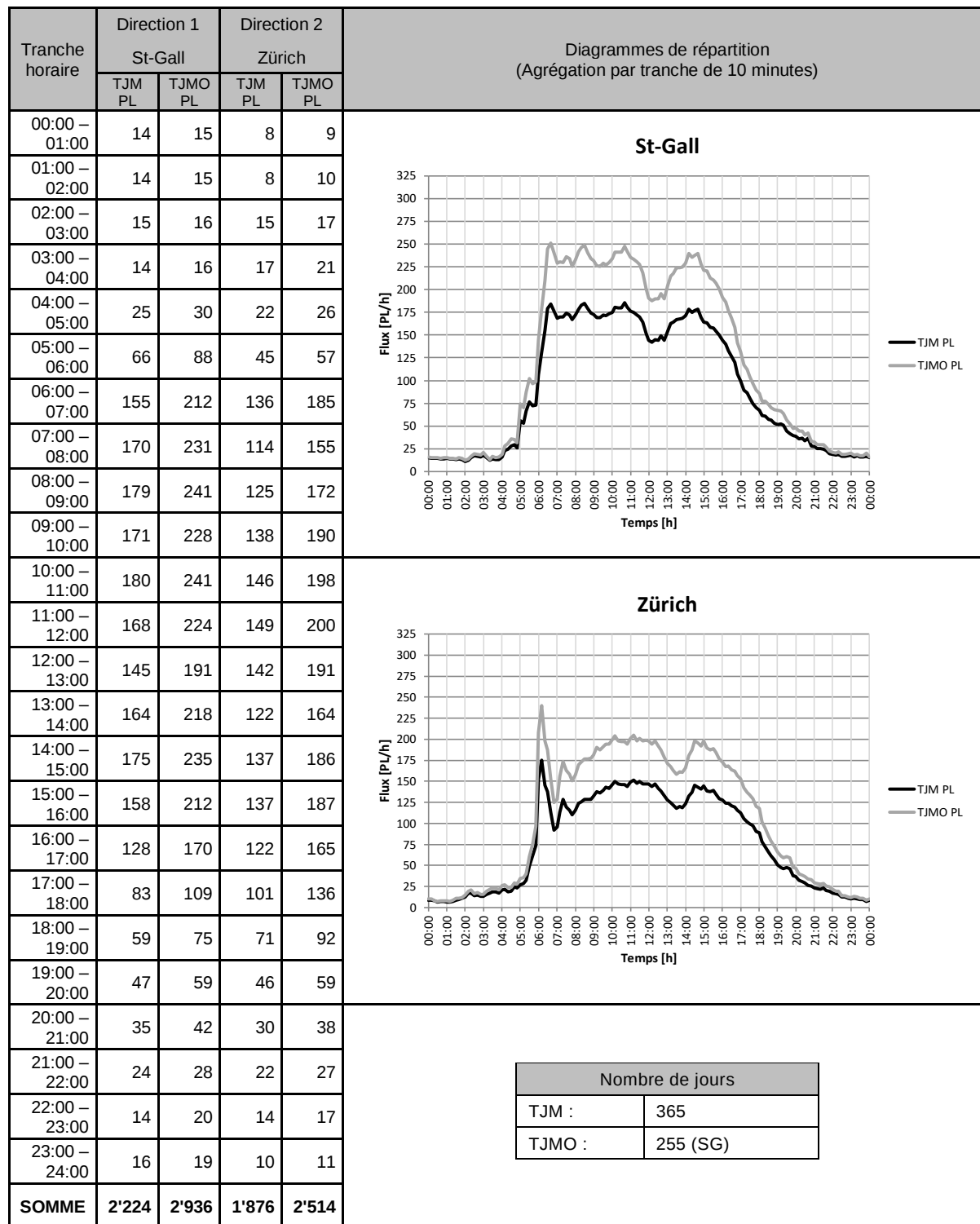
Documents de référence : [5] [6] [7] [8] [9] [10] [11]

Filtre des données (démarche pas à pas)	
1)	Véhicules de moins de 3.5 tonnes (350'219 enregistrements).
2)	821'456 enregistrements direction D1 (415). 243 enregistrements direction D2 (415). 687'975 enregistrements direction D1 (416). 355 enregistrements direction D2 (416).
3)	Longueur totale nulle (173 enregistrements).
4)	Longueur totale supérieure à 26.00m (10'789 enregistrements).
5)	Poids nul sur un des axes (21 enregistrements).
6)	Entraxe inférieur à 60cm (5'814 enregistrements).
7)	Poids total supérieur à 65 tonnes (782 enregistrements, hors grues mobiles).
8)	Poids sur un axe supérieur à 18 tonnes (57 enregistrements, hors grues mobiles).
9)	Longueur totale inférieure à 4.00m (993 enregistrements).
Décisions	
1)	Exclusion (2021_415_416_u3500.log).
2)	Exclusion des enregistrements direction D2.
3)	Exclusion.
4)	Exclusion.
5)	Exclusion.
6)	Exclusion.
7)	Exclusion.
8)	Exclusion.
9)	Exclusion.
Fichiers	
Nom de fichier de traitement statistique :	2021_415_416.log
Nombre d'enregistrements :	1'490'802
Nom de fichier d'exclusions :	2021_415_416_exclus.log
Nombre d'enregistrements :	19'227

Sur un total de 1'860'248 enregistrements, 350'219 ont été séparés en raison de leur appartenance aux véhicules légers (< 3.5 tonnes) et 19'227 enregistrements (1.27%) ont été exclus du jeu de données de base en raison d'incohérences potentielles de données.

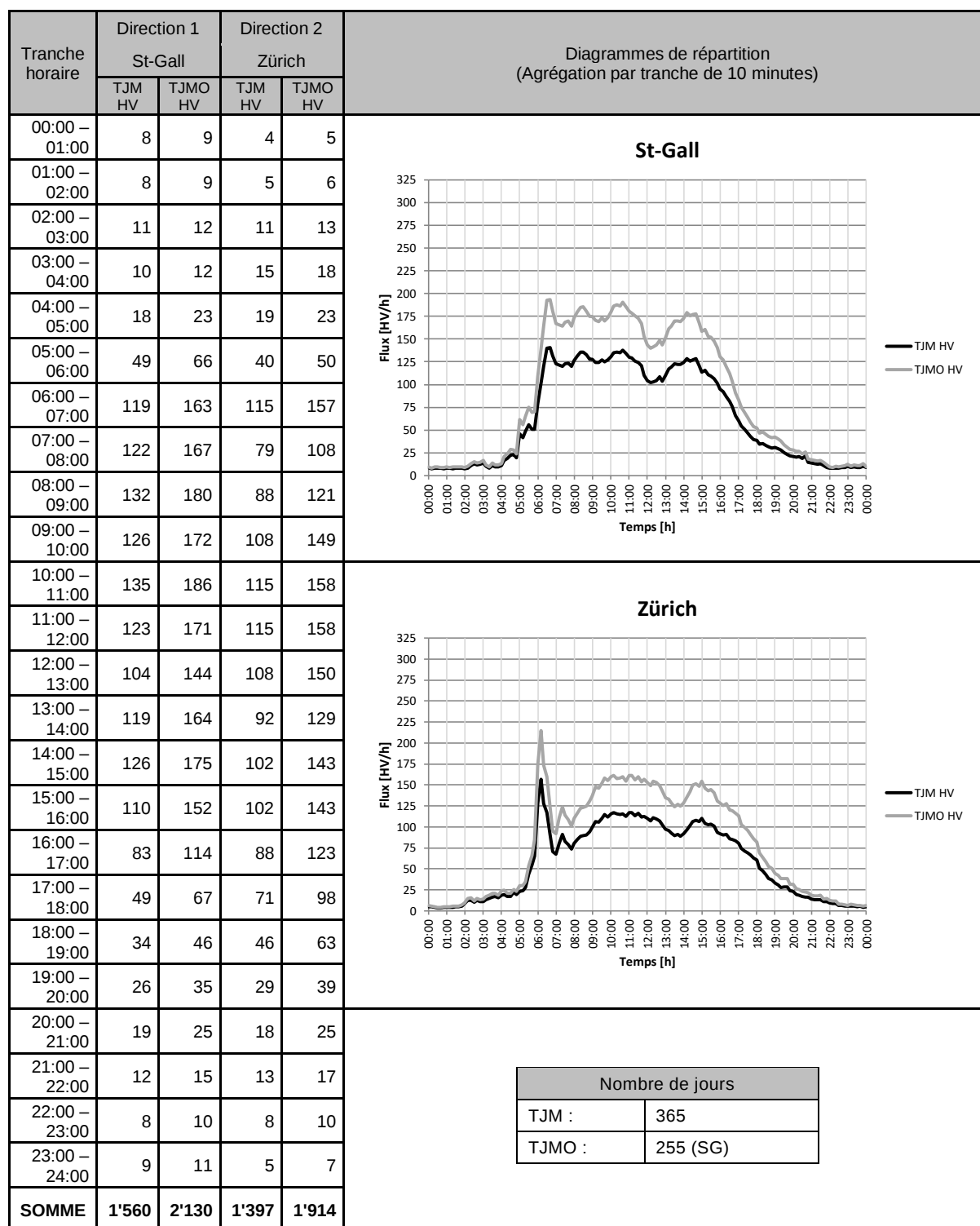
3 Traitements statistiques

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)

