



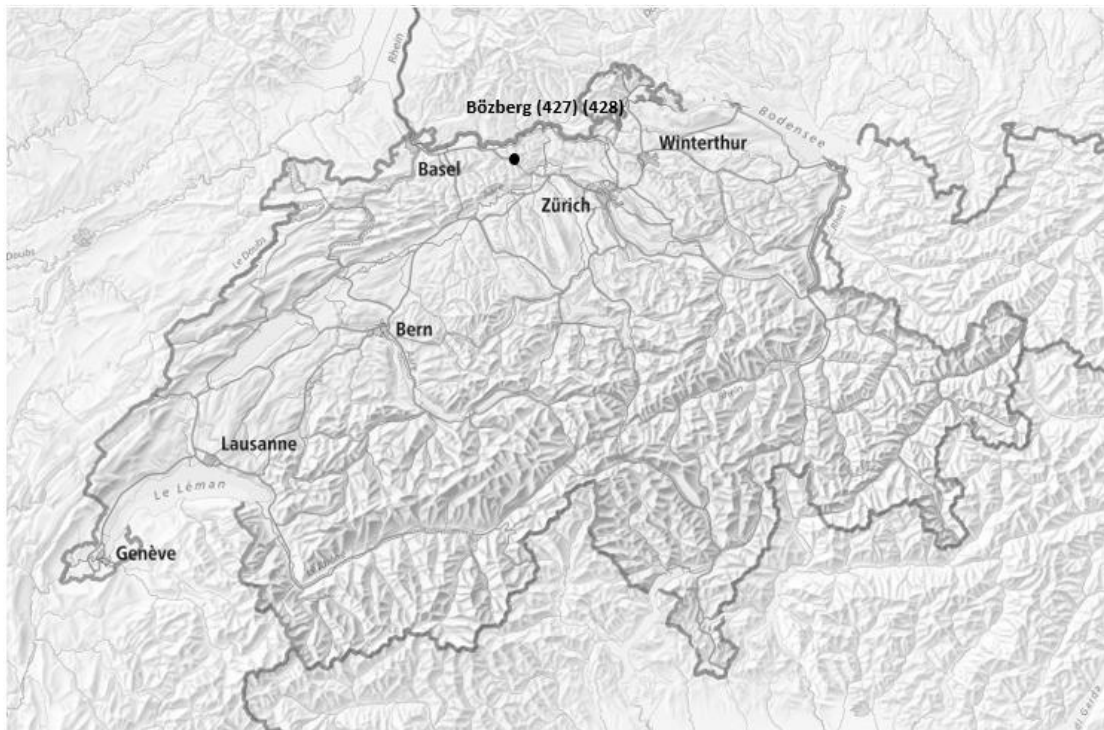
Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

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

Bözberg – 2019

Evaluation et traitement des données WIM



Ittigen, 12.05.2020

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_2019_427_428

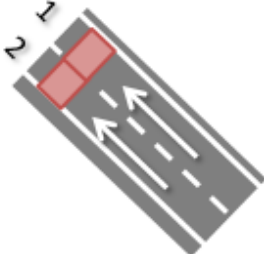
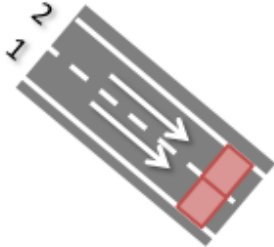
Version 1

Créé le 12.05.2020 – MAF

Table des matières

	Impressum	2
1	Fiche de station	4
2	Intégrité des données	6
3	Traitements statistiques	7
3.1	Répartition horaire annuelle	7
3.2	Répartition horaire annuelle HV (> 10 tonnes)	8
3.3	Répartition horaire journalière	9
3.4	Détection de véhicules	11
3.4.1	Par mois	11
3.4.2	Par nombre d'axes	12
3.4.3	Par classes SWISS10	12
3.4.4	Par tranches de masse	13
3.4.5	Silhouettes prédominantes	13
4	Modèle selon norme SN 640 320	14
4.1	Répartition entre les voies de circulation	14
4.2	Facteurs d'équivalence par classes de véhicules	14
4.3	Facteurs d'équivalence par catégories de véhicules	14
4.4	Facteur d'équivalence moyen	15
4.5	Classe de trafic pondéral équivalent actuelle selon SN 640 324	15
4.6	Tendance pour l'estimation du taux d'accroissement annuel	15
5	Caractéristiques des poids lourds	16
5.1	Caractéristiques des catégories de poids lourds	16
5.2	Caractéristiques globales de l'échantillon	20
6	Modèle selon norme SIA 261	22
6.1	Modèle de charge 1 selon SIA 261	22
6.1.1	Charge concentrée Q	22
6.1.2	Charge répartie q	22
7	Tendances	23
8	Niveau de confiance	24
	Bibliographie	25

1 Fiche de station

Station	Canton	RN	N° ASTRA	Filiale	UT	Directions	Voies
Bözberg	AG	A3	428 / 429	F3	VIII	2	2 + 2
Situation							
<p>428 : Direction Bâle</p>  <p>427 : Direction Zürich</p> 							
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	24.05.2019 – 25.05.2019 04.07.2019 – 05.07.2019 25.07.2019 – 27.07.2019 03.09.2019 – 31.12.2019						
Perte potentielle de données	23.05.2019 – 02 : 00 à 00 : 00 26.05.2019 – 00 : 00 à 02 : 00 03.07.2019 – 02 : 00 à 00 : 00 06.07.2019 – 00 : 00 à 02 : 00 24.07.2019 – 02 : 00 à 00 : 00 28.07.2019 – 00 : 00 à 02 : 00 02.09.2019 – 07 : 37 à 00 : 00 (427) 02.09.2019 – 07 : 46 à 00 : 00 (428)						
<i>Evènements particuliers</i>							
<p>Arrêt des mesures de la station à partir du 2 septembre 2019. Un arrêt des mesures de la station 427 sur la voie 2 à partir du 4 juin 2015 est identifié. Celui-ci touche l'entier de l'année 2019. Un arrêt des mesures de la station 428 sur la voie 2 à partir du 1^{er} janvier 2019 est identifié. Celui-ci touche l'entier de l'année 2019. Les données statistiques de ce rapport sont à prendre avec précaution.</p>							
<i>Décisions</i>							
<i>Concaténation</i>							

Nom de fichiers :	2019_427_concat.log ; 2019_428_concat.log ;
Nombre d'enregistrements :	3'432'098 (427) ; 3'343'857 (428)
Nombre de jours effectifs :	234.3 (427) ; 234.3 (428)

