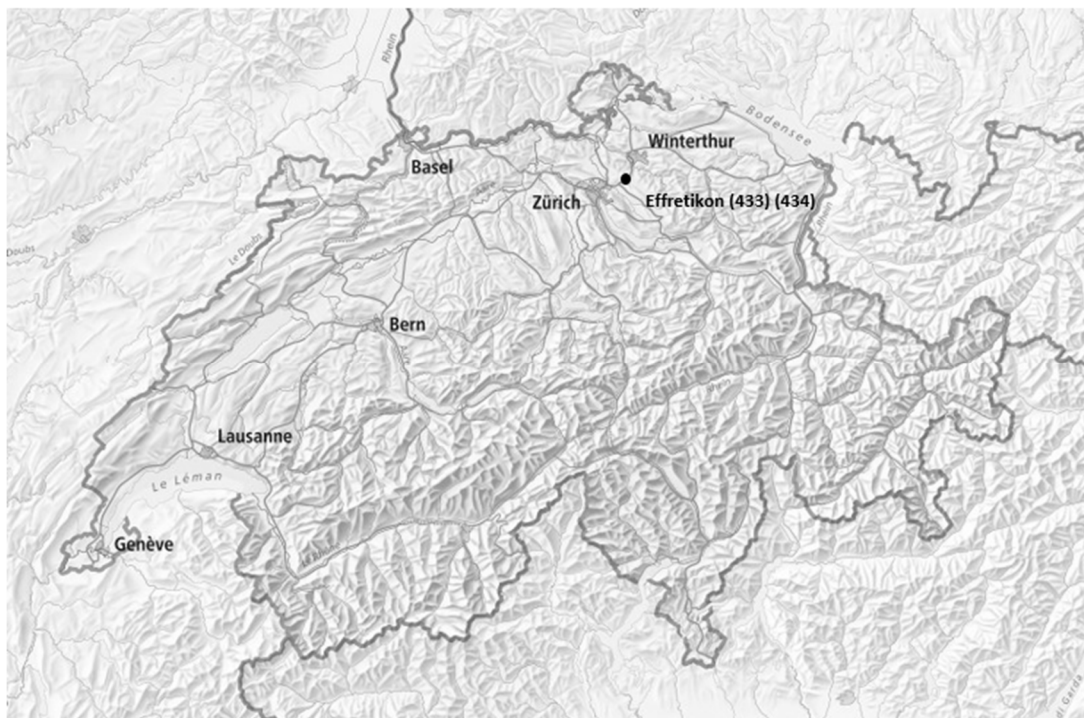




Effretikon - 2022

Evaluation et traitement des données WIM



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_2022_433_434

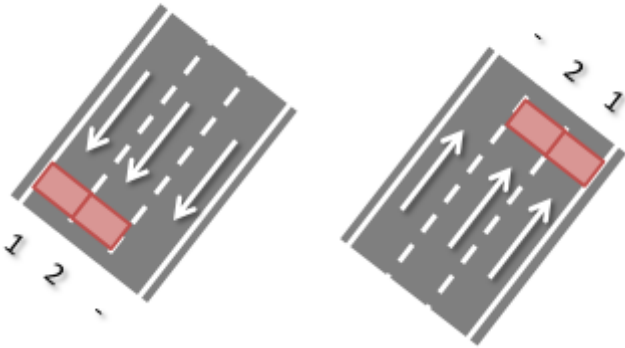
Version 1

Créé le 30.10.2023 – 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 VSS 40 320	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 VSS 40 324	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	Niveau de confiance	22
	Bibliographie	23

1 Fiche de station

Station	Canton	RN	N° ASTRA	Filiale	UT	Directions	Voies
Effretikon	ZH	A1	433 / 434	F4	VII	2	2x3
Situation							
434 : Direction Zürich 433 : Direction Winterthur 							
Enregistrements							
Type de fichiers :	Fichiers journaliers						
Format de fichiers :	NoASTRAANNEEMOISJOUR.extension						
Extension de fichiers :	*.V00, *.V01, *.V02, *.V03						
Filtre poids véhicules :	> 2994 kg						
Classification SWISS :	SWISS10						

Fichier de données	
Fichiers journaliers manquants	24.10.2022 – 25.10.2022 (433) 24.10.2022 – 25.10.2022 (434) 27.10.2022 – 01.11.2022 (433) 27.10.2022 – 01.11.2022 (434) 18.12.2022 (433)
Perte potentielle de données	09.06.2022 – 02:51 à 06:28 (433) 21.10.2022 – 01:54 à 03:00 (434) 17.12.2022 – 00:51 à 00:00 (433) 19.12.2022 – 00:00 à 15:45 (433) 24.12.2022 – 01:57 à 02:00 (434)
<i>Evènements particuliers</i>	
<i>Décisions</i>	
<i>Concaténation</i>	
Nom de fichiers :	2022_433_concat.log ; 2022_434_concat.log ;
Nombre d'enregistrements :	2'966'108 (433) ; 1'874'711 (434)
Nombre de jours effectifs :	354.2 (433) ; 357.0 (434)

2 Intégrité des données

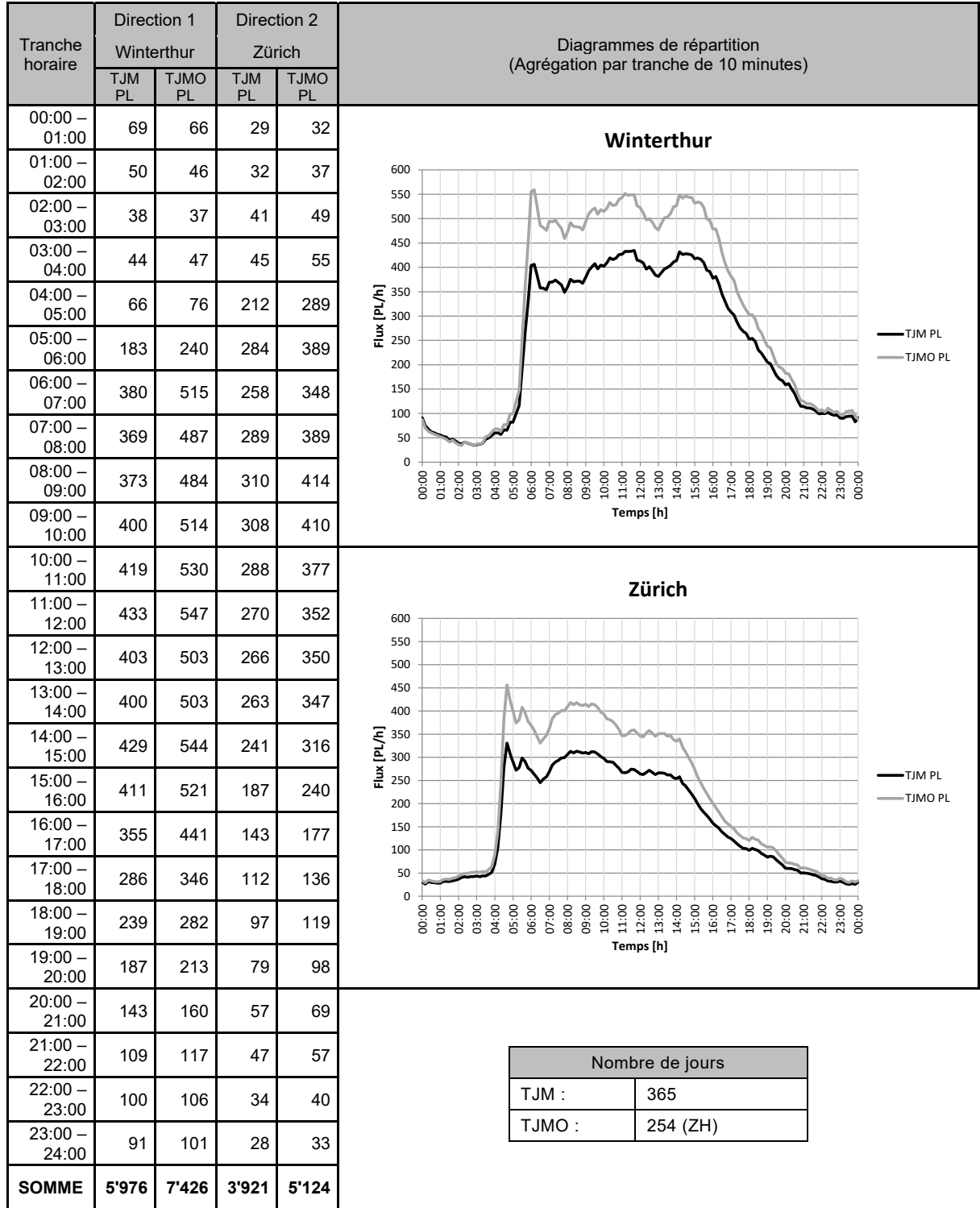
Documents de référence : [5] [6] [7] [8] [9] [10] [11]