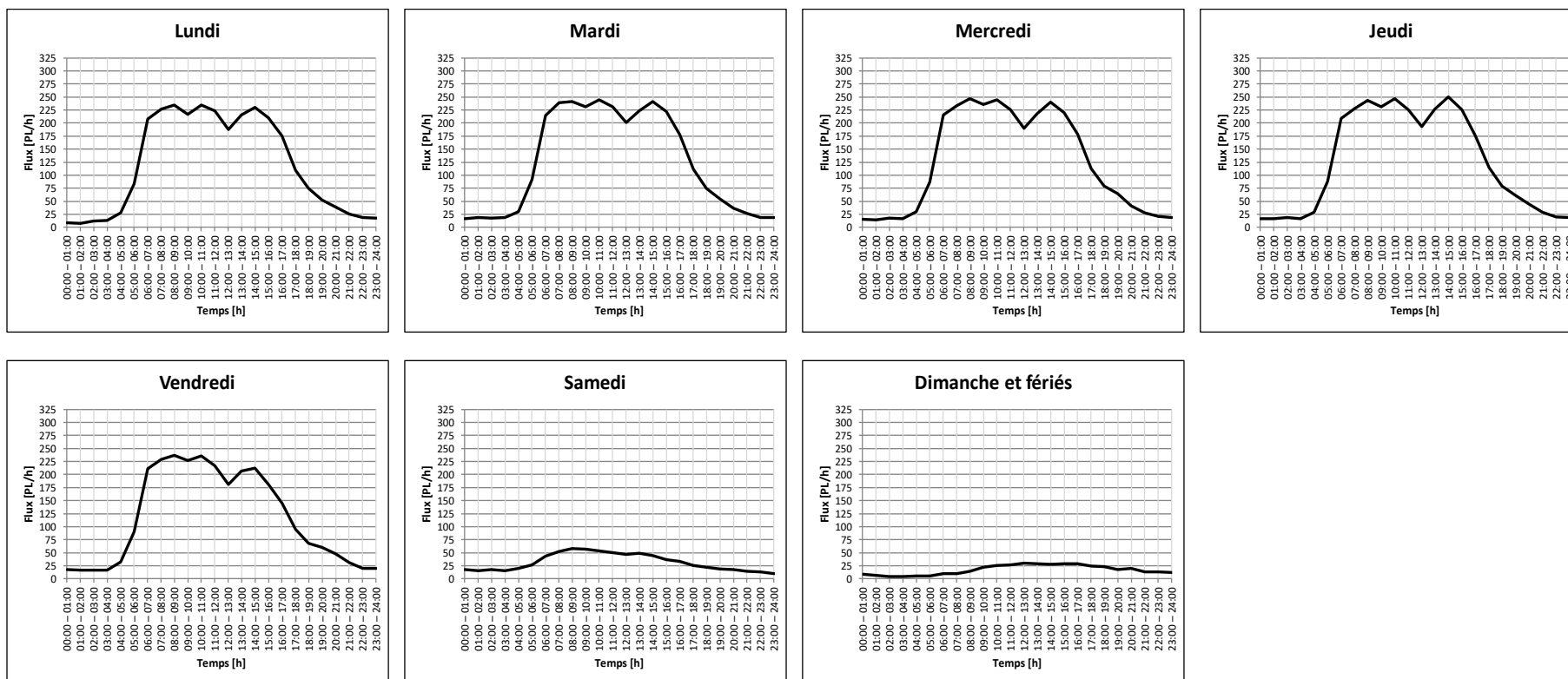


Remarque : Le calcul des répartitions horaires prend en compte l'intégrité des données (jours manquants et pertes de données).

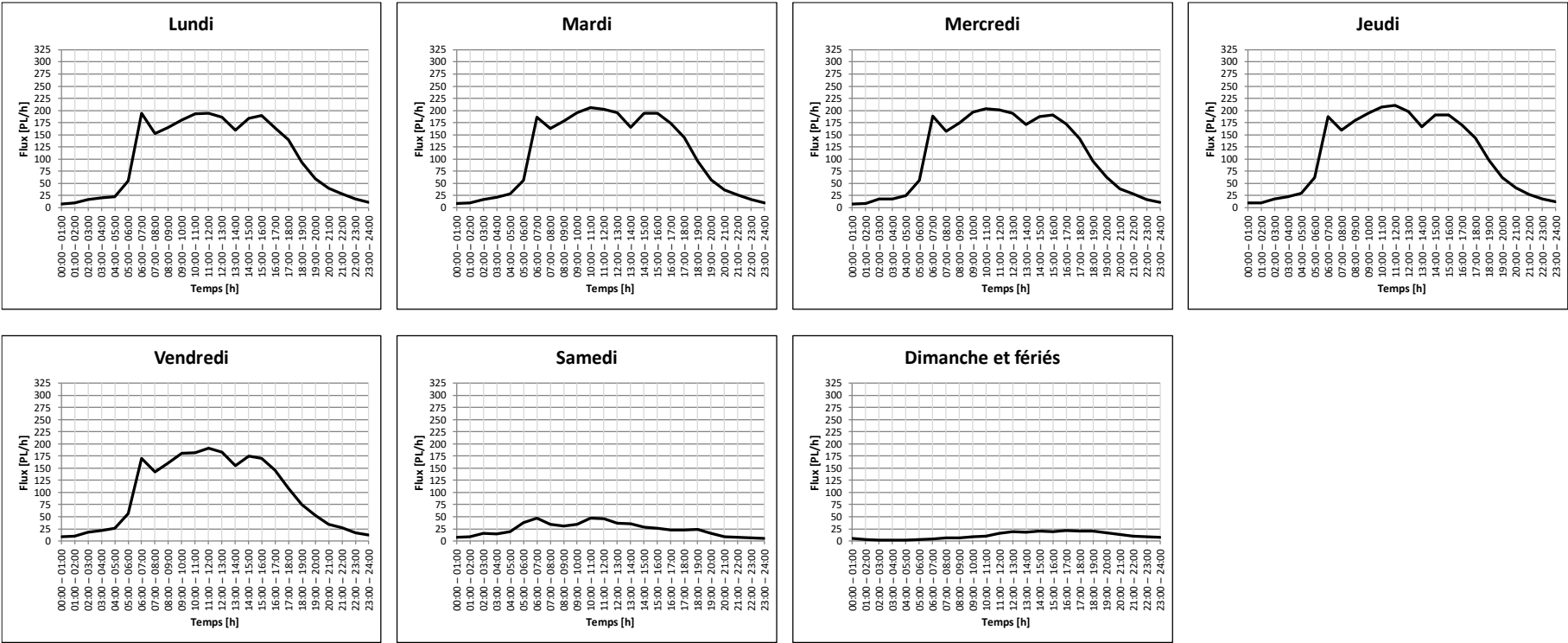
3.3 Répartition horaire journalière

Jours	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche et fériés
Nombre (SG)	49	52	52	51	51	51	59

Direction 1 : St-Gall (Agrégation par heure)



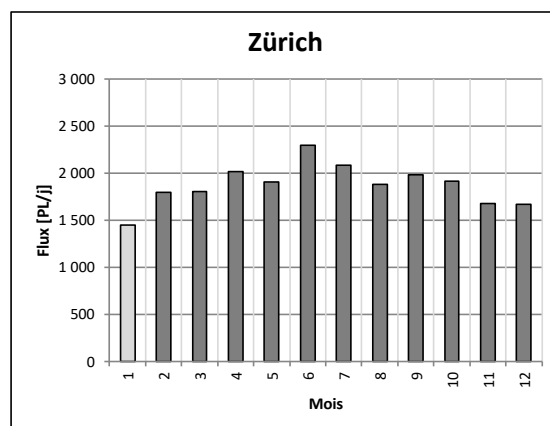
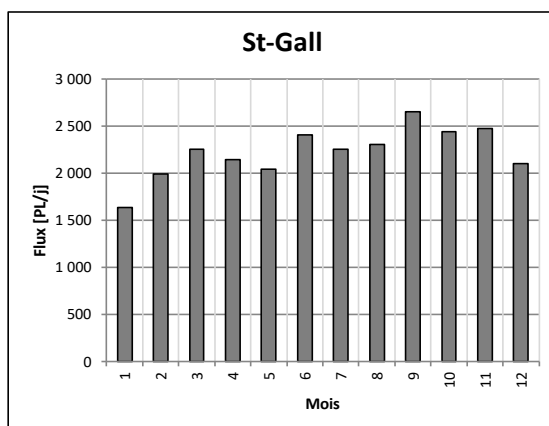
Direction 2 : Zürich (Agrégation par heure)



3.4 Détection de véhicules

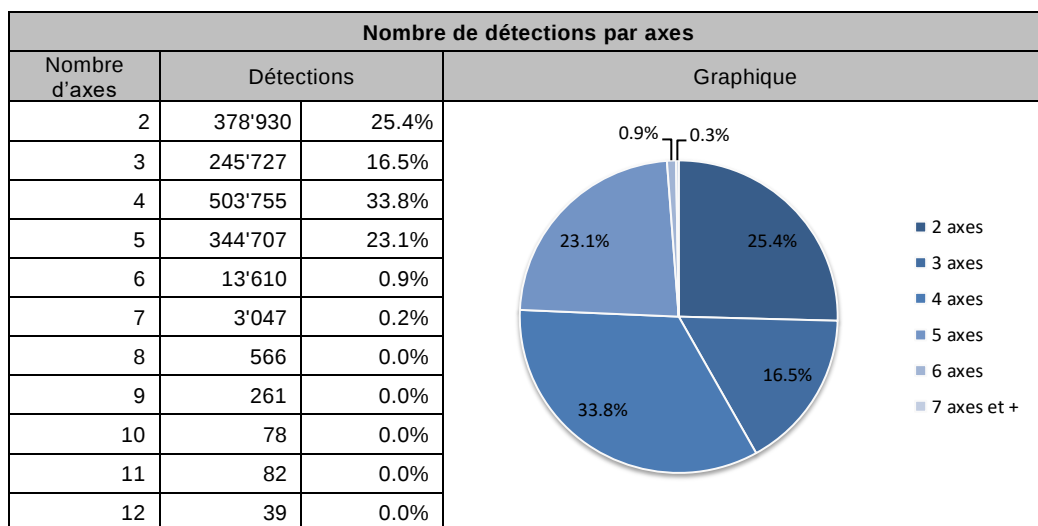
3.4.1 Par mois

Nombre de détections par mois		
Mois	Direction 1 : St-Gall	Direction 2 : Zürich
Janvier	50'562	40'527
Février	55'835	50'167
Mars	69'912	55'874
Avril	64'301	60'534
Mai	63'202	59'176
Juin	72'079	68'883
Juillet	69'964	64'536
Août	71'300	58'346
Septembre	79'442	59'571
Octobre	75'713	59'349
Novembre	74'292	50'334
Décembre	65'128	51'775



Remarque : Le calcul des répartitions mensuelles prend en compte l'intégrité des données (jours manquants et pertes de données). Mois de janvier (416) : 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 : Motorcycle
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 : Motorcycle
3 : Voiture de tourisme