2 Intégrité des données

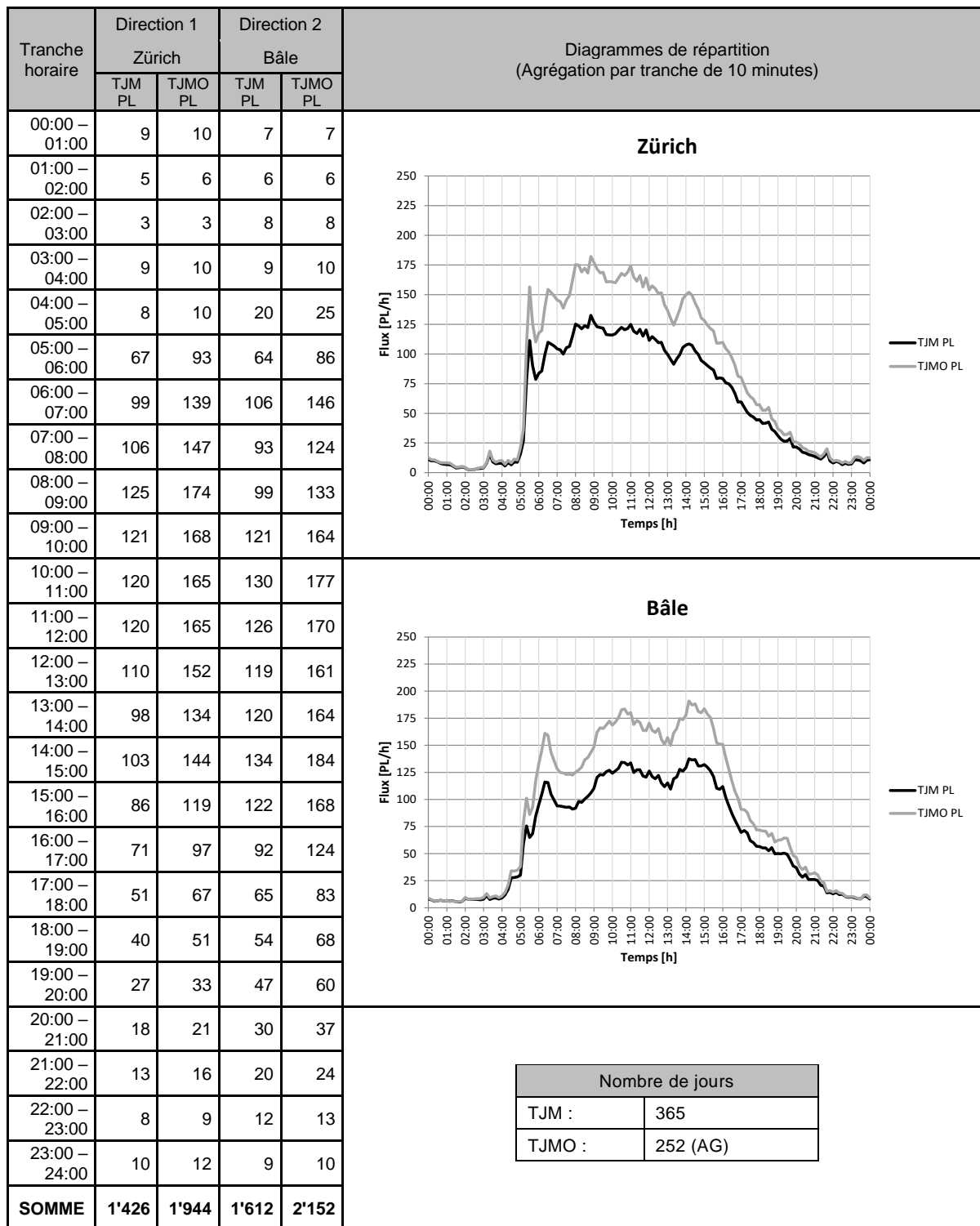
Documents de référence : [5] [6] [7] [8] [9] [10] [11]

Filtre des données (démarche pas à pas)	
1)	Véhicules de moins de 3.5 tonnes (6'058'245 enregistrements).
2)	336'263 enregistrements direction D1 (427). 381'447 enregistrements direction D2 (428).
3)	Longueur totale nulle (0 enregistrements).
4)	Longueur totale supérieure à 26.00m (326 enregistrements).
5)	Poids nul sur un des axes (0 enregistrements).
6)	Entraxe inférieur à 60cm (4'627 enregistrements).
7)	Poids total supérieur à 65 tonnes (722 enregistrements, hors grues mobiles).
8)	Poids sur un axe supérieur à 18 tonnes (27 enregistrements, hors grues mobiles).
9)	Longueur totale inférieure à 4.00m (574 enregistrements).
<i>Décisions</i>	
1)	Exclusion (2019_427_428_u3500.log).
2)	-
3)	-
4)	Exclusion.
5)	-
6)	Exclusion.
7)	Exclusion.
8)	Exclusion.
9)	Exclusion.
<i>Fichiers</i>	
Nom de fichier de traitement statistique :	2019_427_428.log
Nombre d'enregistrements :	711'434
Nom de fichier d'exclusions :	2019_427_428_exclus.log
Nombre d'enregistrements :	6'276

Sur un total de 6'775'955 enregistrements, 6'058'245 ont été séparés en raison de leur appartenance aux véhicules légers (< 3.5 tonnes) et 6'276 enregistrements (0.87%) ont été exclus du jeu de données de base en raison d'incohérences potentielles de données.

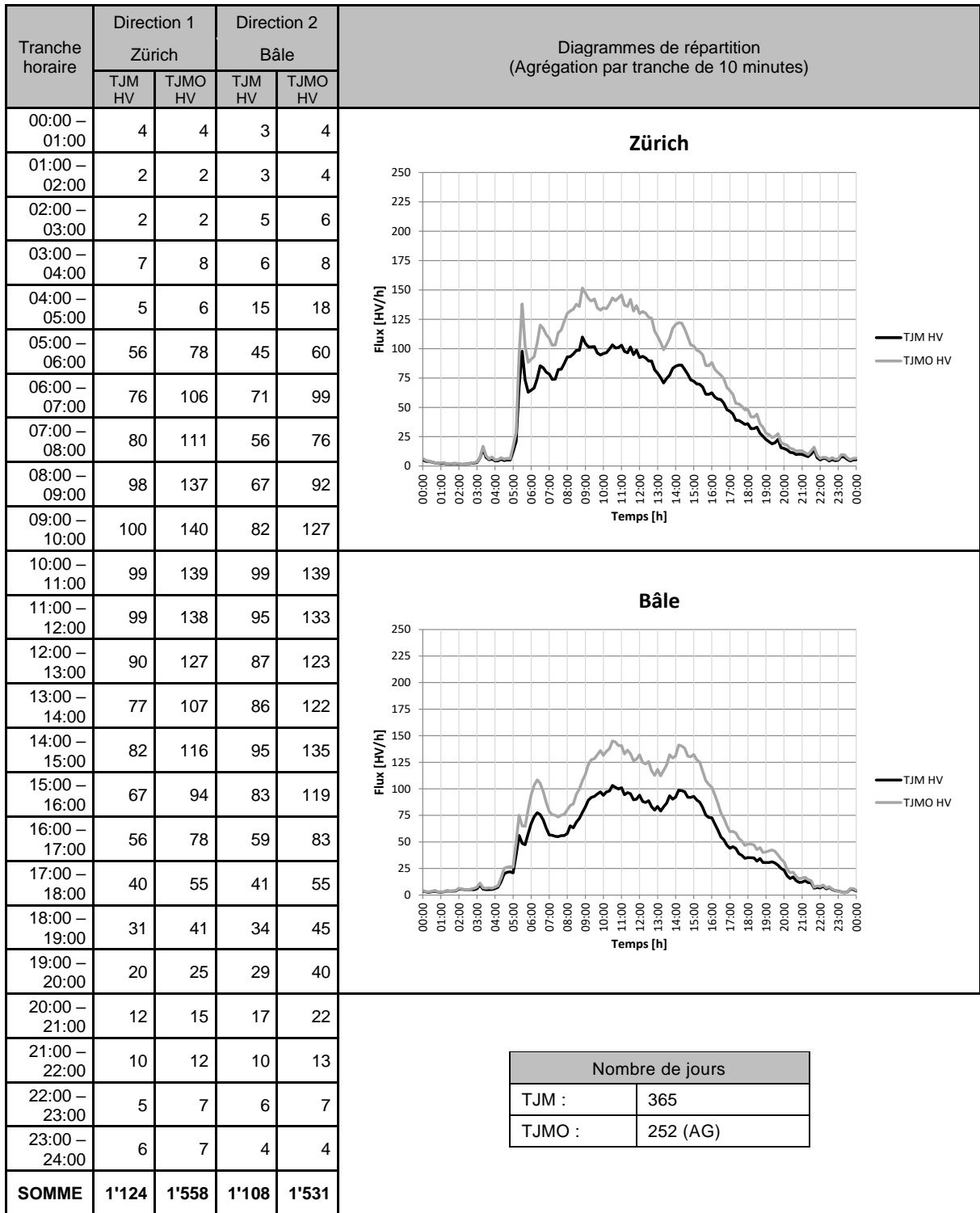
3 Traitements statistiques

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)