Filtre des données (démarche pas à pas)	
1)	Véhicules de moins de 3.5 tonnes (1'105'007 enregistrements).
2)	2'297'624 enregistrements direction D1 (433). 1'261 enregistrements direction D2 (433). 1'436'065 enregistrements direction D1 (434). 862 enregistrements direction D2 (434).
3)	Longueur totale nulle (1'505 enregistrements).
4)	Longueur totale supérieure à 26.00m (134'758 enregistrements).
5)	Poids nul sur un des axes (349 enregistrements).
6)	Entraxe inférieur à 60cm (57'985 enregistrements).
7)	Poids total supérieur à 65 tonnes (6'120 enregistrements, hors grues mobiles).
8)	Poids sur un axe supérieur à 18 tonnes (4'234 enregistrements, hors grues mobiles).
9)	Longueur totale inférieure à 4.00m (12'354 enregistrements).
<i>Décisions</i>	
1)	Exclusion (2022_433_434_u3500.log).
2)	Exclusion des enregistrements direction D2.
3)	Exclusion.
4)	Exclusion.
5)	Exclusion.
6)	Exclusion.
7)	Exclusion.
8)	Exclusion.
9)	Exclusion.
<i>Fichiers</i>	
Nom de fichier de traitement statistique :	2022_433_434.log
Nombre d'enregistrements :	3'516'384
Nom de fichier d'exclusions :	2022_433_434_exclus.log
Nombre d'enregistrements :	219'428

Sur un total de 4'840'819 enregistrements, 1'105'007 ont été séparés en raison de leur appartenance aux véhicules légers (< 3.5 tonnes) et 219'428 enregistrements (5.87%) ont été exclus du jeu de données de base en raison d'incohérences potentielles de données.

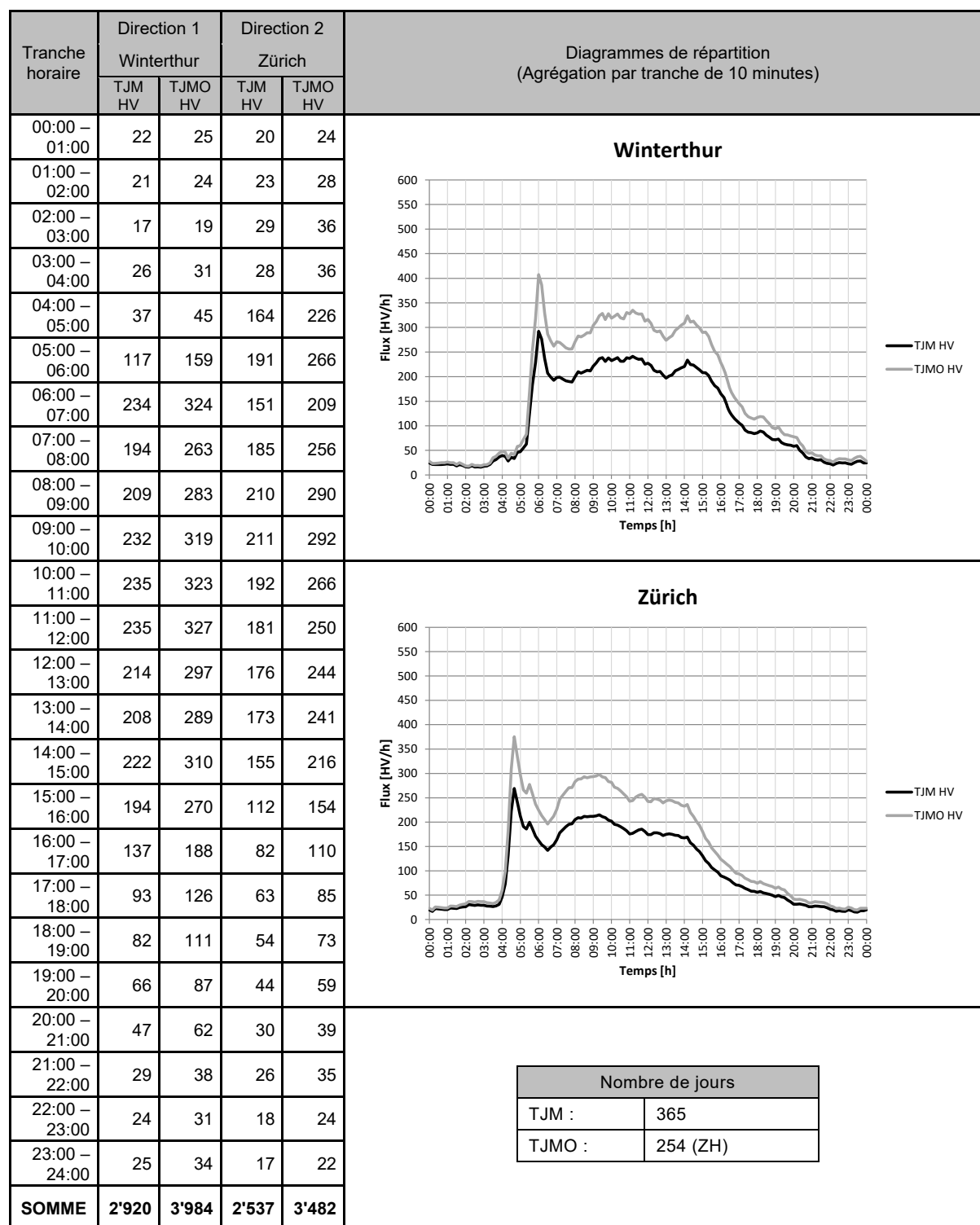
3 Traitements statistiques

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)