4 : Voiture de livraison

1 : Bus, car

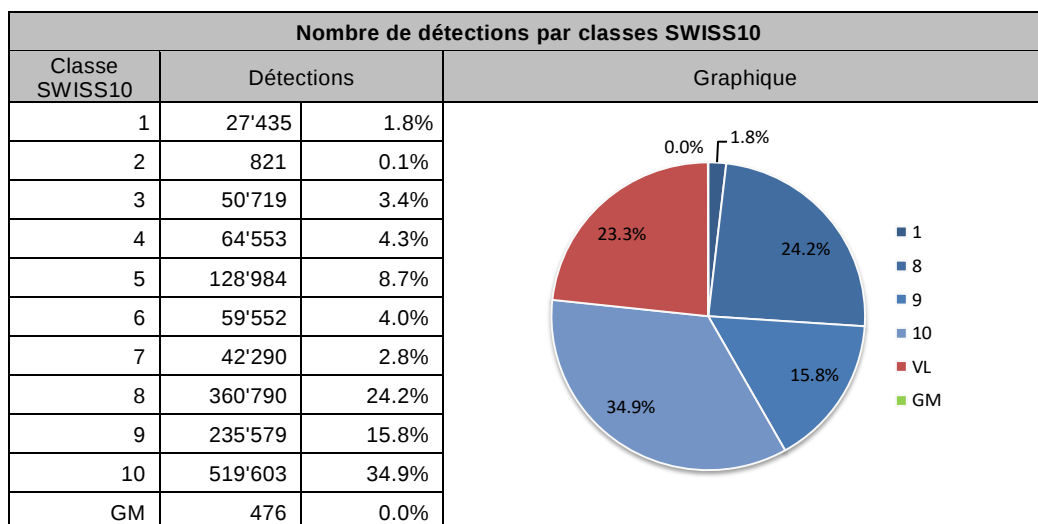
5 : Camion

6 : Train articulé + véhicule articulé

Saisie pour la gestion du trafic

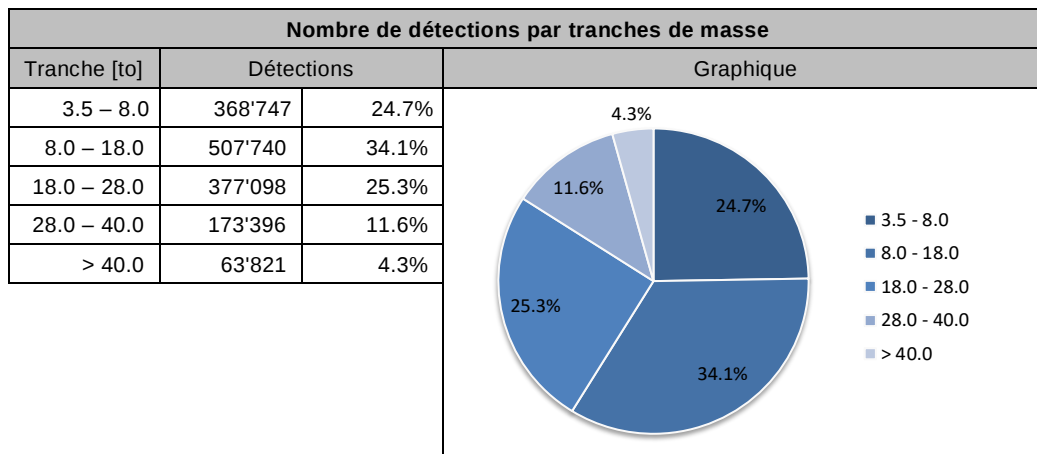
1 : Véhicules assimilables à des VT (véhicules < 3.5 t)

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



On constate que 346'919 enregistrements (classes 2 à 7, 23.3%) 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



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/Ta	0 - - - - 0 + - - - - 00		10	189'312	12.7%
S/S/Tr	0 - - - - 0 + - - - - 000		10	189'151	12.7%
S/S	0 - - - - 0		8	188'501	12.6%
S/S	Non-cohérent			176'568	11.8%
S/S/S/S	0 - - - - 0 + 0 - - - - 0		9	117'386	7.9%
S/S/S	Non-cohérent			82'937	5.6%
S/S/Ta	Non-cohérent			78'996	5.3%
S/S/S	0 - - - - 0 + - - 0 - -		10	72'194	4.8%
S/Ta	0 - - - - 00		8	58'024	3.9%
S/Ta/S/S	0 - - - - 00 + 0 - - - - 0		9	50'858	3.4%
Ta/Ta	00 - - - 00		8	45'385	3.0%
S/S/S/S	0 - - - - 0 + - - - - 0 - 0		10	32'915	2.2%
S/S/Ta	0 - - - - 0 + - - - 00 - -		9	22'887	1.5%
S/S/Tr	Non-cohérent			20'661	1.4%
Ta/Tr	00 - - 000		Non-classé (8)	17'359	1.2%
S/Ta/Ta	0 - - - - 00 + - - - 00 - -		9	14'162	0.9%
S/S	0 - - - - 0		1	12'765	0.9%
S/Ta	0 - - - - 00		1	7'665	0.5%
S/S/S/Ta	0 - - - - 0 + 0 - - - 00		9	904	0.1%

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

4 Modèle selon norme SN 640 320

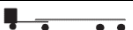
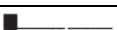
Documents de référence : [1] [2] [6] [12]

4.1 Répartition entre les voies de circulation

Répartition entre les voies de circulation					
Configuration	Direction 1 : St-Gall		Direction 2 : Zürich		Sur la base de :
	1	2	2	1	
2x2 voies	52.9%	1.4%	2.0%	43.8%	Nombre de détections
	50.8%	0.7%	1.0%	47.5%	Masse totale
	47.5%	0.3%	0.4%	51.8%	Trafic pondéral équivalent total W

Légendes : 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 : St-Gall	Direction 2 : Zürich	Norme 2019	Direction 1 : St-Gall	Direction 2 : Zürich	Norme 2019
	0.78	0.82	0.7	0.73	0.79	0.6
	1.20	1.36	1.4	1.64	1.90	2.1
	1.07	1.92	1.5	1.88	3.47	2.7
	2.70	3.31	1.9	6.32	7.97	3.0
	1.06	1.32	0.5	0.96	1.26	0.5
	1.05	2.15	1.7	0.94	2.14	1.8
	1.19	1.18	1.7	1.26	1.23	1.8
	1.81	2.12	1.8	2.31	2.61	2.2
	1.27	2.00	2.0	1.18	1.98	2.2
	1.46	1.65	2.0	1.54	1.76	1.9
	2.68	2.46	1.7	3.04	2.80	1.6
	1.99	2.04	1.7	2.47	2.53	1.6
	1.17	1.69	1.3	1.62	2.50	1.0
	1.51	1.82	2.5	1.53	1.89	2.6
	0.81	1.19	1.2	1.04	1.75	0.9

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 : St-Gall	Direction 2 : Zürich	Norme 2019	Direction 1 : St-Gall	Direction 2 : Zürich	Norme 2019
1 : Bus, car	1.27	1.54	2.3	1.42	1.80	2.3
8 : Camion	0.92	1.09	0.9	1.12	1.41	1.0
9 : Train routier	1.45	1.94	1.9	1.58	2.14	2.0
10 : Véhicule articulé	1.49	1.63	1.7	1.76	1.86	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 : St-Gall	Direction 2 : Zürich	Norme 2019	Direction 1 : St-Gall	Direction 2 : Zürich	Norme 2019
Silhouettes (2-6 axes)	1.04	1.35	1.6	1.26	1.66	1.7
	99.0%	98.6%		99.0%	98.6%	
Catégories	1.32	1.55		1.54	1.80	
	68.4%	74.8%		68.4%	74.8%	
Classes	1.30	1.57		1.54	1.89	
	65.9%	73.2%		65.9%	73.2%	

4.5 Classe de trafic pondéral équivalent actuelle selon SN 640 324

Chaussées souples et semi-rigides

Direction 1 : St-Gall

$$TF_0 = \frac{811'730 \text{ PL}}{365 \text{ jours}} \cdot 1.04 \cdot \frac{47.5\%}{47.8\%} = 2'229 \text{ ESAL/jour} \rightarrow \text{Trafic de classe T5 : Très lourd}$$

Direction 2 : Zürich

$$TF_0 = \frac{679'072 \text{ PL}}{362 \text{ jours}} \cdot 1.35 \cdot \frac{51.8\%}{52.2\%} = 2'505 \text{ ESAL/jour} \rightarrow \text{Trafic de classe T5 : Très lourd}$$

Chaussées rigides et combinées

Direction 1 : St-Gall

$$TF_0 = \frac{811'730 \text{ PL}}{365 \text{ jours}} \cdot 1.26 \cdot \frac{47.5\%}{47.8\%} = 2'776 \text{ ESAL/jour} \rightarrow \text{Trafic de classe T5 : Très lourd}$$