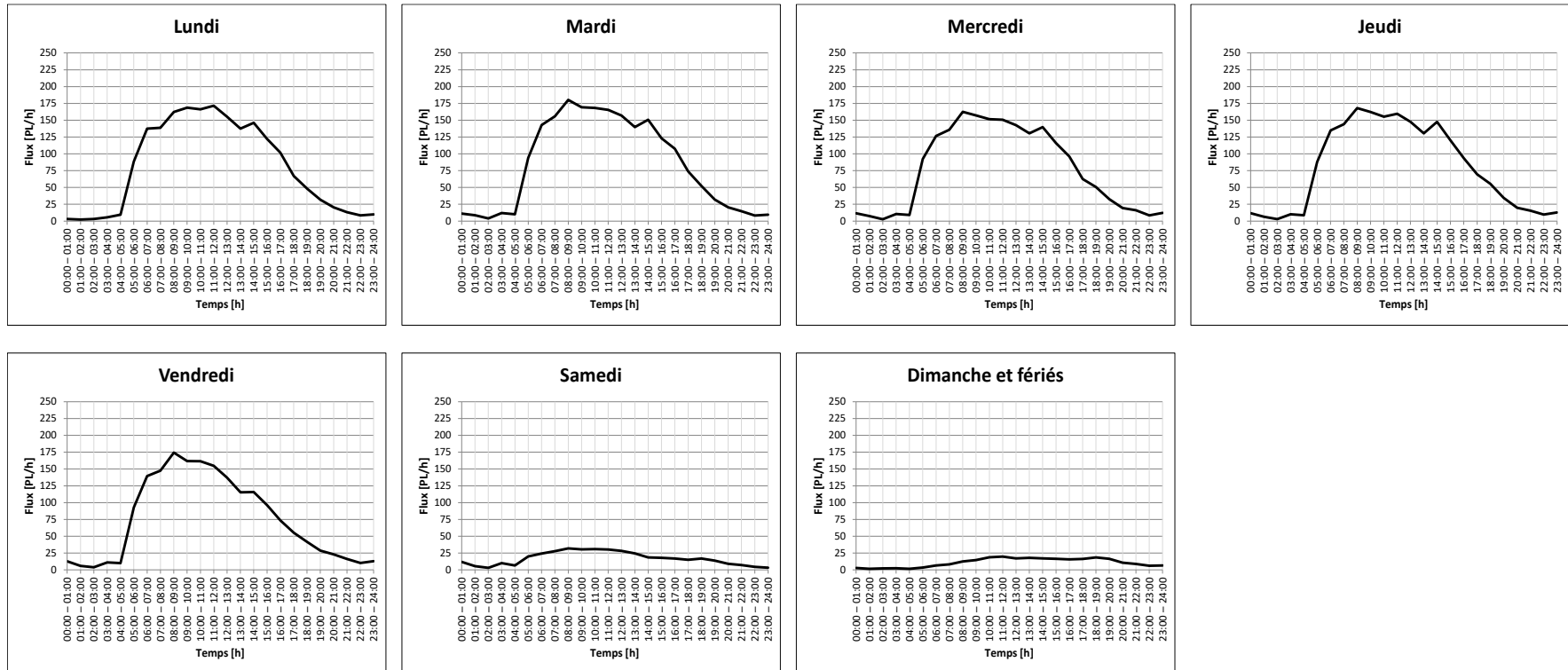


Remarque : Le calcul des répartitions horaires prend en compte l'intégrité des données (jours manquants et pertes de données).

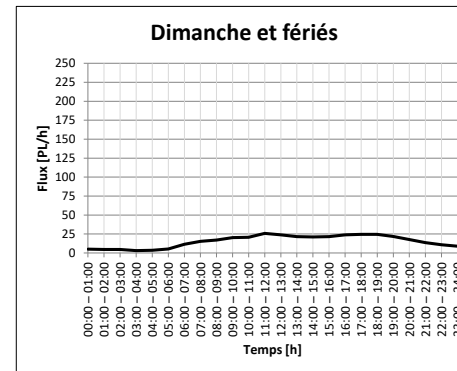
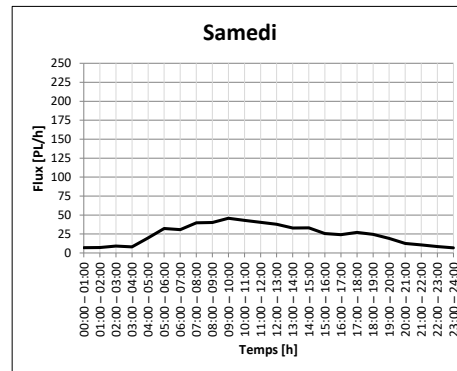
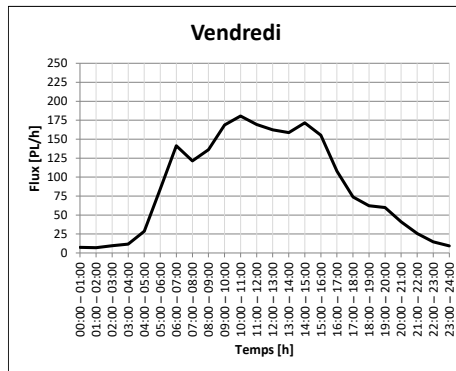
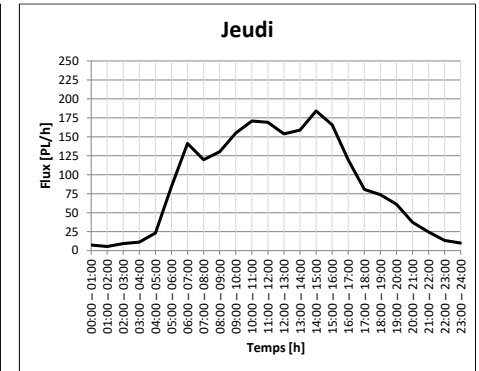
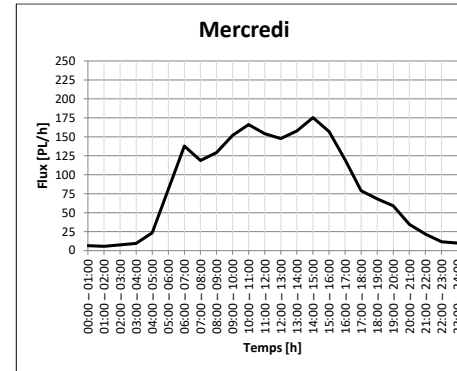
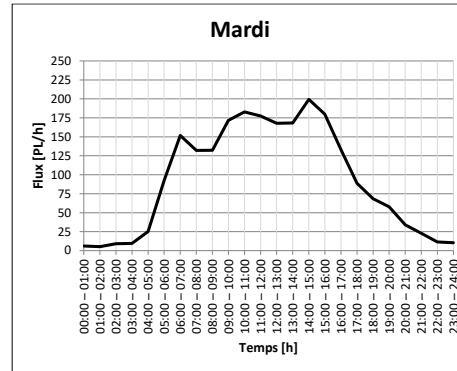
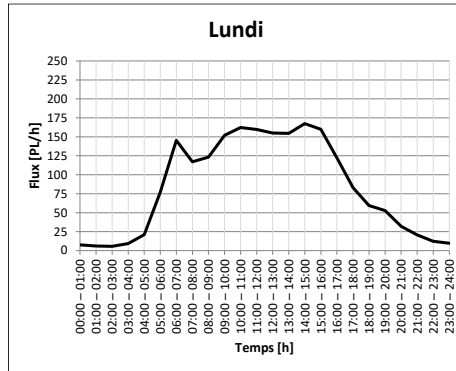
3.3 Répartition horaire journalière

Jours	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche et fériés
Nombre (AG)	50	52	50	49	51	52	61

Direction 1 : Zürich (Agrégation par heure)



