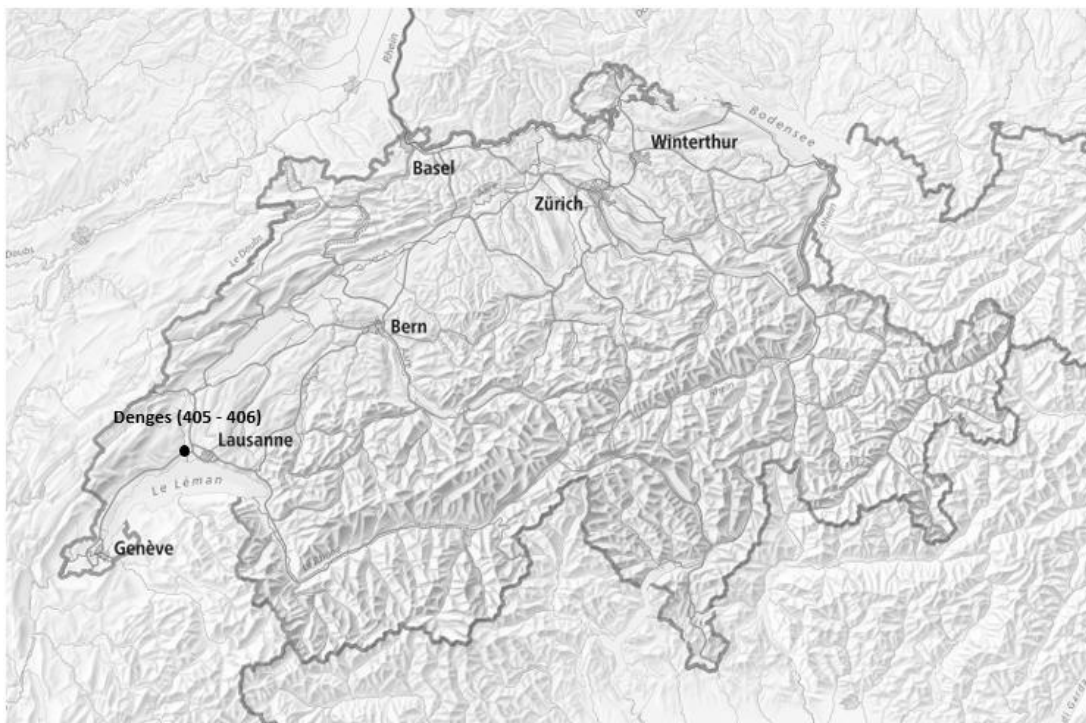




## Denges - 2021

### *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\_2021\_405\_406

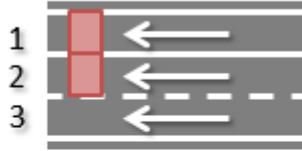

Version 1

Créé le 14.04.2022 – MAF

# Table des matières

	<b>Impressum .....</b>	<b>2</b>
<b>1</b>	<b>Fiche de station.....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Intégrité des données .....</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>Traitements statistiques.....</b>	<b>6</b>
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
<b>4</b>	<b>Modèle selon norme SN 640 320.....</b>	<b>13</b>
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
<b>5</b>	<b>Caractéristiques des poids lourds .....</b>	<b>15</b>
5.1	Caractéristiques des catégories de poids lourds.....	15
5.2	Caractéristiques globales de l'échantillon .....	19
<b>6</b>	<b>Modèle selon norme SIA 261.....</b>	<b>21</b>
6.1	Modèle de charge 1 selon SIA 261 .....	21
6.1.1	Charge concentrée Q .....	21
6.1.2	Charge répartie q .....	21
<b>7</b>	<b>Tendances .....</b>	<b>22</b>
<b>8</b>	<b>Niveau de confiance.....</b>	<b>23</b>
	<b>Bibliographie .....</b>	<b>24</b>

# 1 Fiche de station

Station	Canton	RN	N° ASTRA	Filiale	UT	Directions	Voies
Denges	VD	A1	405 / 406	F1	II	2	2x3
Situation							
<p><b>406 : Direction Genève</b></p>  <p><b>405 : Direction Lausanne</b></p> 							
Enregistrements							
Type de fichiers :	Fichiers journaliers						
Format de fichiers :	NoASTRAANNEEMOISJOUR.extension						
Extension de fichiers :	*.V00, *.V01						
Filtre poids véhicules :	> 2994 kg						
Classification SWISS :	SWISS10						
Fichier de données							
Fichiers journaliers manquants	01.01.2021 – 05.08.2021 (406)						
Perte potentielle de données	06.08.2021 – 00 : 00 à 10 : 08 (406)						
<i>Evènements particuliers</i>							
Station 405 instable (fichiers manquants ou multiples pertes de données) entre le 15.09.2021 et le 23.11.2021 Station 406 à l'arrêt jusqu'au 06.08.2021 à 10 : 08							
<i>Décisions</i>							
Suppression des enregistrements du 16.09.2021 et du 23.11.2021 (405)							
<i>Concaténation</i>							
Nom de fichiers :	2021_405_concat.log ; 2021_406_concat.log						
Nombre d'enregistrements :	649'463 ; 405'888						
Nombre de jours effectifs :	295.0 (405) ; 147.6 (406)						