Direction 2 : Zürich

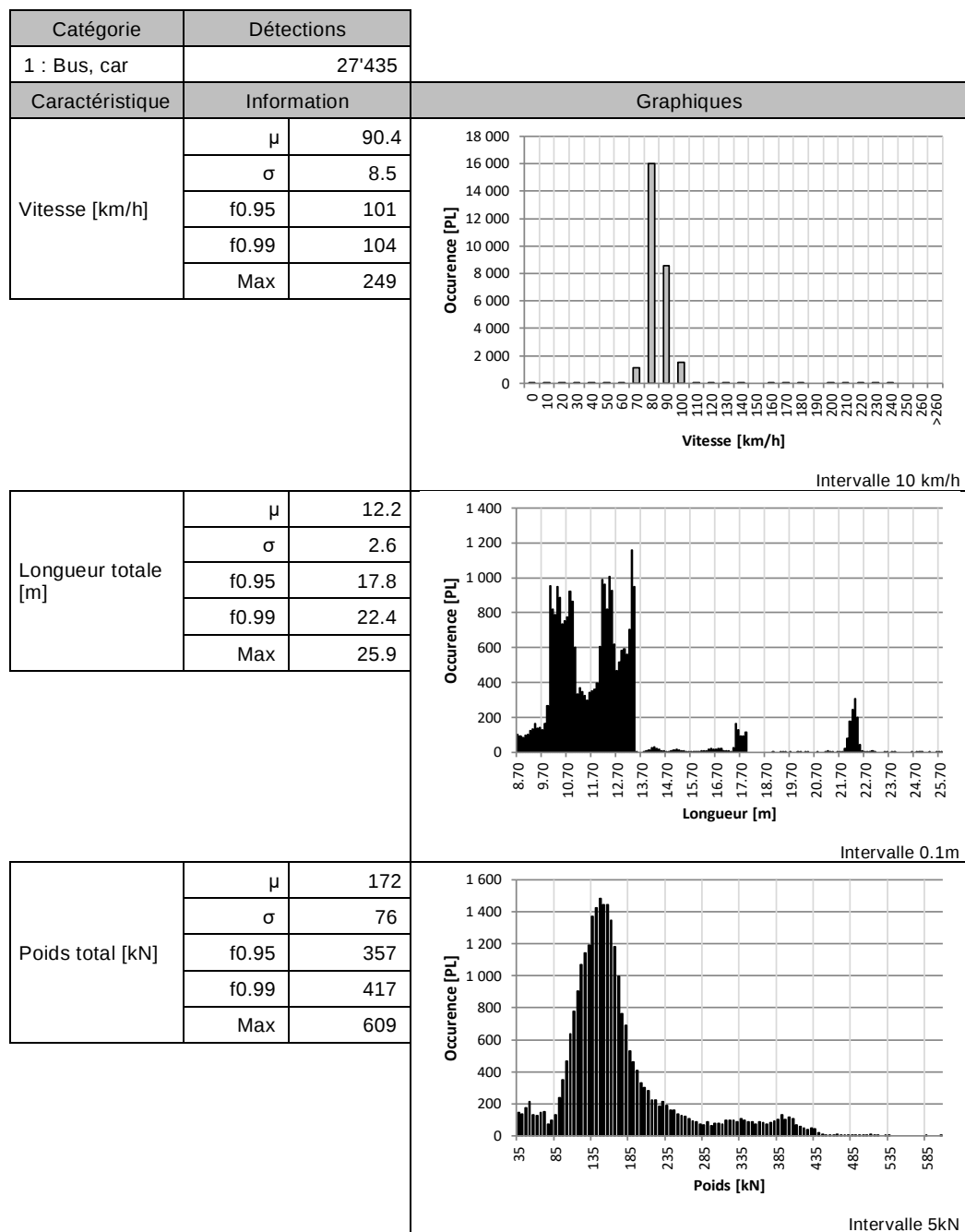
$$TF_0 = \frac{679'072 \text{ PL}}{362 \text{ jours}} \cdot 1.66 \cdot \frac{51.8\%}{52.2\%} = 3'092 \text{ ESAL/jour} \rightarrow \text{Trafic de classe T6 : Extr. lourd}$$

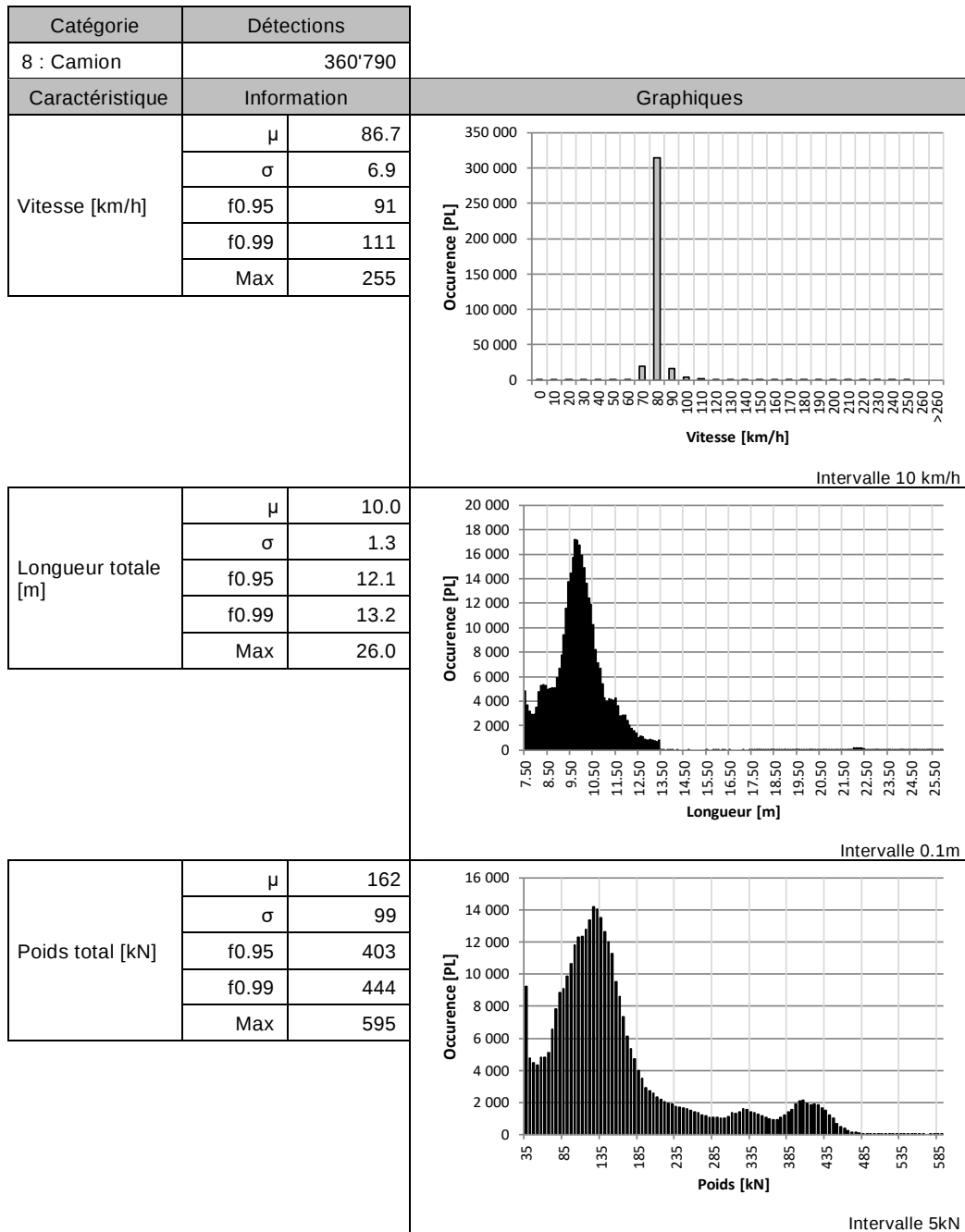
4.6 Tendance pour l'estimation du taux d'accroissement annuel

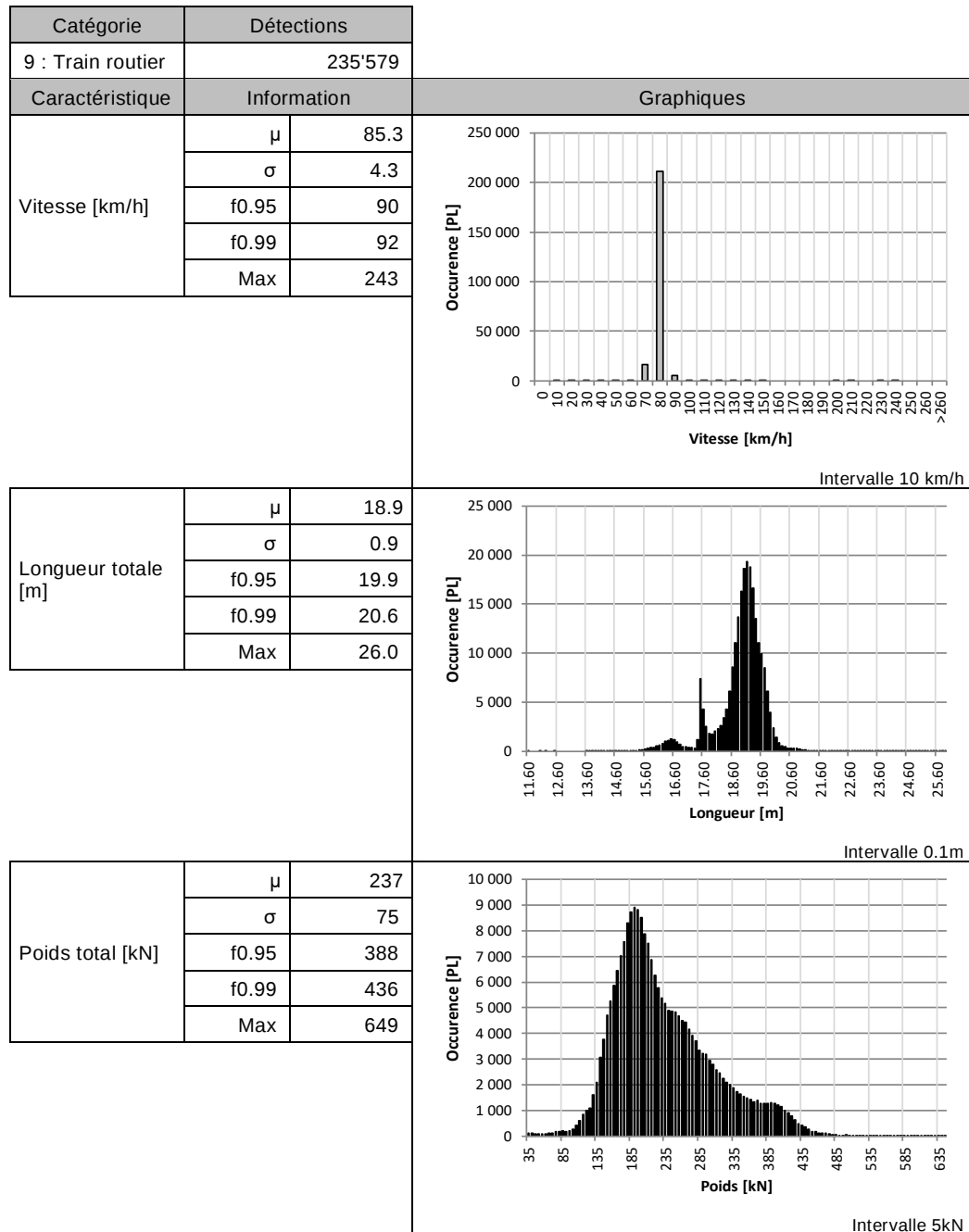
En raison de la situation sanitaire (COVID-19), les tendances ne sont pas analysées.