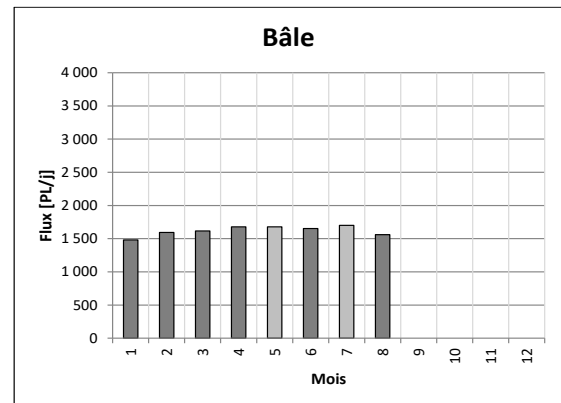
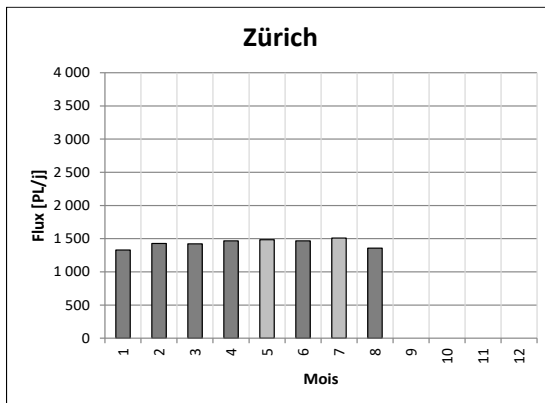
Direction 2 : Bâle (Agrégation par heure)



3.4 Détection de véhicules

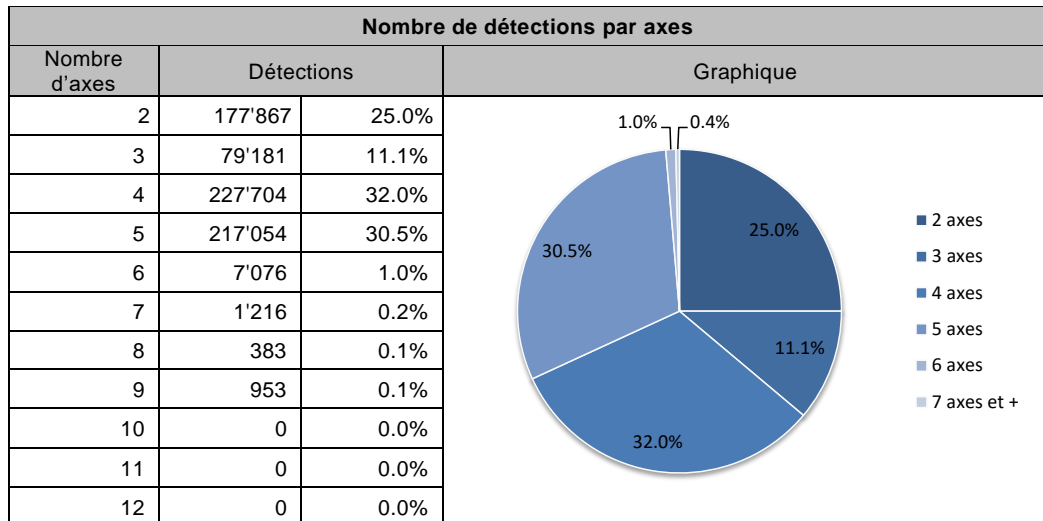
3.4.1 Par mois

Nombre de détections par mois		
Mois	Direction 1 : Zürich	Direction 2 : Bâle
Janvier	41'227	45'884
Février	40'010	44'644
Mars	44'101	50'094
Avril	44'020	50'362
Mai	41'515	46'976
Juin	44'026	49'603
Juillet	36'228	40'848
Août	42'101	48'320
Septembre	680	795
Octobre	-	-
Novembre	-	-
Décembre	-	-



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

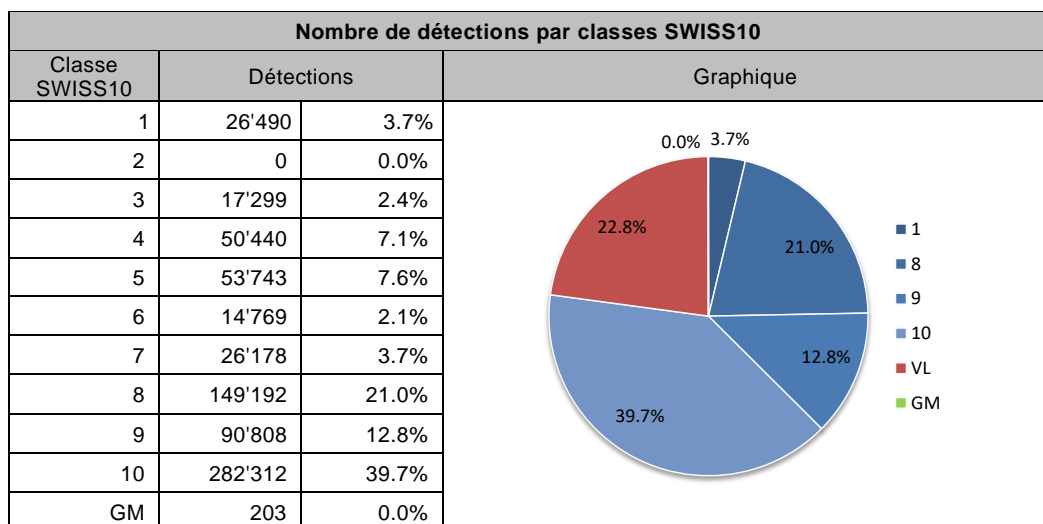
3.4.2 Par nombre d'axes



3.4.3 Par classes SWISS10

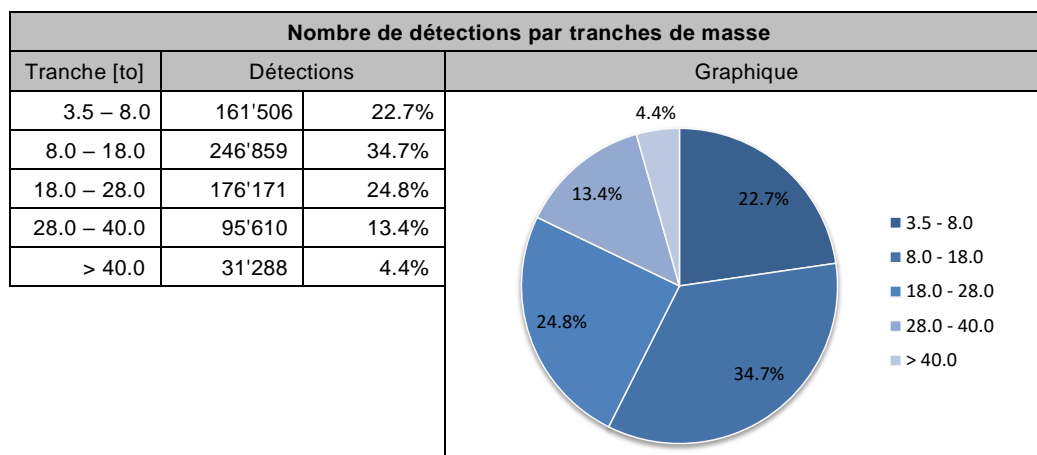
Classes de véhicules Swiss 10 [4]