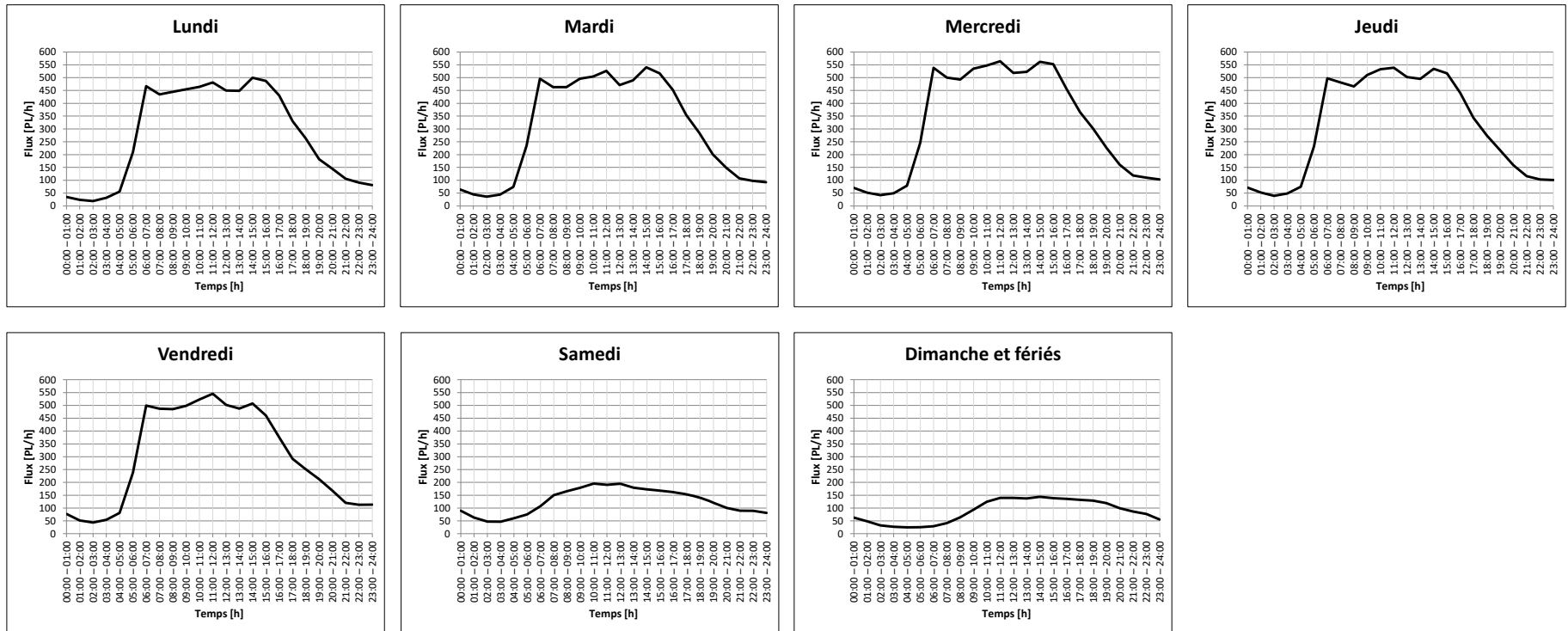


Remarque : Le calcul des répartitions horaires prend en compte l'intégrité des données (jours manquants et pertes de données).

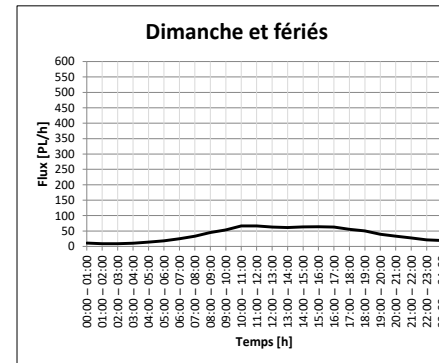
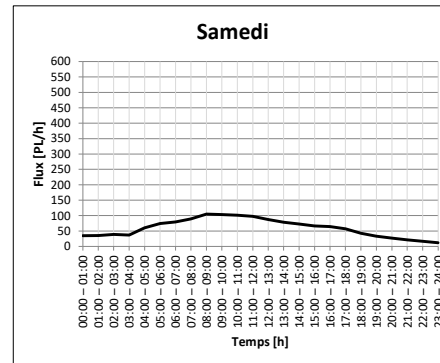
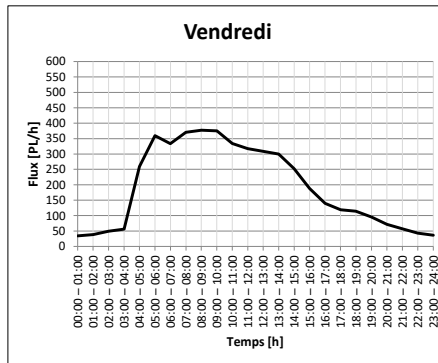
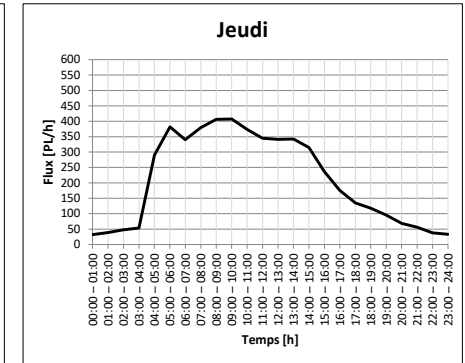
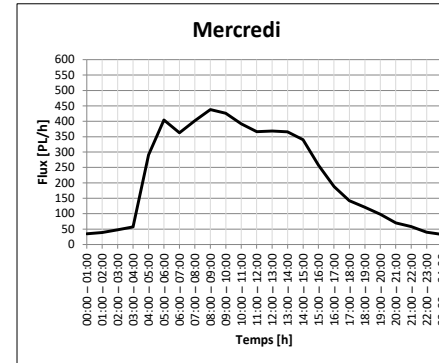
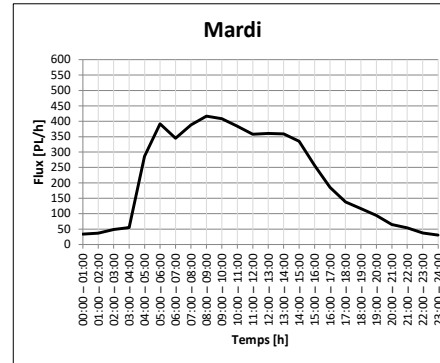
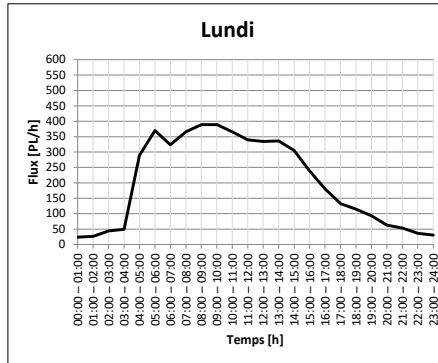
3.3 Répartition horaire journalière

Jours	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche et fériés
Nombre (ZH)	48	52	52	51	51	52	59

Direction 1 : Winterthur (Agrégation par heure)



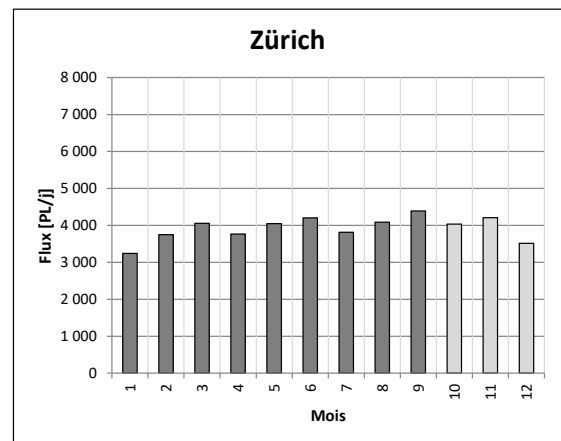
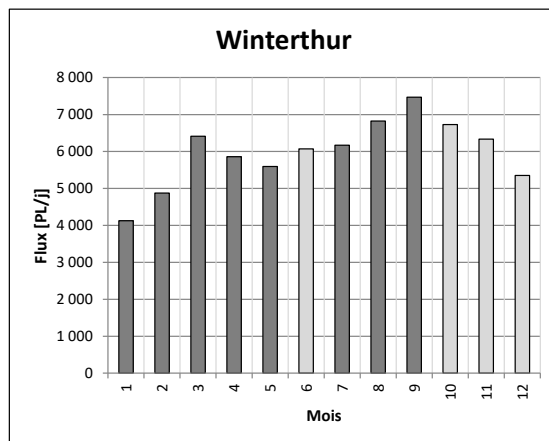
Direction 2 : Zürich (Agrégation par heure)