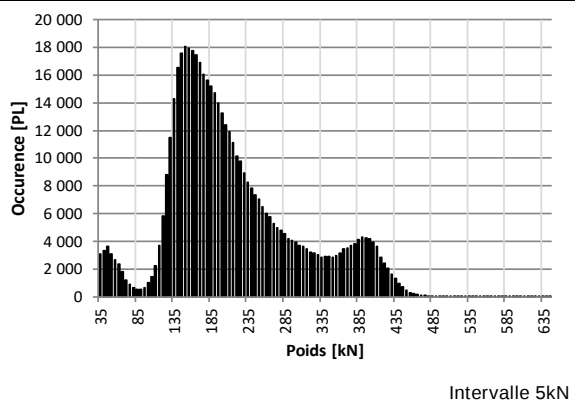
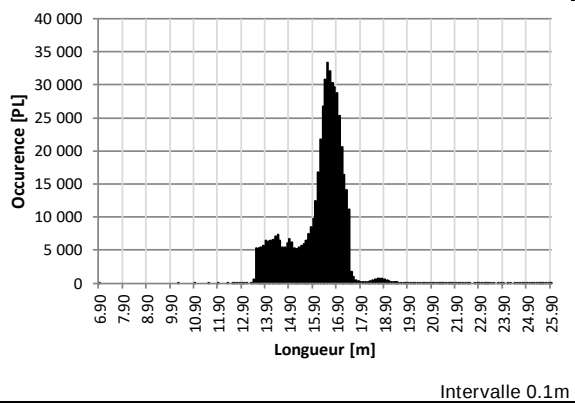
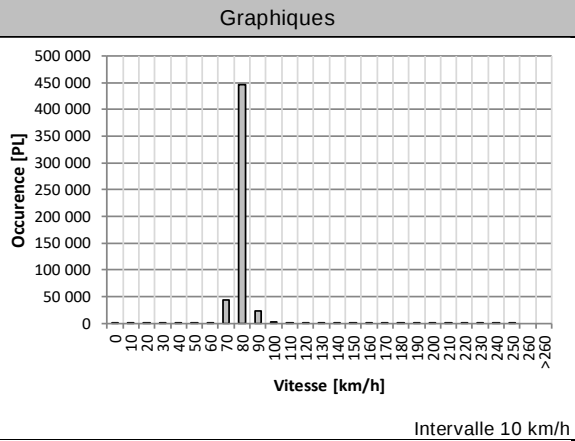
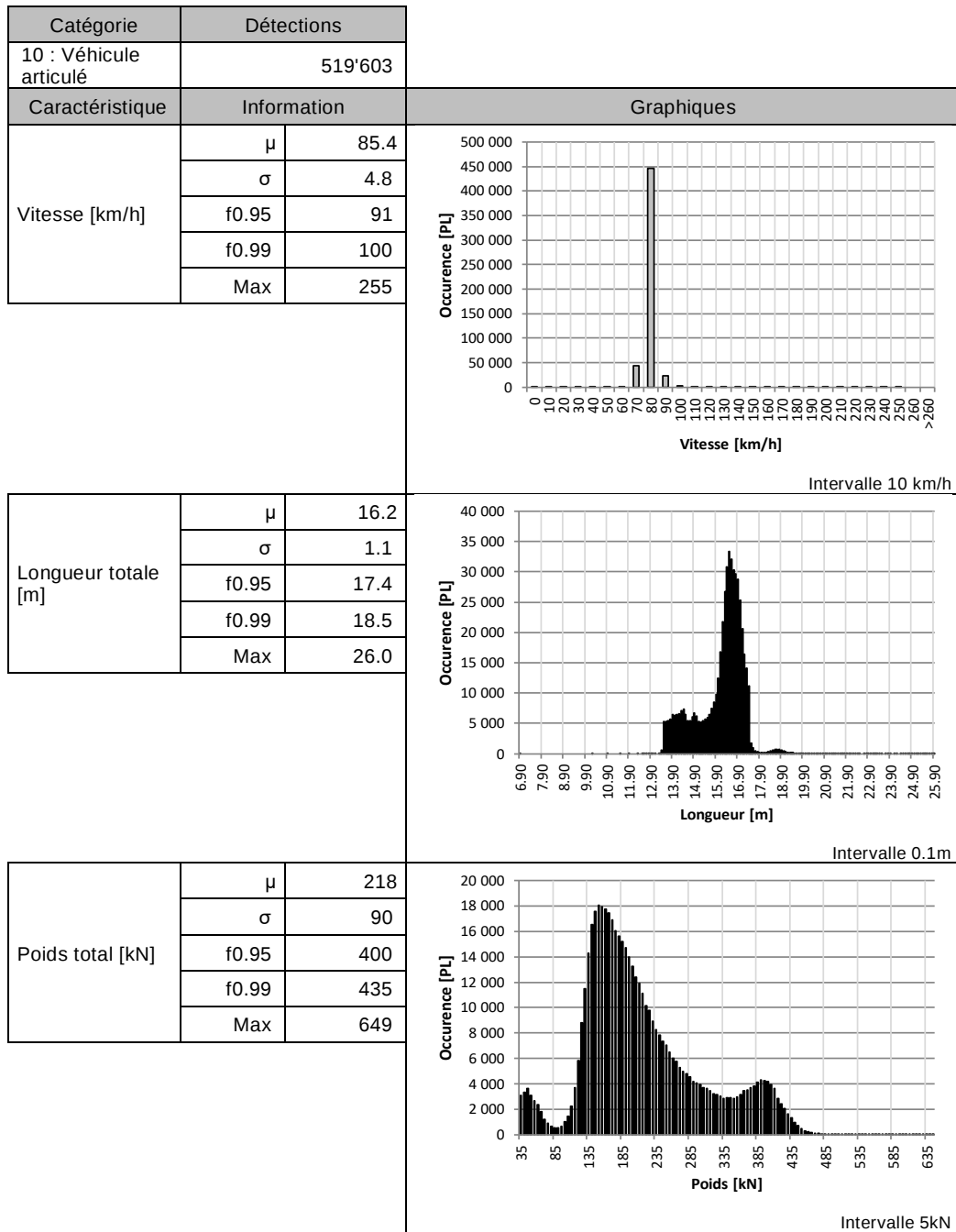
5 Caractéristiques des poids lourds