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 : Motorcycle	2 : Motorcycle	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 162'429 enregistrements (classes 2 à 7, 22.8%) 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	141'487	19.9%
S/S/Ta	0 - - - - 0 + - - - - 00		10	94'020	13.2%
S/S	0 - - - - 0		8	89'732	12.6%
S/S	<i>Non-cohérent</i>			124'610	7.9%
S/S/Ta	<i>Non-cohérent</i>			93'489	5.3%
S/S/S/S	0 - - - - 0 + 0 - - - - 0		9	40'060	5.6%
S/S/S	<i>Non-cohérent</i>			42'783	3.0%
S/S/Tr	<i>Non-cohérent</i>			35'924	3.0%
S/Ta/S/S	0 - - - - 00 + 0 - - - - 0		9	22'601	3.2%
S/S	0 - - - - 0		1	17'337	2.4%
S/Ta	0 - - - - 00		8	17'185	2.4%
S/S/S	0 - - - - 0 + - - 0 - -		10	16'618	2.3%
S/Ta	<i>Non-cohérent</i>			17'644	1.4%
S/S/Ta	0 - - - - 0 + - - - 00 - -		9	11'494	1.6%
Ta/Ta	<i>Non-cohérent</i>			16'945	1.4%
S/Ta/Ta	0 - - - - 00 + - - - 00 - -		9	8'040	1.1%
Autres silhouettes selon SN 640 320					
S/S/S/S	0 - - - - 0 + - - - - 0 - 0		10	5'626	0.8%
S/Ta	0 - - - - 00		1	4'789	0.7%
Ta/Tr	00 - - 000		Non-classé (8)	2'753	0.4%
S/S/S/Ta	0 - - - - 0 + 0 - - - - 00		9	822	0.1%
Ta/Ta	00 - - - 00		8	234	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 : Zürich		Direction 2 : Bâle		Sur la base de :
	1	2	1	2	
2x2 voies	46.9%	-	53.1%	-	Nombre de détections
	52.7%	-	47.3%	-	Masse totale
	55.4%	-	44.6%	-	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 : Zürich	Direction 2 : Bâle	Norme 2011	Direction 1 : Zürich	Direction 2 : Bâle	Norme 2011
	0.65	0.79	0.7	0.60	0.75	0.6
	1.08	1.09	1.4	1.48	1.39	2.1
	1.25	2.07	1.5	2.14	3.68	2.7
	2.21	2.61	1.9	5.11	5.98	3.0
	1.02	1.07	0.5	0.92	0.99	0.5
	1.42	1.13	1.7	1.37	1.06	1.8
	1.47	0.99	1.8	1.61	1.01	2.2
	2.30	1.58	2.0	2.95	1.89	2.2
	1.50	1.61	2.0	1.45	1.56	1.9
	1.87	1.51	1.7	2.06	1.58	1.6
	1.88	1.87	1.3	2.05	2.04	1.0
	2.08	2.14	2.5	2.62	2.63	2.6
	1.27	1.32	1.2	1.81	1.82	0.9
	1.84	2.40	0.7	1.90	2.53	0.6
	0.76	0.99	1.4	0.98	1.30	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 : Zürich	Direction 2 : Bâle	Norme 2011	Direction 1 : Zürich	Direction 2 : Bâle	Norme 2011
1 : Bus, car	1.63	2.04	2.3	1.77	2.22	2.3
8 : Camion	0.73	0.85	0.9	0.77	0.77	1.0
9 : Train routier	1.70	1.68	1.9	1.93	1.84	2.0
10 : Véhicule articulé	1.96	1.31	1.7	2.41	1.49	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 : Zürich	Direction 2 : Bâle	Norme 2011	Direction 1 : Zürich	Direction 2 : Bâle	Norme 2011
Silhouettes (2-6 axes)	1.47	1.04	1.6	1.82	1.21	1.7
	99.2%	99.2%		99.2%	99.2%	
Catégories	1.64	1.32		1.95	1.45	
	73.2%	65.4%		73.2%	65.4%	
Classes	1.63	1.30		1.94	1.44	
	70.8%	63.1%		70.8%	63.1%	

4.5 Classe de trafic pondéral équivalent actuelle selon SN 640 324

Chaussées souples et semi-rigides

Direction 1 : Zürich

$$TF_0 = \frac{333'908 \text{ PL}}{234.3 \text{ jours}} \cdot 1.47 = 2'092 \text{ ESAL/jour} \rightarrow \text{Trafic de classe T5 : Très lourd}$$

Direction 2 : Bâle

$$TF_0 = \frac{377'526 \text{ PL}}{234.3 \text{ jours}} \cdot 1.04 = 1'684 \text{ ESAL/jour} \rightarrow \text{Trafic de classe T5 : Très lourd}$$

Chaussées rigides et combinées

Direction 1 : Zürich

$$TF_0 = \frac{333'908 \text{ PL}}{234.3 \text{ jours}} \cdot 1.82 = 2'590 \text{ ESAL/jour} \rightarrow \text{Trafic de classe T5 : Très lourd}$$

Direction 2 : Bâle

$$TF_0 = \frac{377'526 \text{ PL}}{234.3 \text{ jours}} \cdot 1.21 = 1'951 \text{ ESAL/jour} \rightarrow \text{Trafic de classe T5 : Très lourd}$$

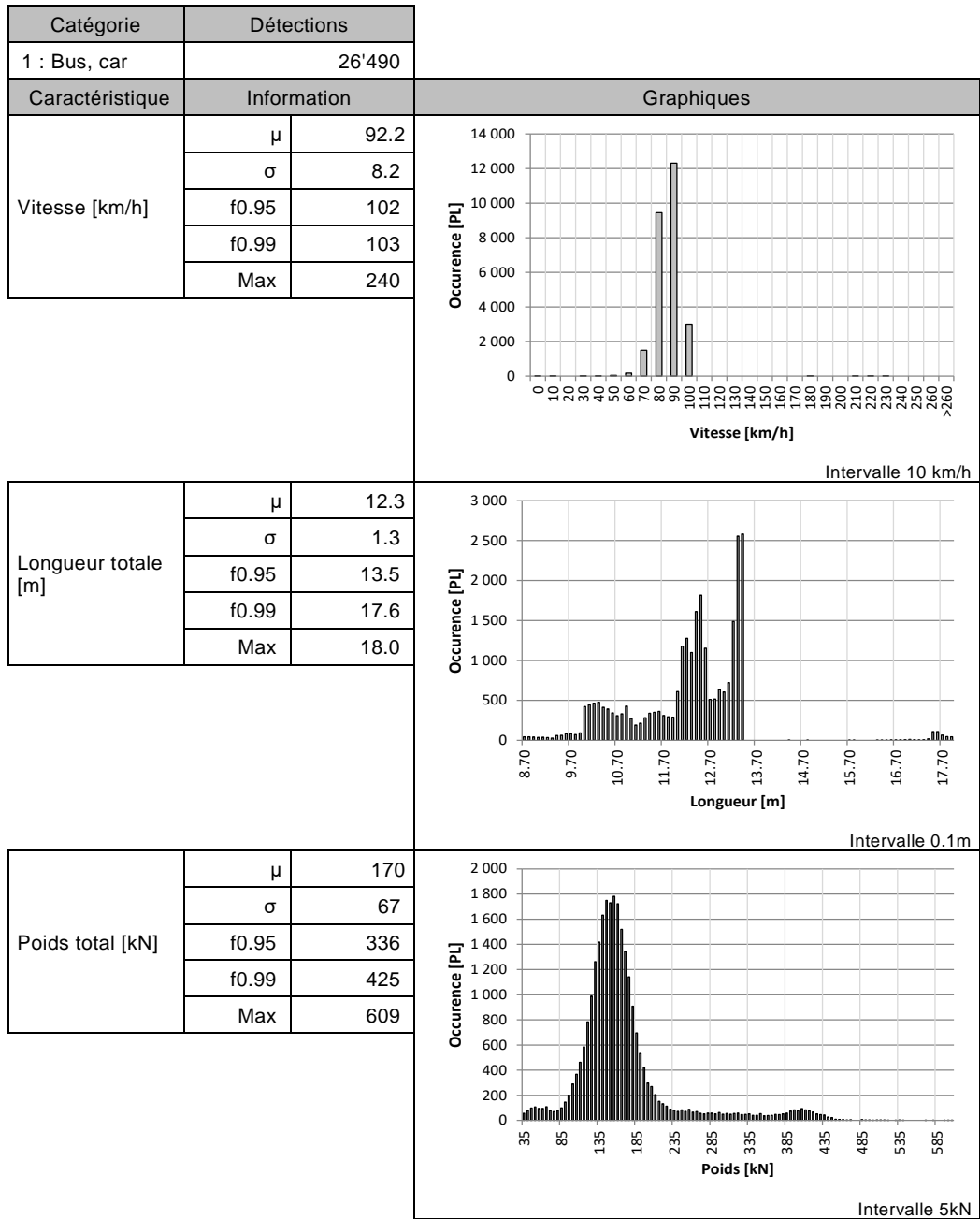
4.6 Tendence pour l'estimation du taux d'accroissement annuel