3.4 Détection de véhicules

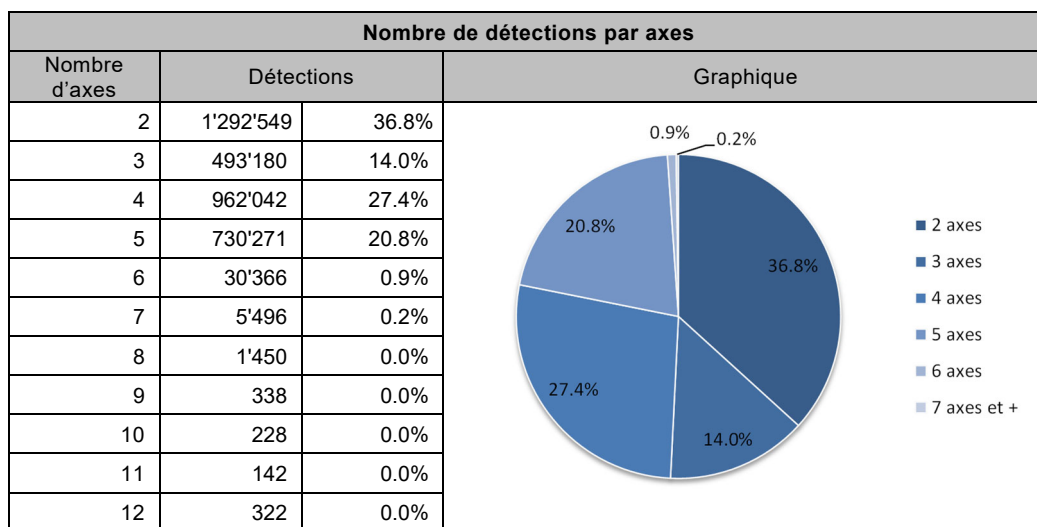
3.4.1 Par mois

Nombre de détections par mois		
Mois	Direction 1 : Winterthur	Direction 2 : Zürich
Janvier	127'860	100'389
Février	136'489	104'874
Mars	198'715	125'609
Avril	175'618	112'959
Mai	173'278	125'507
Juin	181'137	125'997
Juillet	191'130	118'091
Août	211'529	126'707
Septembre	224'033	131'655
Octobre	161'513	96'830
Novembre	183'610	122'077
Décembre	151'817	108'960



Remarque : Le calcul des répartitions mensuelles prend en compte l'intégrité des données (jours manquants et pertes de données). Mois juin (433), octobre, novembre et décembre : valeurs de détections non estimées, valeurs journalières estimées.

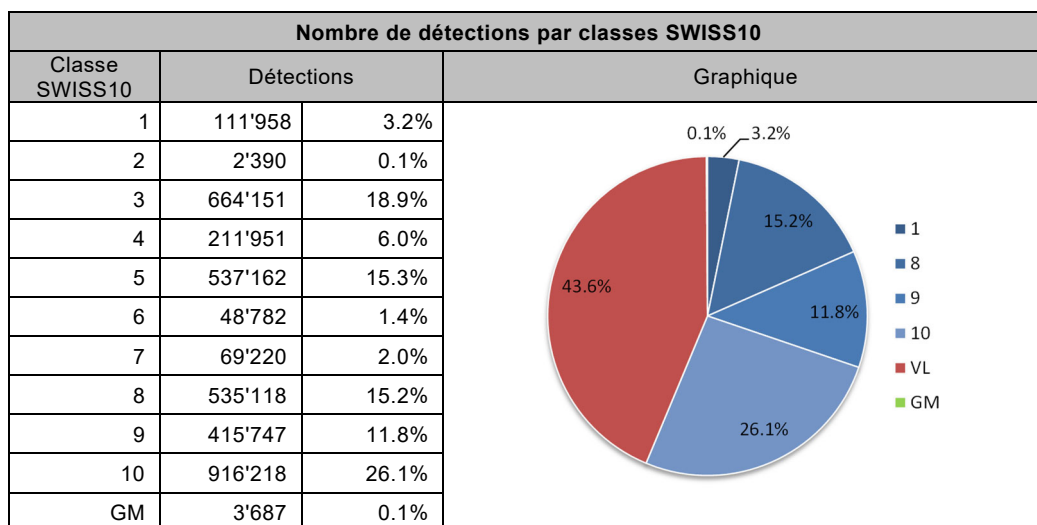
3.4.2 Par nombre d'axes



3.4.3 Par classes SWISS10

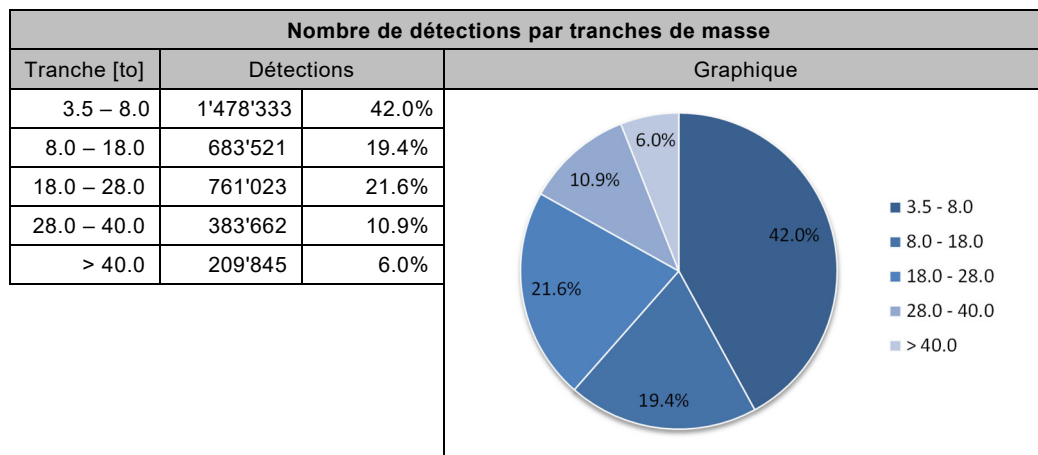
Classes de véhicules Swiss 10 [4]

Saisie des classes selon le schéma «Swiss 10 »	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		



On constate que 1'533'656 enregistrements (classes 2 à 7, 43.6%) 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	<i>Non-cohérent</i>			906'191	25.8%
S/S/Tr	0 - - - - 0 + - - - - 000		10	418'222	11.9%
S/S	0 - - - - 0		8	316'890	9.0%
S/S/Ta	0 - - - - 0 + - - - - 00		10	315'566	9.0%
S/S/Ta	<i>Non-cohérent</i>			224'321	6.4%
S/S/S	<i>Non-cohérent</i>			206'062	5.9%
S/S/S/S	0 - - - - 0 + 0 - - - - 0		9	157'292	4.5%
S/Ta/S/S	0 - - - - 00 + 0 - - - - 0		9	107'045	3.0%
S/S/S	0 - - - - 0 + - - 0 - -		10	92'532	2.6%
S/Ta	0 - - - - 00		8	66'808	1.9%
S/S	0 - - - - 0		1	66'371	1.9%
S/S/Ta	0 - - - - 0 + - - - 00 - -		9	56'577	1.6%
S/S/Tr	<i>Non-cohérent</i>			44'199	1.3%
Ta/Ta	00 - - - 00		8	42'299	1.2%
S/Ta	<i>Non-cohérent</i>			39'061	1.1%
S/Ta/S	<i>Non-cohérent</i>			37'317	1.1%
S/Ta/Ta	0 - - - - 00 + - - - 00 - -		9	36'004	1.0%
S/S/S/S	<i>Non-cohérent</i>			35'203	1.0%
Autres silhouettes selon VSS 40 320					
S/Ta	0 - - - - 00		1	20'724	0.6%
Ta/Tr	00 - - 000		Non-classé (8)	20'118	0.6%
S/S/S/S	0 - - - - 0 + - - - - 0 - 0		10	15'910	0.5%
S/S/S/Ta	0 - - - - 0 + 0 - - - - 00		9	2'422	0.1%