5.1 Caractéristiques des catégories de poids lourds



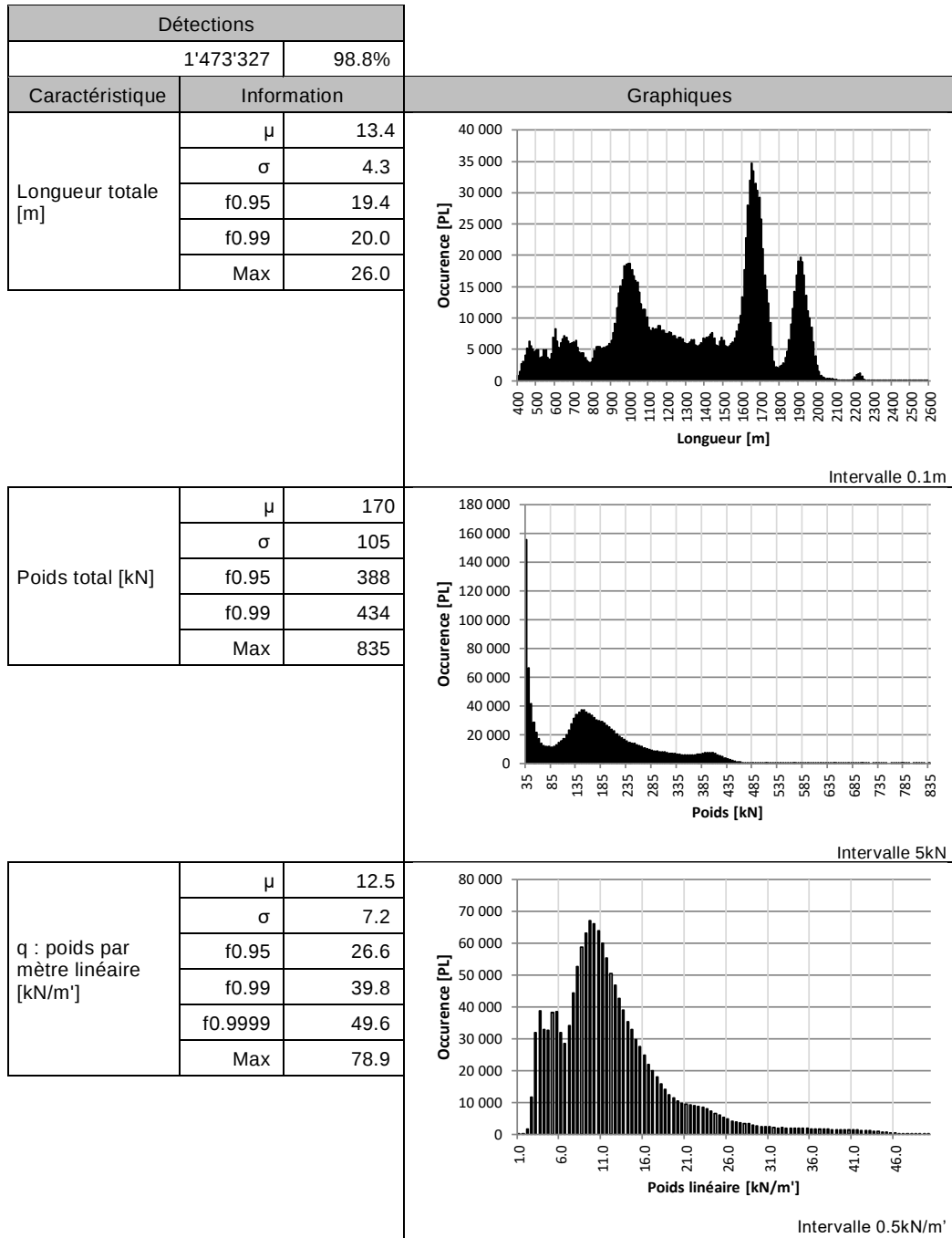


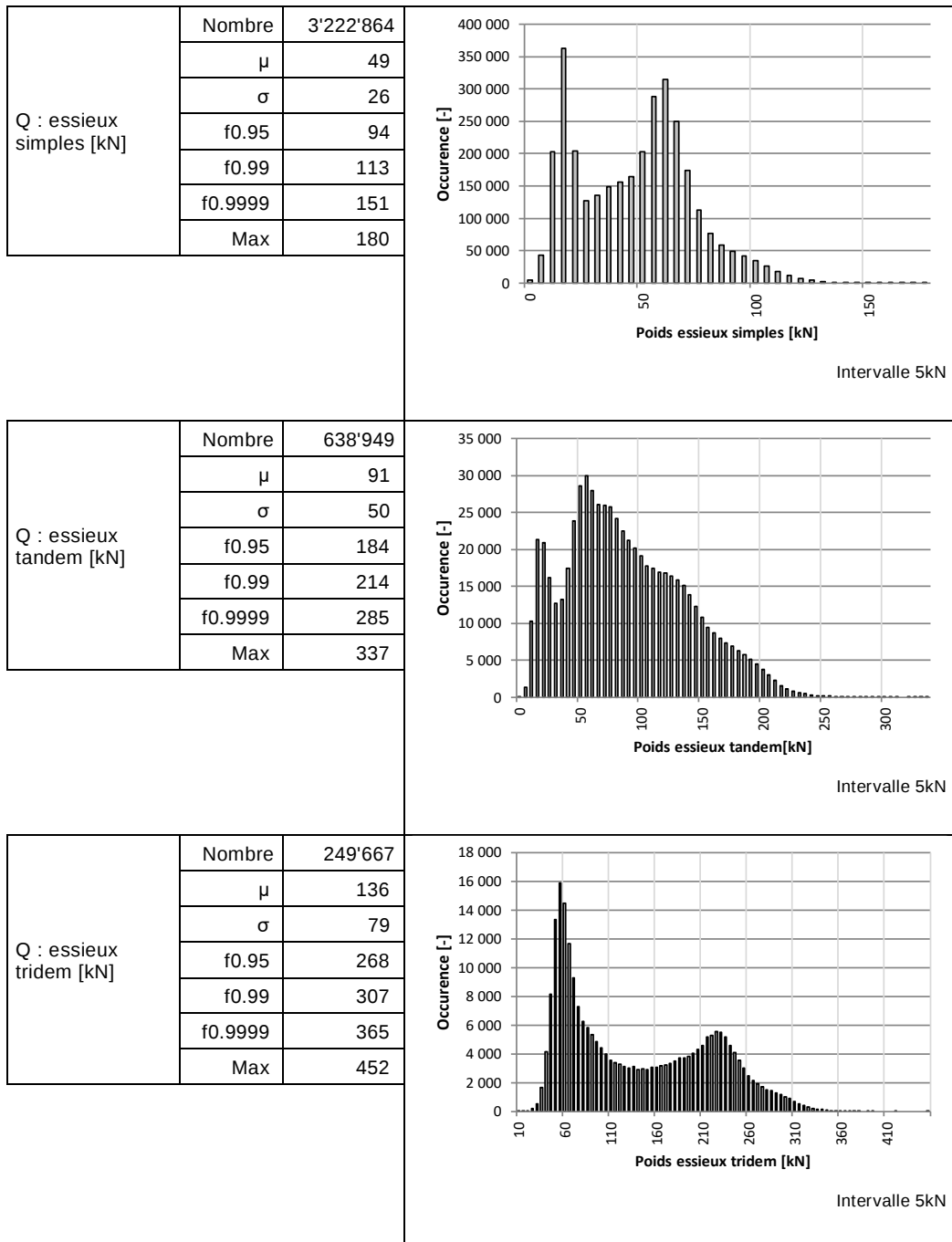




5.2 Caractéristiques globales de l'échantillon

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



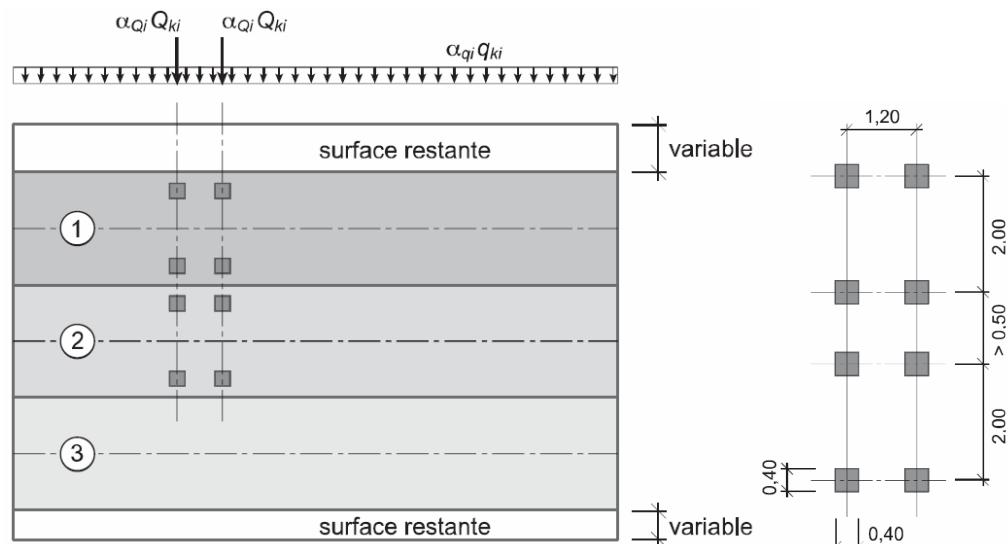


6 Modèle selon norme SIA 261

Document de référence : [3]

Les données considérées sont celles des silhouettes détectées de 2 à 6 axes, soit 98.8% 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	49	49	94	113	151
Tandem	91	50	184 (92)	214 (107)	285 (143)
Tridem	136	45	268 (89)	307 (102)	365 (122)

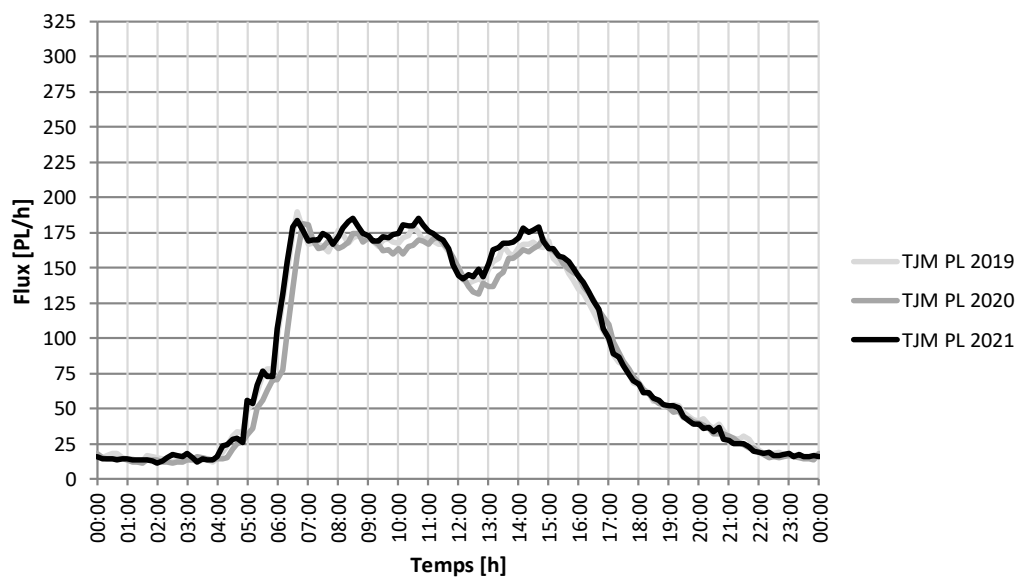
6.1.2 Charge répartie q

Charge répartie q				
Caractéristique	Charge moy.	f0.95	f0.99	f0.9999
Poids par mètre linéaire [kN/m]	12.5	26.6	39.8	49.6
Poids par surface (largeur 3 m) [kN/m²]	4.2	8.9	13.3	16.5