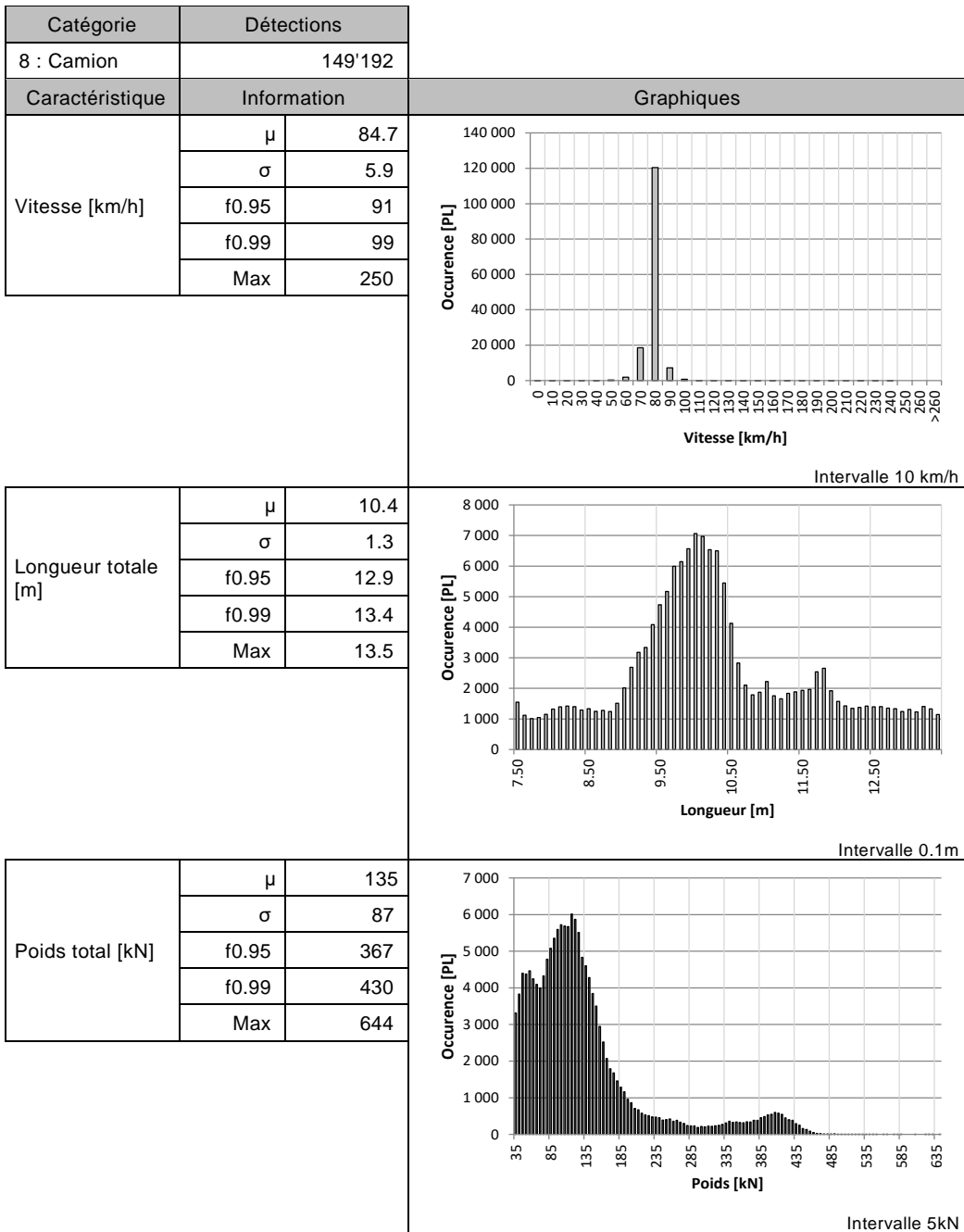
Tendance pour l'estimation du taux d'accroissement annuel		
Direction 1 : Zürich	Direction 2 : Bâle	Sur la base de :
-	-	Nombre de détections
-	-	Masse totale
-	-	Trafic pondéral équivalent total W

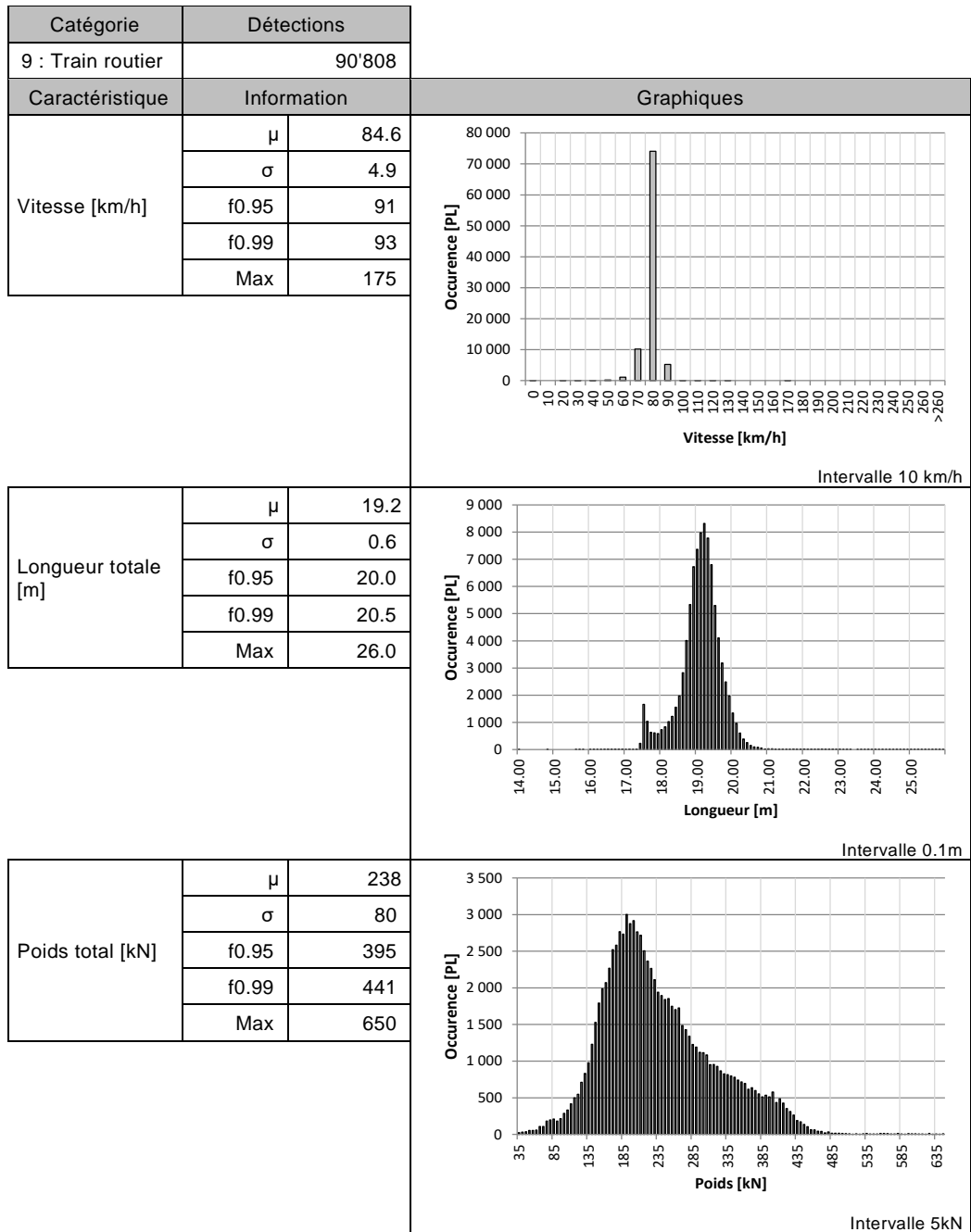
Non-définissable en raison de l'arrêt de la station 427.