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

4 Modèle selon norme VSS 40 320
















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

4.1 Répartition entre les voies de circulation

Répartition entre les voies de circulation							
Configuration	Direction 1 : Winterthur			Direction 2 : Zürich			Sur la base de :
	1	2	3	3	2	1	
2x3 voies	47.1%	13.3%	NI	NI	4.9%	34.7%	Nombre de détections
	48.9%	7.0%	NI	NI	2.8%	41.2%	Masse totale
	55.0%	5.9%	NI	NI	1.7%	37.3%	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 : Winterthur	Direction 2 : Zürich	Norme 2022	Direction 1 : Winterthur	Direction 2 : Zürich	Norme 2022
	1.33	0.76	0.8	1.34	0.73	0.7
	2.12	1.48	1.3	4.05	2.06	1.7
	2.50	1.47	1.7	4.53	2.58	3.0
	3.90	3.08	2.3	9.29	7.32	5.4
	2.94	2.14	1.7	3.02	2.13	1.6
	3.51	2.19	2.1	4.01	2.42	2.3
	4.61	2.94	2.0	5.15	3.28	2.5
	3.38	2.25	2.0	4.40	2.79	2.5
	2.52	1.81	1.4	3.85	2.68	2.0
	2.15	1.68	1.2	2.13	1.62	1.1
	2.86	2.32	1.3	2.95	2.36	1.3
	2.18	1.55	1.3	2.45	1.70	1.3
	3.70	2.82	2.4	4.82	3.62	3.0
	2.42	2.22	2.5	2.54	2.35	2.6
	1.65	1.18	1.1	2.29	1.61	1.4

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 : Winterthur	Direction 2 : Zürich	Norme 2022	Direction 1 : Winterthur	Direction 2 : Zürich	Norme 2022
1 : Bus, car	2.20	1.89	2.1	2.48	2.11	2.3
8 : Camion	1.61	0.95	0.9	2.01	1.13	1.1
9 : Train routier	3.09	2.16	1.8	3.62	2.48	2.0
10 : Véhicule articulé	2.99	2.22	1.9	3.71	2.69	2.3

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 : Winterthur	Direction 2 : Zürich	Norme 2022	Direction 1 : Winterthur	Direction 2 : Zürich	Norme 2022
Silhouettes (2-6 axes)	1.43	1.39	1.8	1.78	1.71	2.1
	98.4%	99.2%		98.4%	99.2%	
Catégories	2.67	1.85		3.26	2.20	
	41.6%	67.6%		41.6%	67.6%	
Classes	2.68	1.84		3.29	2.22	
	40.0%	65.1%		40.0%	65.1%	

4.5 Classe de trafic pondéral équivalent actuelle selon VSS 40 324

Chaussées souples et semi-rigides

Direction 1 : Winterthur

$$TF_0 = \frac{2'116'729 \text{ PL}}{354.2 \text{ jours}} \cdot 1.43 \cdot \frac{55.0\%}{60.9\%} = 7'696 \text{ ESAL/jour} \rightarrow \text{Trafic de classe T6 : Extr. lourd}$$

Direction 2 : Zürich

$$TF_0 = \frac{1'399'655 \text{ PL}}{357.0 \text{ jours}} \cdot 1.39 \cdot \frac{37.3\%}{39.1\%} = 5'226 \text{ ESAL/jour} \rightarrow \text{Trafic de classe T6 : Extr. lourd}$$

Chaussées rigides et combinées

Direction 1 : Winterthur

$$TF_0 = \frac{2'116'729 \text{ PL}}{354.2 \text{ jours}} \cdot 1.78 \cdot \frac{55.0\%}{60.9\%} = 9'595 \text{ ESAL/jour} \rightarrow \text{Trafic de classe T6 : Extr. lourd}$$

Direction 2 : Zürich

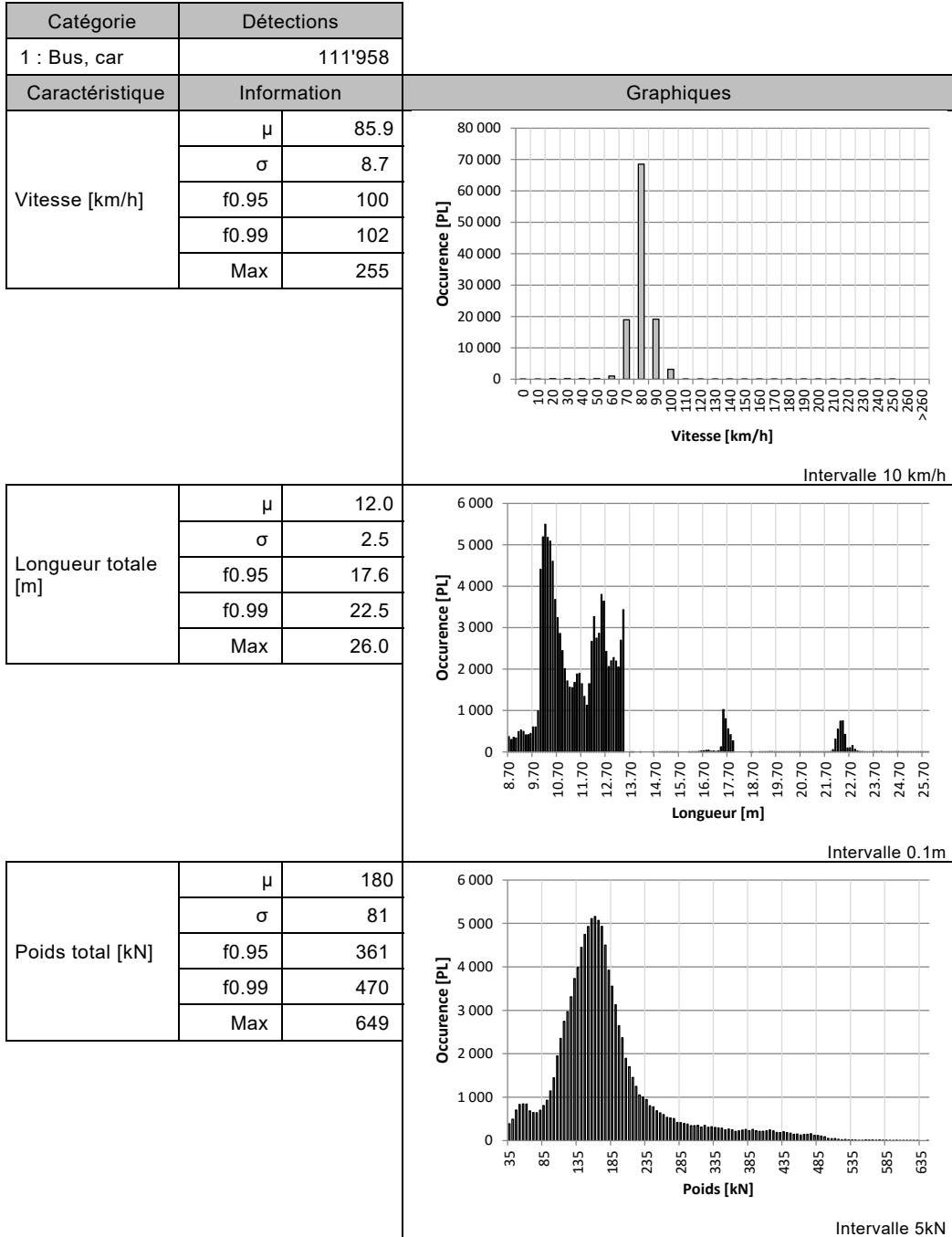
$$TF_0 = \frac{1'399'655 \text{ PL}}{357 \text{ jours}} \cdot 1.71 \cdot \frac{37.3\%}{39.1\%} = 6'406 \text{ ESAL/jour} \rightarrow \text{Trafic de classe T6 : Extr. lourd}$$