## 2 Intégrité des données

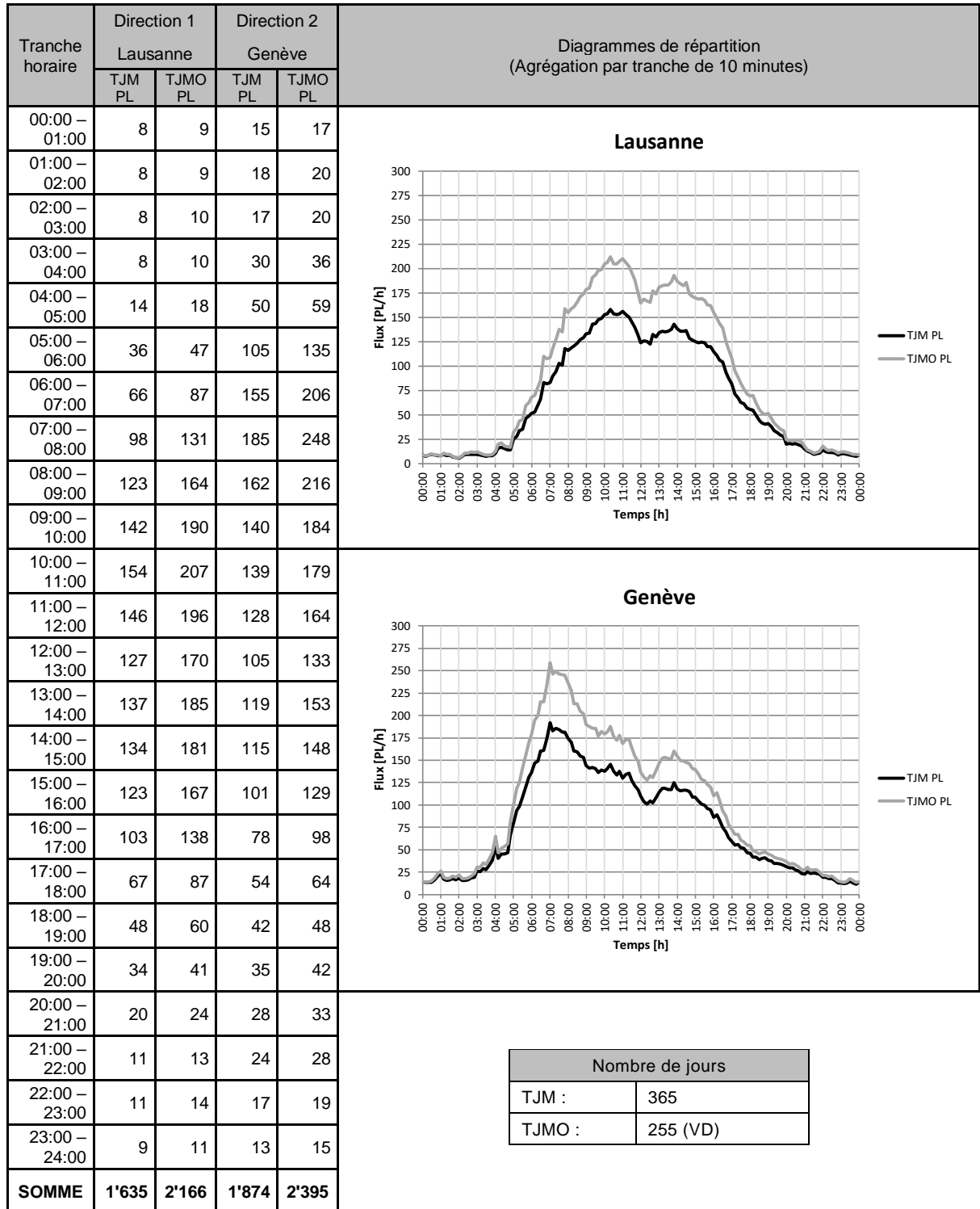
Documents de référence : [5] [6] [7] [8] [9] [10] [11]