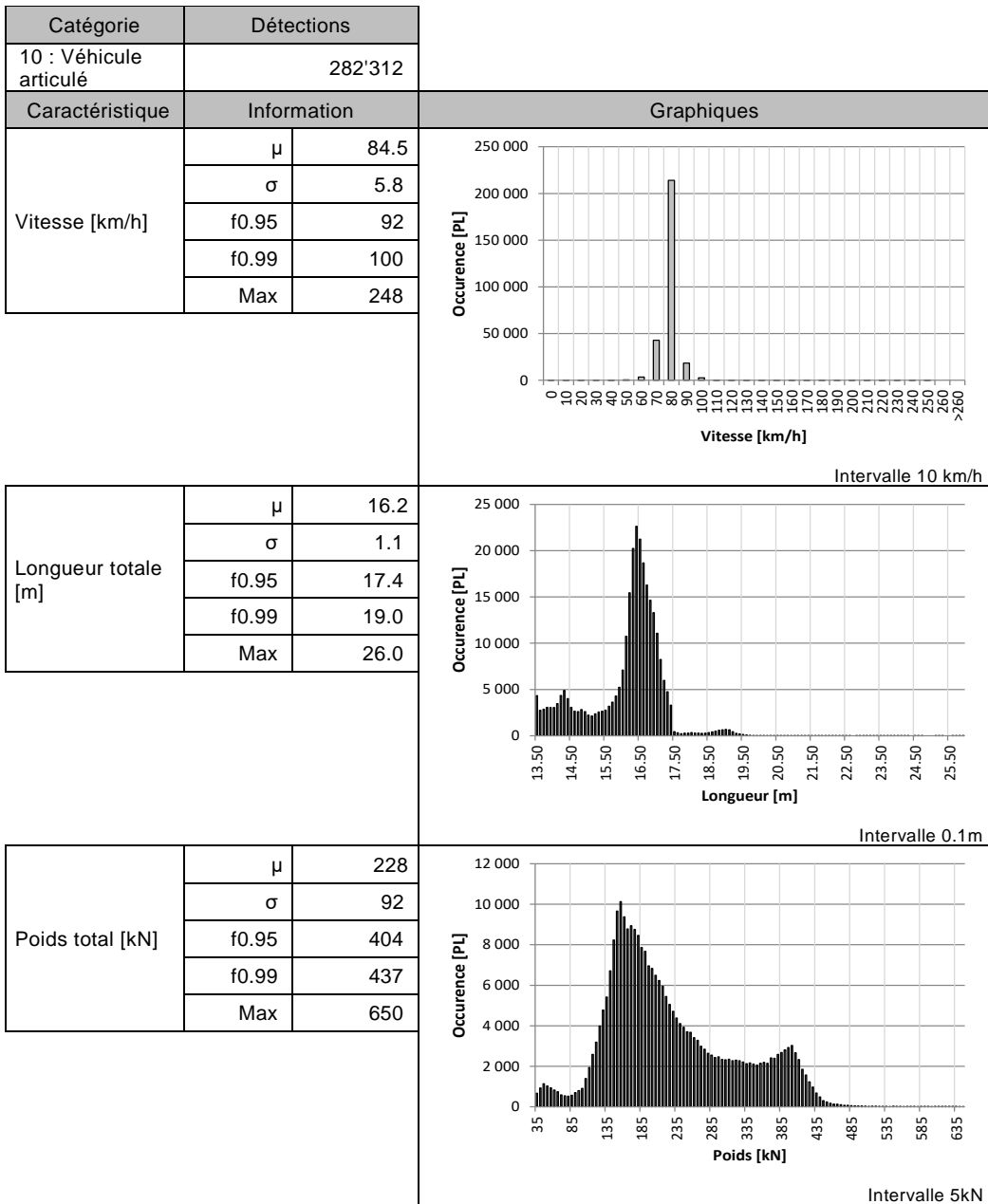
5 Caractéristiques des poids lourds

5.1 Caractéristiques des catégories de poids lourds



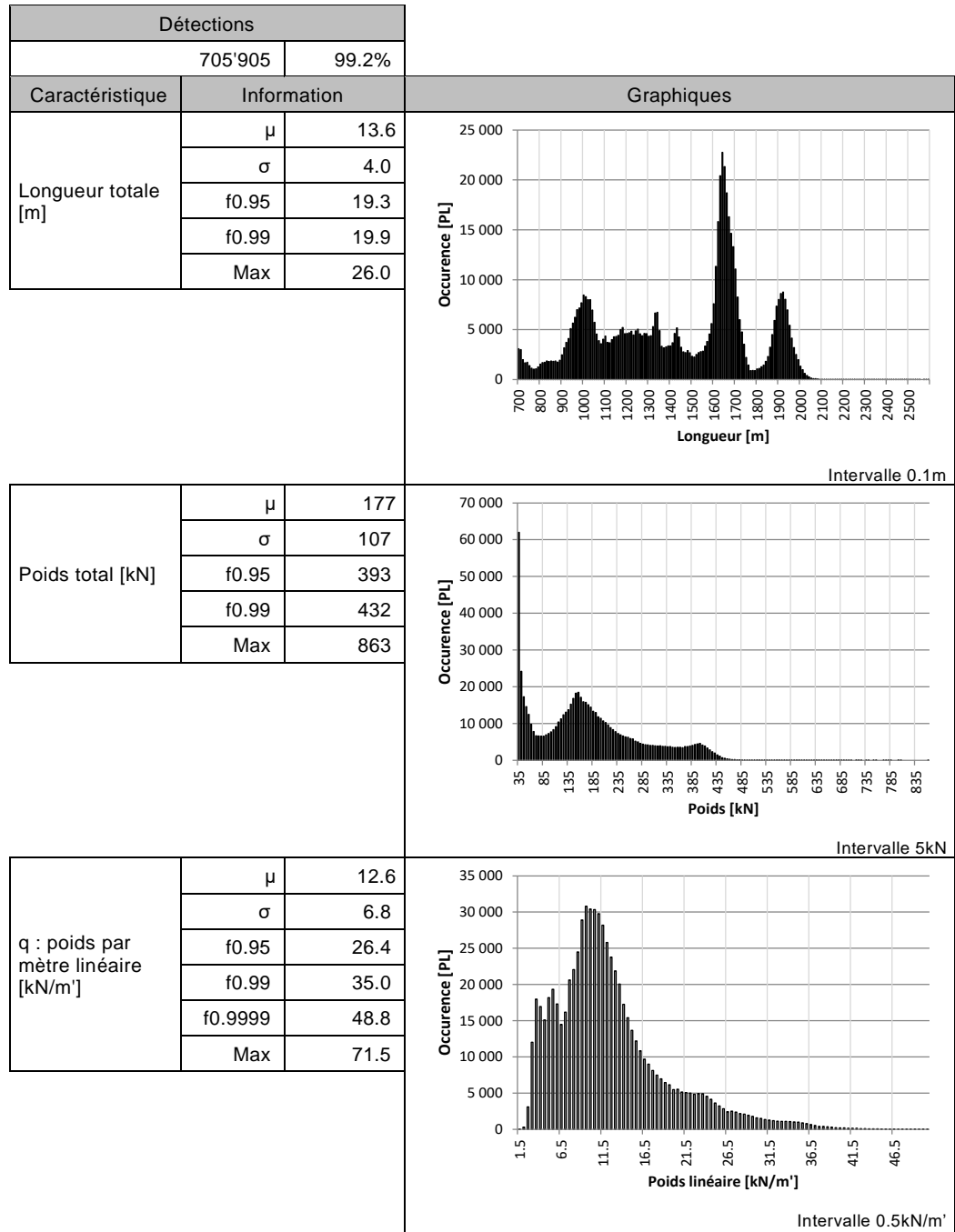


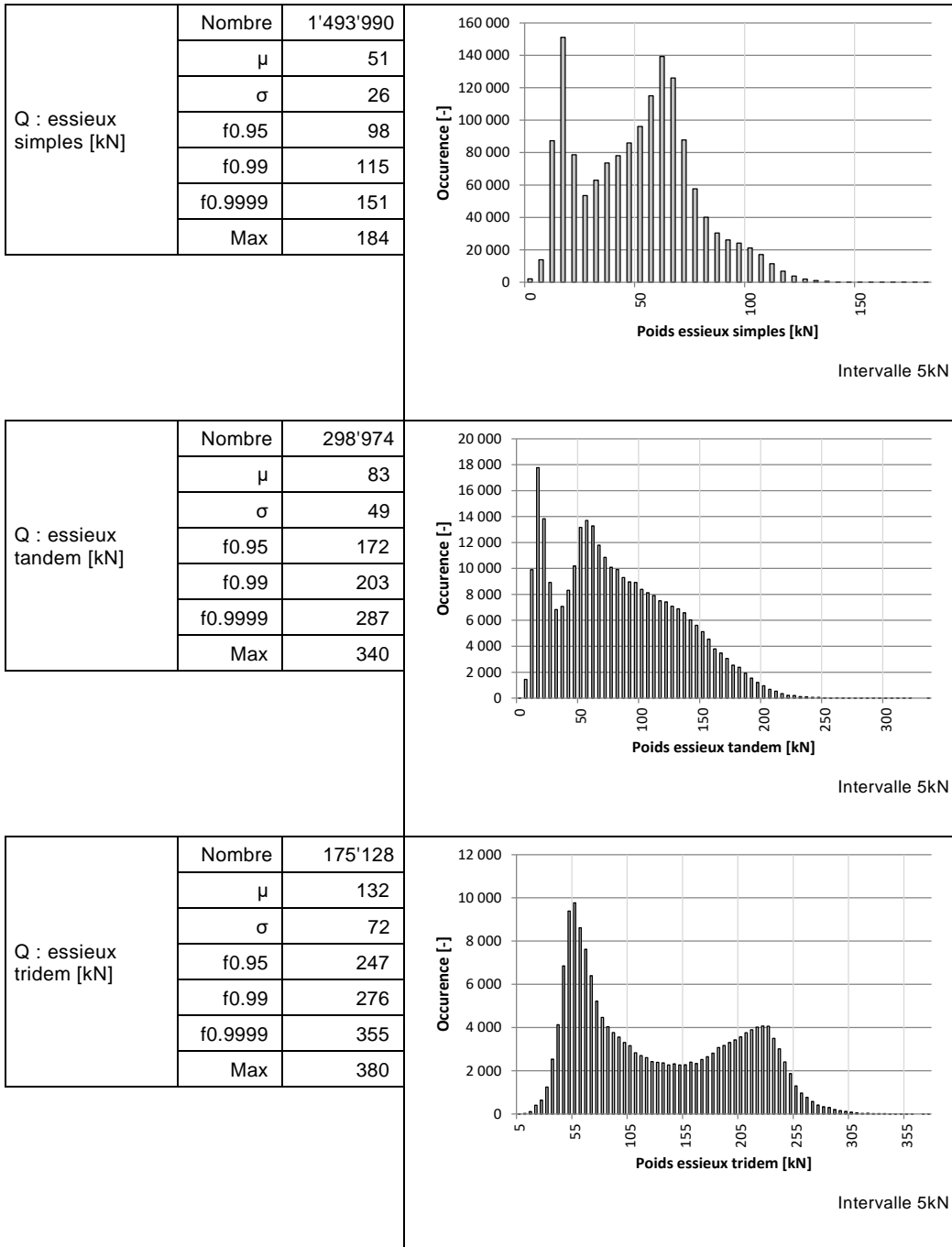




5.2 Caractéristiques globales de l'échantillon

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



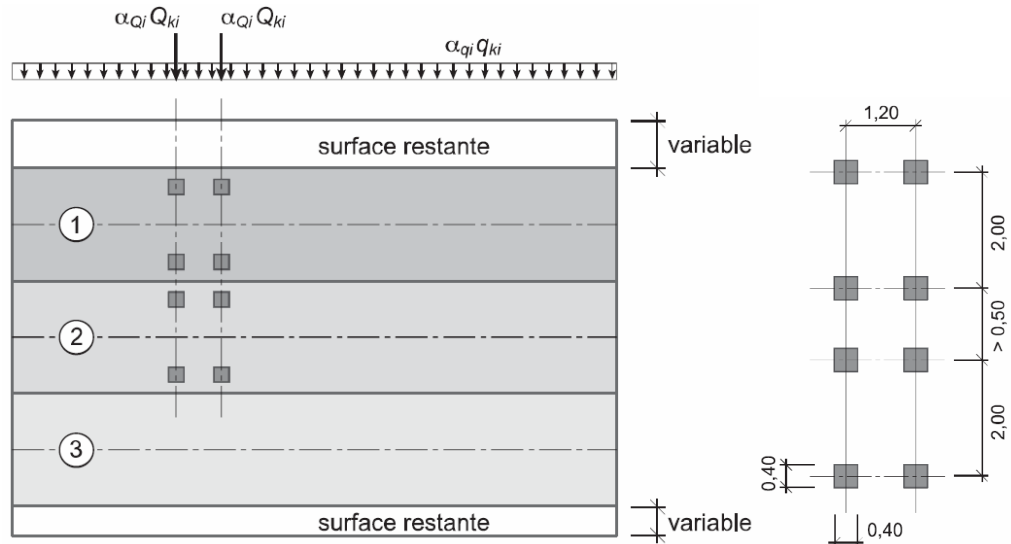


6 Modèle selon norme SIA 261

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	51	51	98	115	151
Tandem	83	42	172 (86)	203 (101)	287 (144)
Tridem	132	44	247 (82)	276 (92)	355 (118)

6.1.2 Charge répartie q

Charge répartie q				
Caractéristique	Charge moy.	f0.95	f0.99	f0.9999
Poids par mètre linéaire [kN/m']	12.6	26.4	35.0	48.8
Poids par surface (largeur 3 m) [kN/m²]	4.2	8.8	11.7	16.3

7 Tendances

Non-définissable en raison de l'arrêt de la station 427.

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 :	06.09.2017 – Direction Zürich Voie 1 06.09.2017 – Direction Bâle Voie 1	
Facteurs de corrections relevés :	Direction Zürich : 2.17% Direction Bâle : 6.22%	
Application du facteur de correction :	Direction Zürich : Oui Direction Bâle : Oui	
Niveau de confiance à la calibration :	Direction Zürich : Bon Direction Bâle : Très bon	
Données pouvant être utilisées pour référence :	Direction Zürich : - Direction Bâle : Fin 2017 – 2018	
Constations sur la base du traitement des données WIM		
Pertes de données :	~ 130 jours / 130 jours	
Exclusions :	0.87%	
Cohérence globale des valeurs :	Ecart mesurable	
Cohérence des tendances de la station :	Ecart mesurable	
Classification SWISS10, VT \geq 3.5 to :	22.8%	
Silhouettes incohérentes :	30.2% dont 29.4% potentiellement dus à la classification SWISS10 0.8% d'autres incohérences	
Propositions		
La confiance dans les données de la station est mauvaise (arrêt de la station). 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) (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.
-