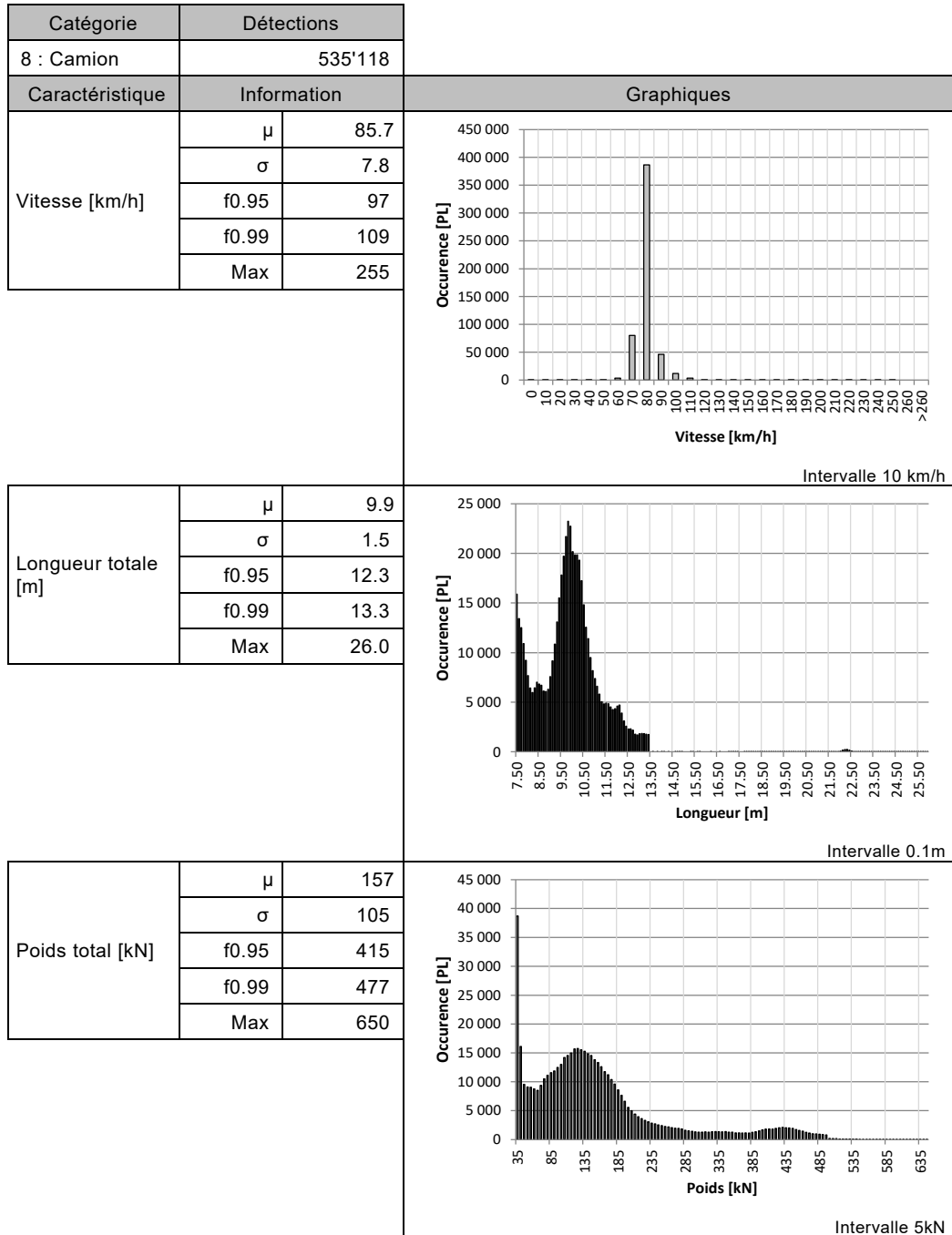
4.6 Tendence pour l'estimation du taux d'accroissement annuel

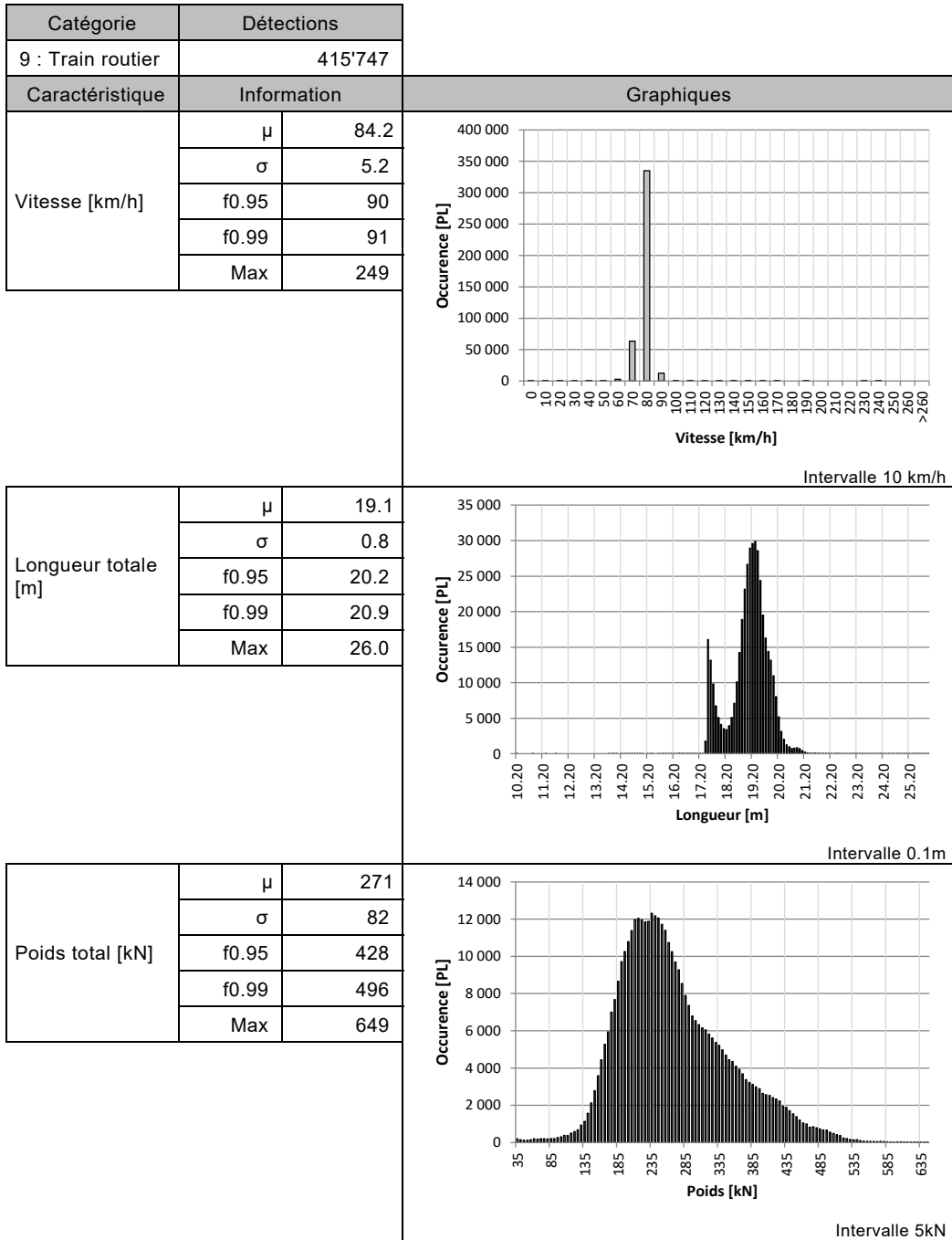
En raison de la situation sanitaire des années précédentes (COVID-19), les tendances ne sont pas analysées.