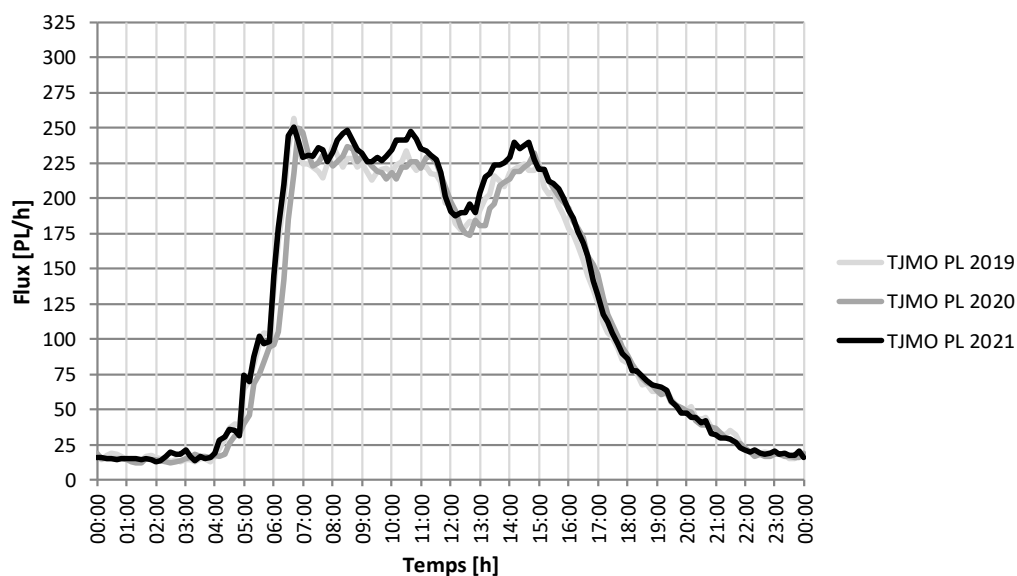
7 Tendances

7.1 Evolution de la répartition horaire annuelle

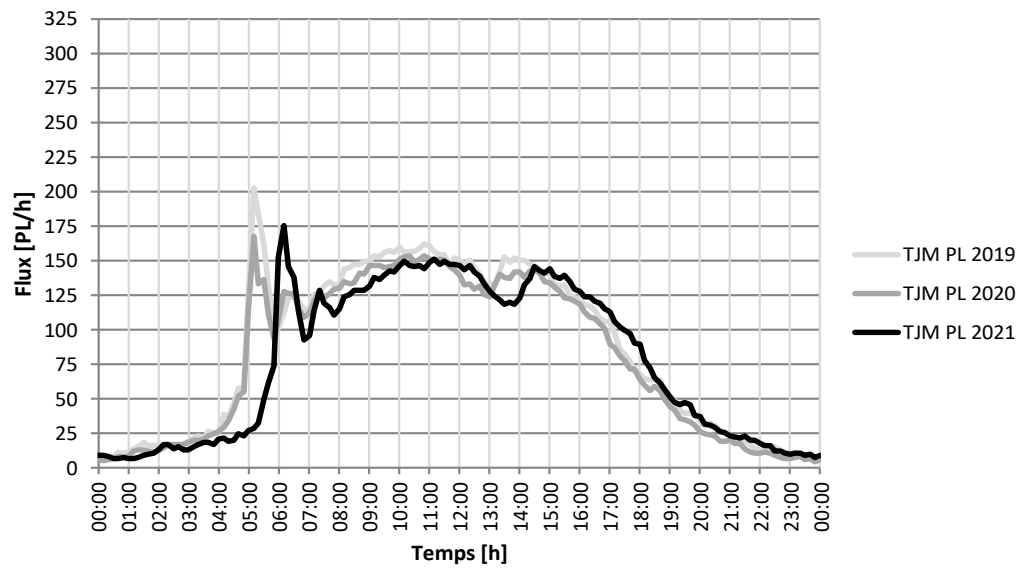
St-Gall



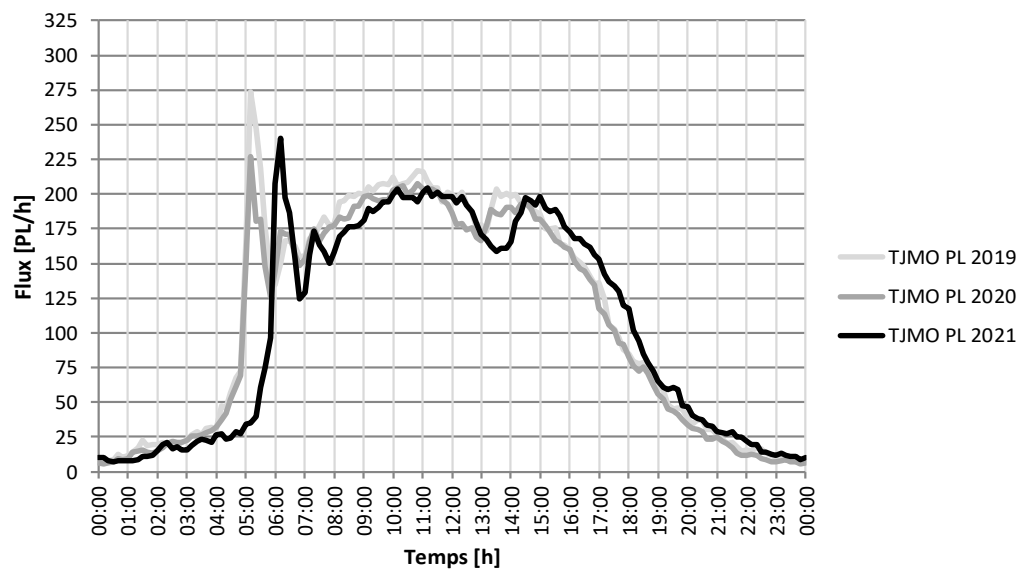
St-Gall



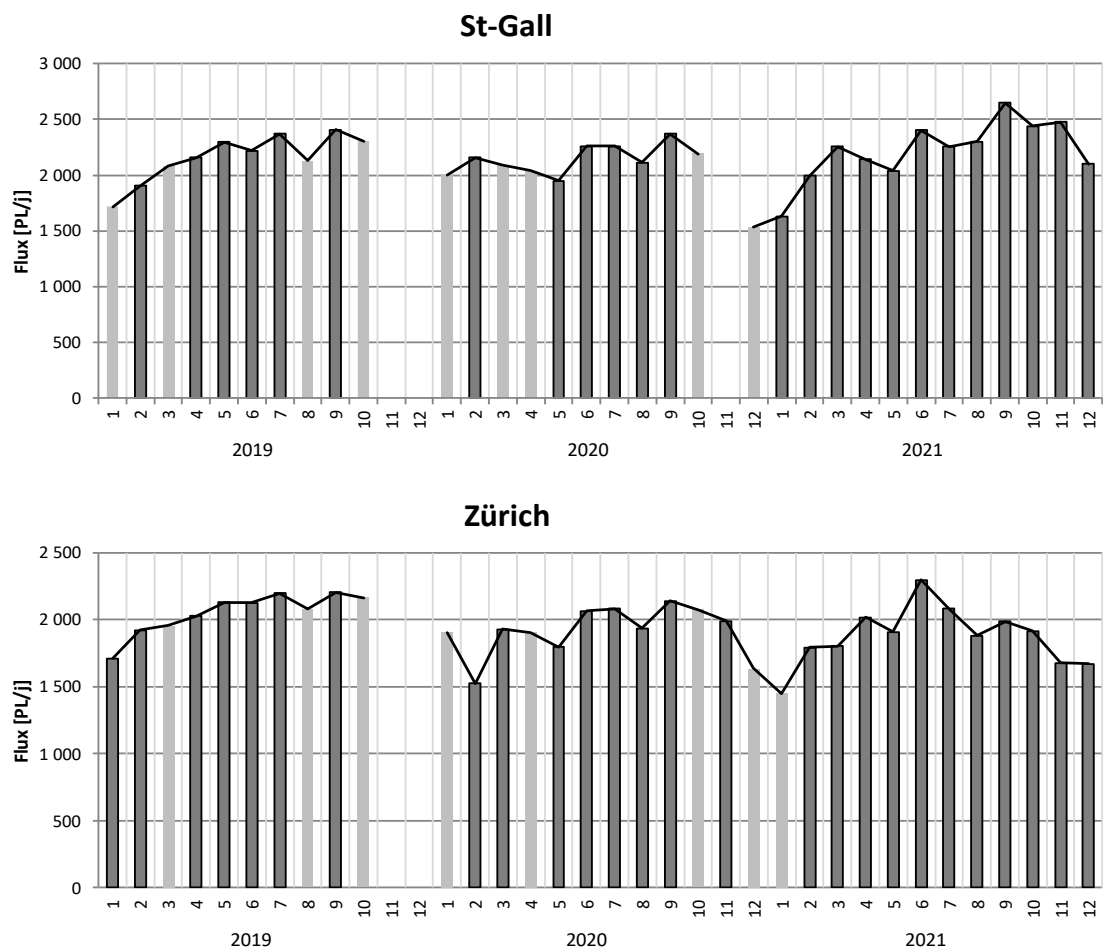
Zürich



Zürich



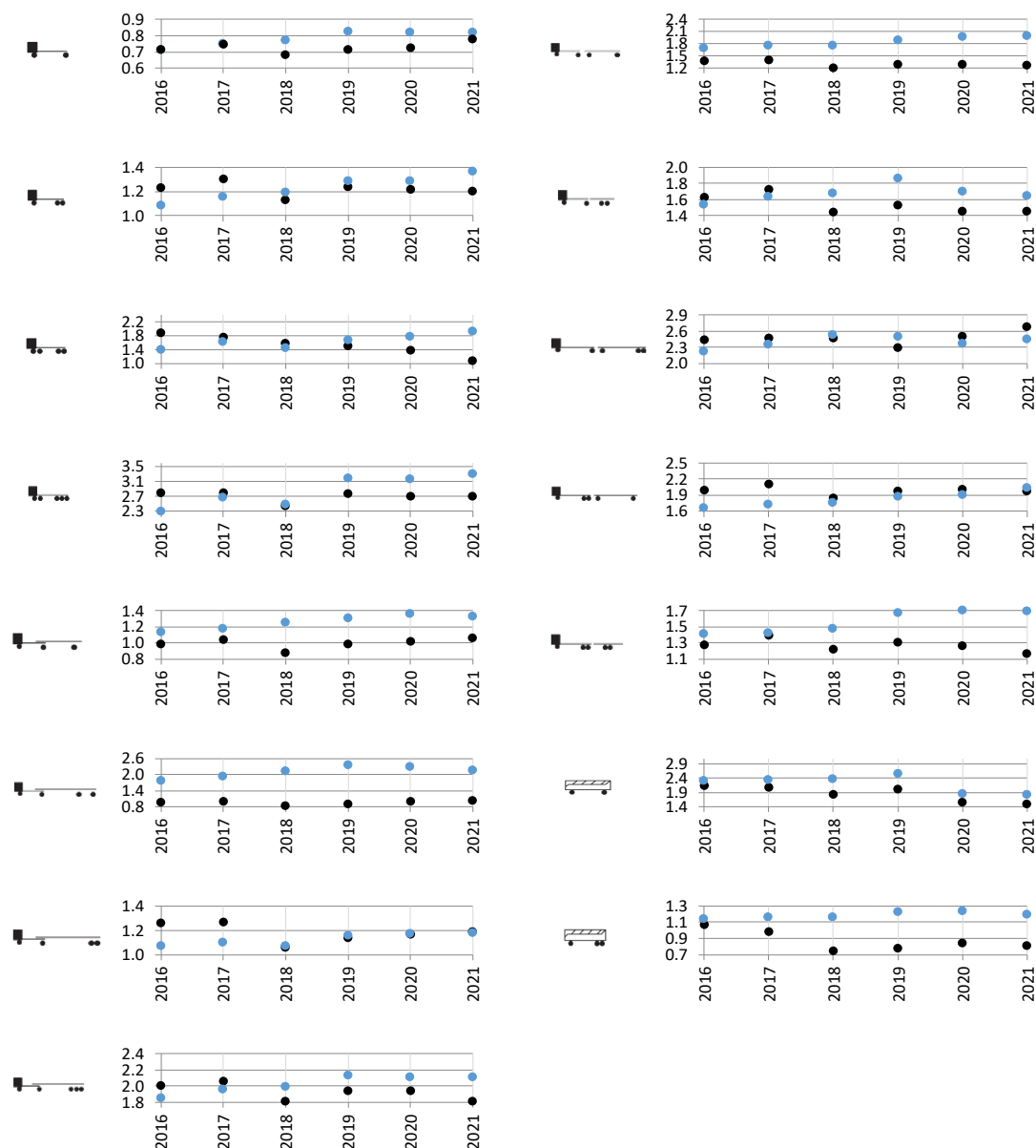
7.2 Evolution de la détection par mois



7.3 Evolution du modèle de la norme SN 640 320

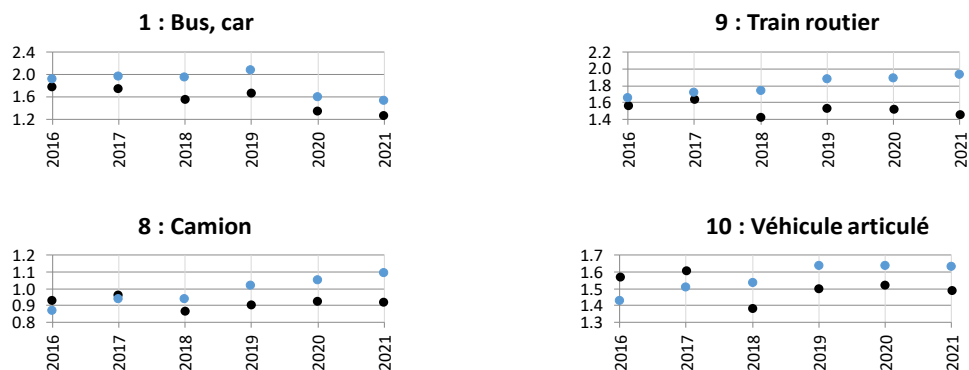
Sont considérées dans ce chapitre uniquement les chaussées souples et semi-rigides.