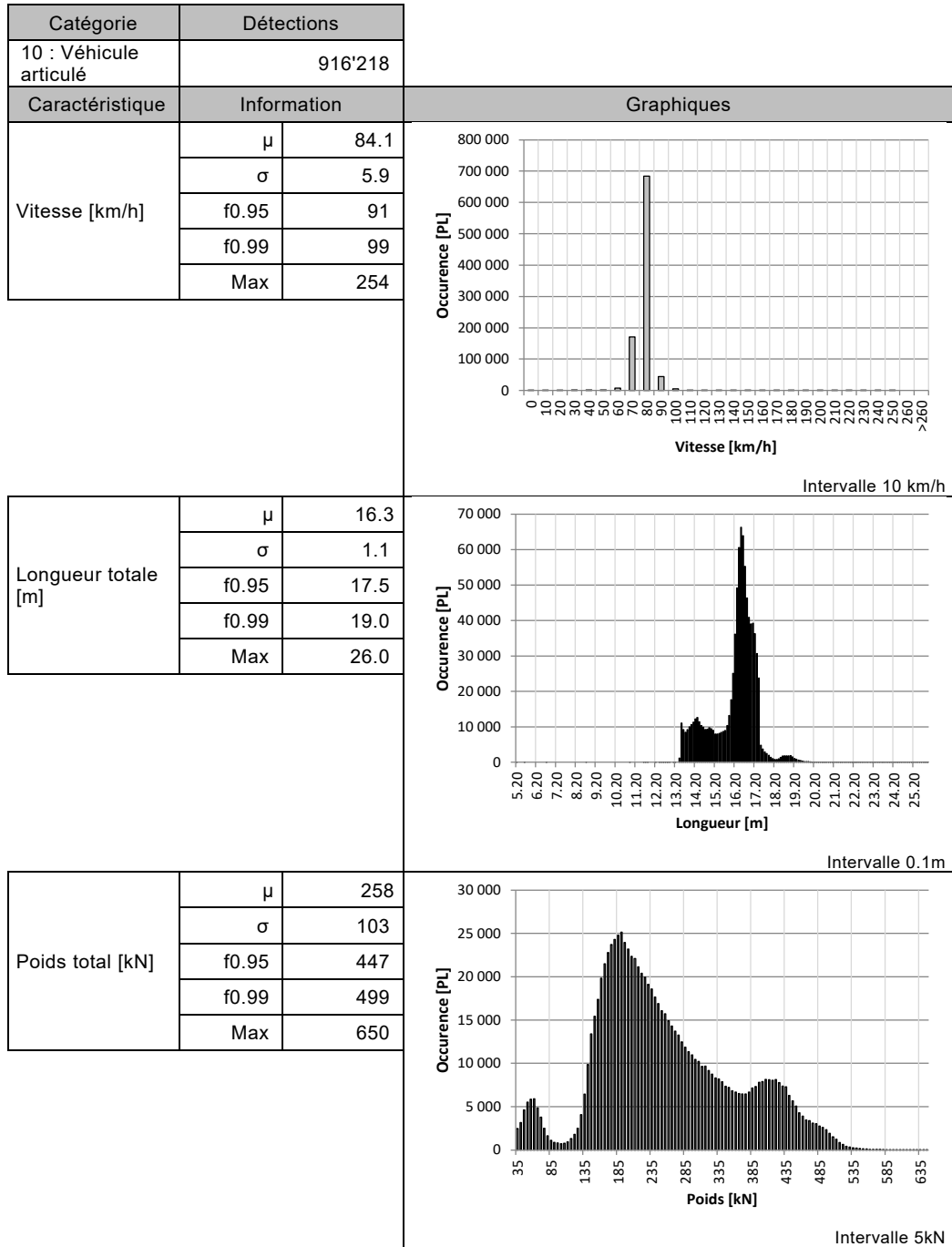
5 Caractéristiques des poids lourds

5.1 Caractéristiques des catégories de poids lourds



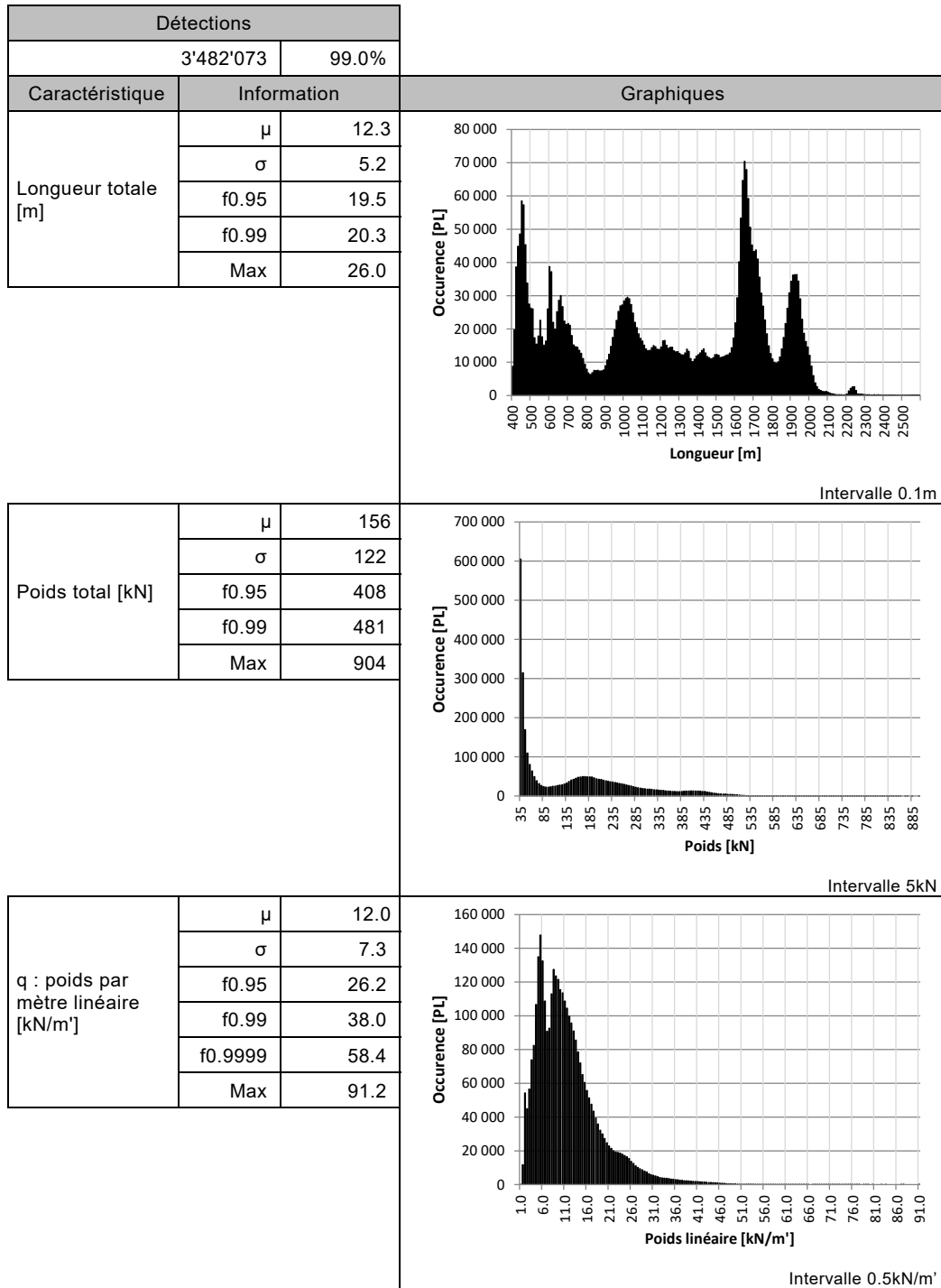


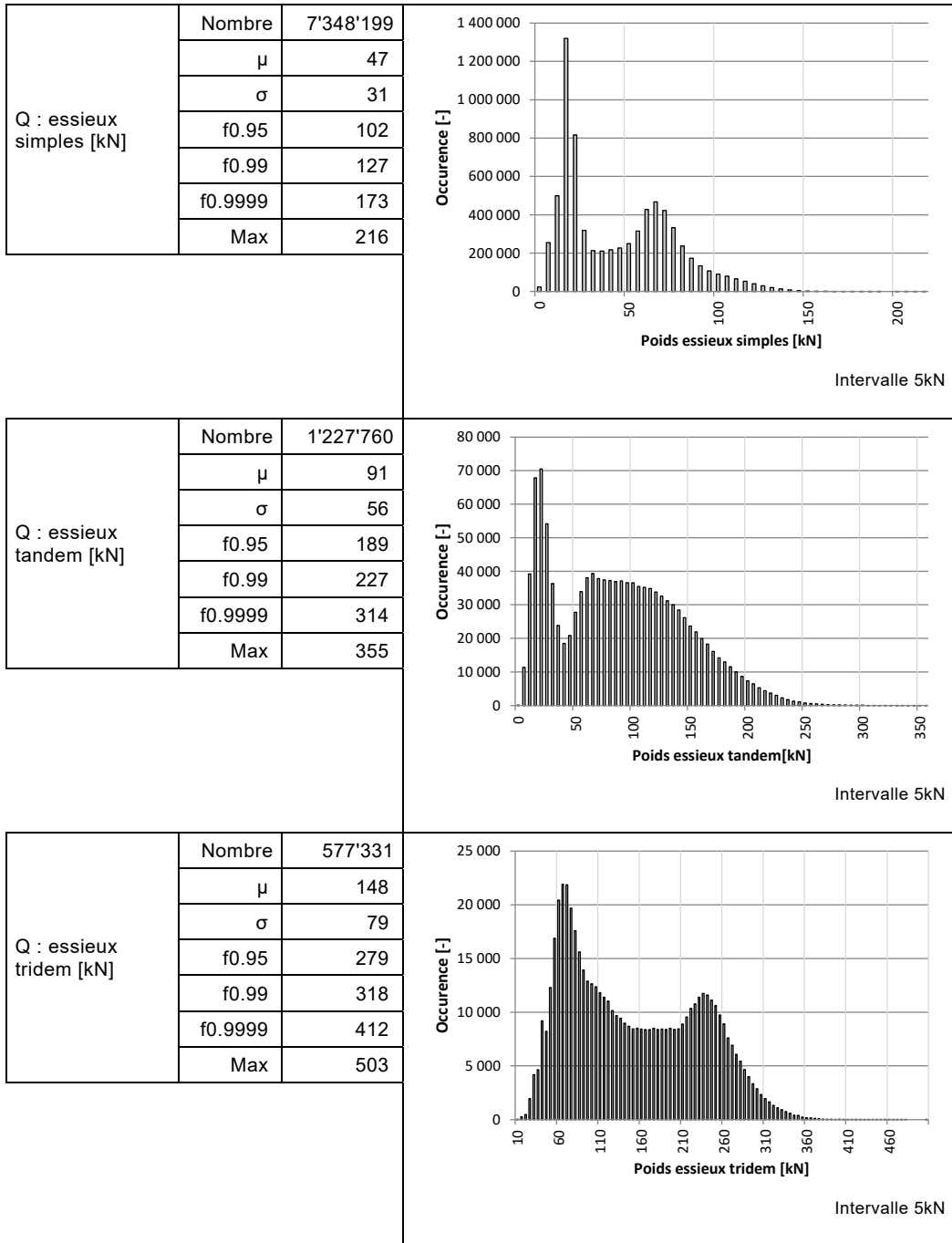




5.2 Caractéristiques globales de l'échantillon

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



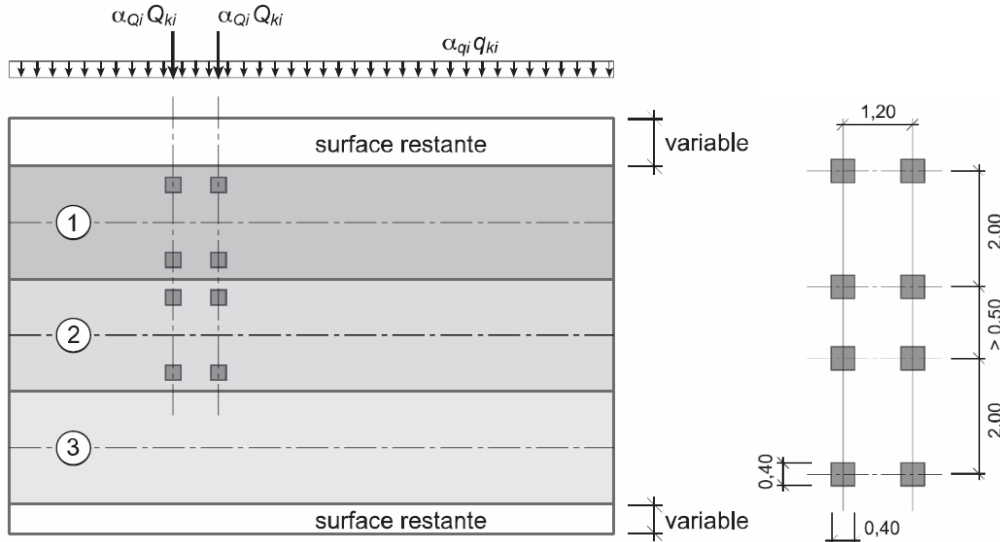


6 Modèle selon norme SIA 261

Document de référence : [3]

Les données considérées sont celles des silhouettes détectées de 2 à 6 axes, soit 99.0% 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	47	47	102	127	173
Tandem	91	46	189 (95)	227 (113)	314 (157)
Tridem	148	49	279 (93)	318 (106)	412 (137)

6.1.2 Charge répartie q

Charge répartie q				
Caractéristique	Charge moy.	f0.95	f0.99	f0.9999
Poids par mètre linéaire [kN/m]	12.0	26.2	38.0	58.4
Poids par surface (largeur 3 m) [kN/m ²]	4.0	8.7	12.7	19.5

7 Niveau de confiance

Documents de référence : [4] [6]

<i>Niveaux de confiance selon [6], valeurs absolues</i>		
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 :	11-12.08.2021 – Direction Winterthur 11-12.08.2021 – Direction Zürich	
Facteurs de corrections relevés :	Direction Winterthur : -0.99 % / 2.00% Direction Zürich : 0.64% / -0.52%	
Application du facteur de correction :	Direction Winterthur : Non / Oui Direction Zürich : Non / Non	
Niveau de confiance à la calibration :	Direction Winterthur : Bon / Bon Direction Zürich : Très bon / Très bon	
Données pouvant être utilisées pour référence :	Direction Winterthur : 2022 Direction Zürich : 2022	
Constations sur la base du traitement des données WIM		
Pertes de données :	~11 jours / 8 jours	
Exclusions :	5.87%	
Cohérence globale des valeurs :	Ecart mesurables	
Cohérence des tendances de la station :	Ecart mesurables	
Classification SWISS10, VT \geq 3.5 to :	43.6%	
Silhouettes incohérentes :	47.3% dont 45.0% potentiellement dus à la classification SWISS10 2.3% d'autres incohérences	
Propositions		
La confiance dans les données de la station est bonne. 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 (Décembre 2022), « **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.
-