7.3.1 Evolution des facteurs d'équivalence par classes de véhicules



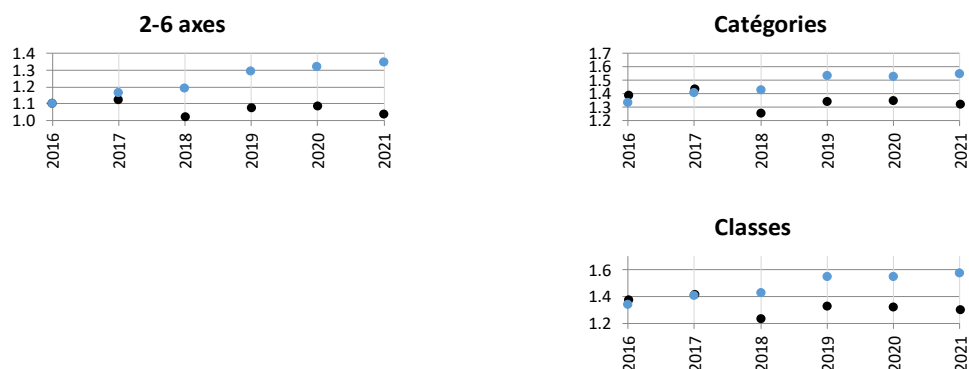
Noir : Direction St-Gall ; Bleu : Direction Zürich.

7.3.2 Evolution des facteurs d'équivalence par catégories de véhicules



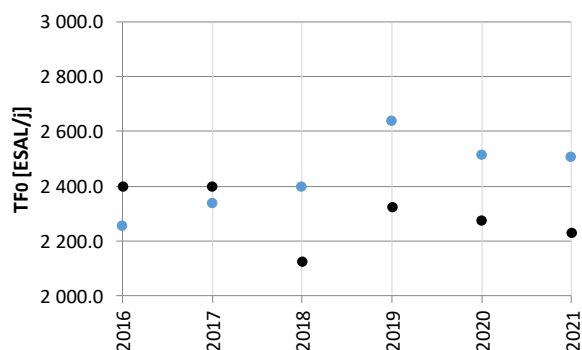
Noir : Direction St-Gall ; Bleu : Direction Zürich.

7.3.3 Evolution du facteur d'équivalence moyen



Noir : Direction St-Gall ; Bleu : Direction Zürich.

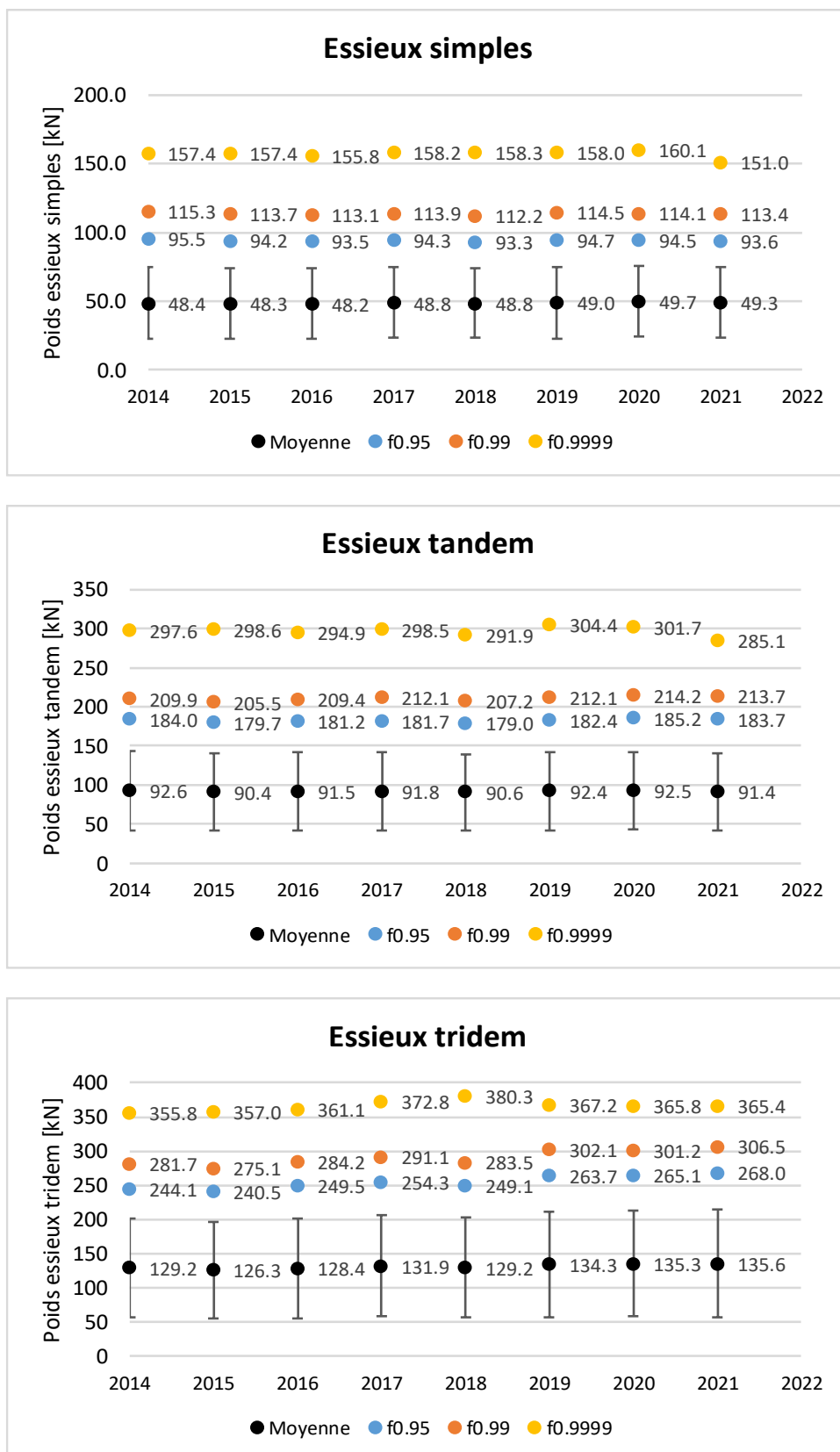
7.3.4 Evolution du trafic pondéral équivalent journalier



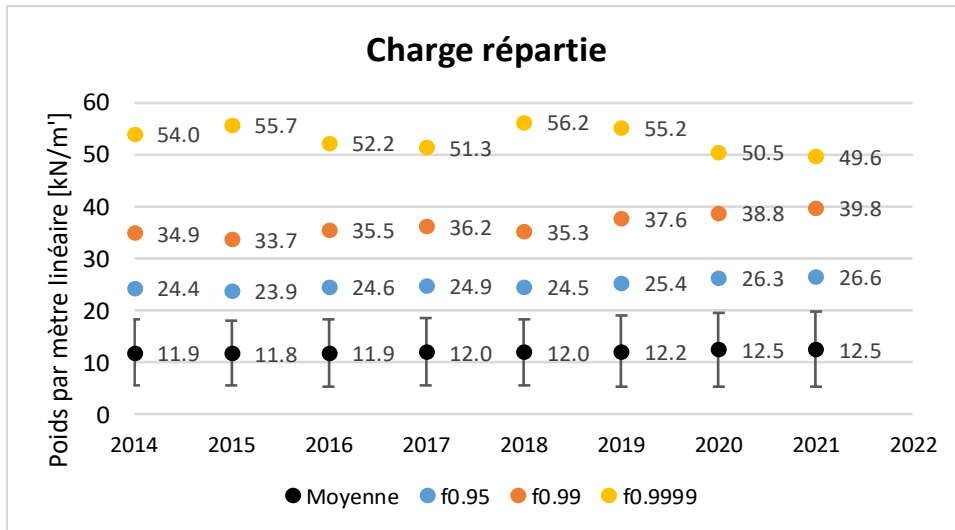
Noir : Direction St-Gall ; Bleu : Direction Zürich.

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 :	25.08.2021 – Direction St-Gall (voie 1) 25.08.2021 – Direction Zürich (voie 1)	
Facteurs de corrections relevés :	Direction St-Gall : 7.84 % Direction Zürich : 2.84%	
Application du facteur de correction :	Direction St-Gall : Oui Direction Zürich : Oui	
Niveau de confiance à la calibration :	Direction St-Gall : Très bon Direction Zürich : Très bon	
Données pouvant être utilisées pour référence :	Direction St-Gall : depuis sept. 2021 Direction Zürich : depuis sept. 2021	
Constations sur la base du traitement des données WIM		
Pertes de données :	0 / 3 jours	
Exclusions :	1.27%	
Cohérence globale des valeurs :	En ordre	
Cohérence des tendances de la station :	En ordre	
Classification SWISS10, VT $\geq$ 3.5 to :	23.3%	
Silhouettes incohérentes :	28.4% dont 26.2% potentiellement dus à la classification SWISS10 2.2% d'autres incohérences	
Propositions		
La confiance dans les données de la station est satisfaisante. 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 (Mars 2019), « **Dimensionnement de la structure des chaussées – Trafic pondéral équivalent** », *VSS 40 320*.
- [2] Association suisse des professionnels de la route et des transports VSS (Mars 2019), « **Dimensionnement de la structure des chaussées – Sol de fondation et chaussée** », *VSS 40 324*.
- [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 V1.06.

Documentation

- [5] M.-A. Fénart, Prof. A.-G. Dumont (LAVOC-EPFL), L. D'Angelo, Prof. A. Nussbamer (ICOM-EPFL) (2017) « **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, Rapport n° 685*.
- [6] M.-A. Fénart, M. Ould-Henia, M. Delaby (2017) « **Actualisation des facteurs d'équivalence de la norme SN640320** », Office fédéral des routes OFROU, *Projet de recherche VSS 2015/411, Rapport n° 1606*.
- [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.