<b>Filtre des données (démarche pas à pas)</b>	
1)	Véhicules de moins de 3.5 tonnes (256'081 enregistrements).
2)	501'254 enregistrements direction D1 (405). 553 enregistrements direction D2 (405). 296'809 enregistrements direction D1 (406). 654 enregistrements direction D2 (406).
3)	Longueur totale nulle (192 enregistrements).
4)	Longueur totale supérieure à 26.00m (13'378 enregistrements).
5)	Poids nul sur un des axes (71 enregistrements).
6)	Entraxe inférieur à 60cm (23'589 enregistrements).
7)	Poids total supérieur à 65 tonnes (647 enregistrements, hors grues mobiles).
8)	Poids sur un axe supérieur à 18 tonnes (426 enregistrements, hors grues mobiles).
9)	Longueur totale inférieure à 4.00m (888 enregistrements).
<i>Décisions</i>	
1)	Exclusion (2021_405_406_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 :	2021_405_406.log
Nombre d'enregistrements :	758'872
Nom de fichier d'exclusions :	2021_405_406_exclus.log
Nombre d'enregistrements :	40'398

Sur un total de 1'055'351 enregistrements, 256'081 ont été séparés en raison de leur appartenance aux véhicules légers (< 3.5 tonnes) et 40'398 enregistrements (5.05%) ont été exclus du jeu de données de base en raison d'incohérences potentielles de données.

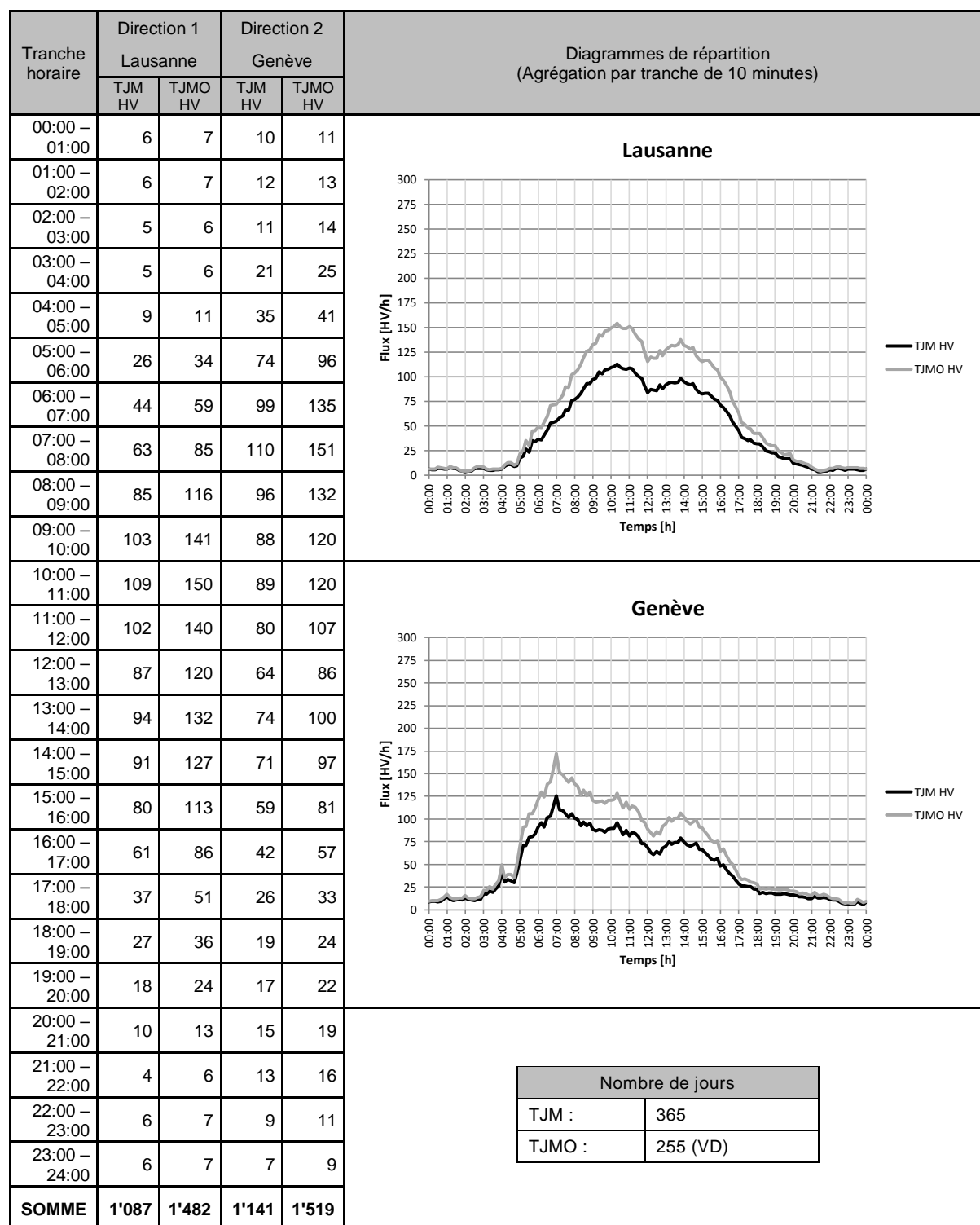
### 3 Traitements statistiques

#### 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)

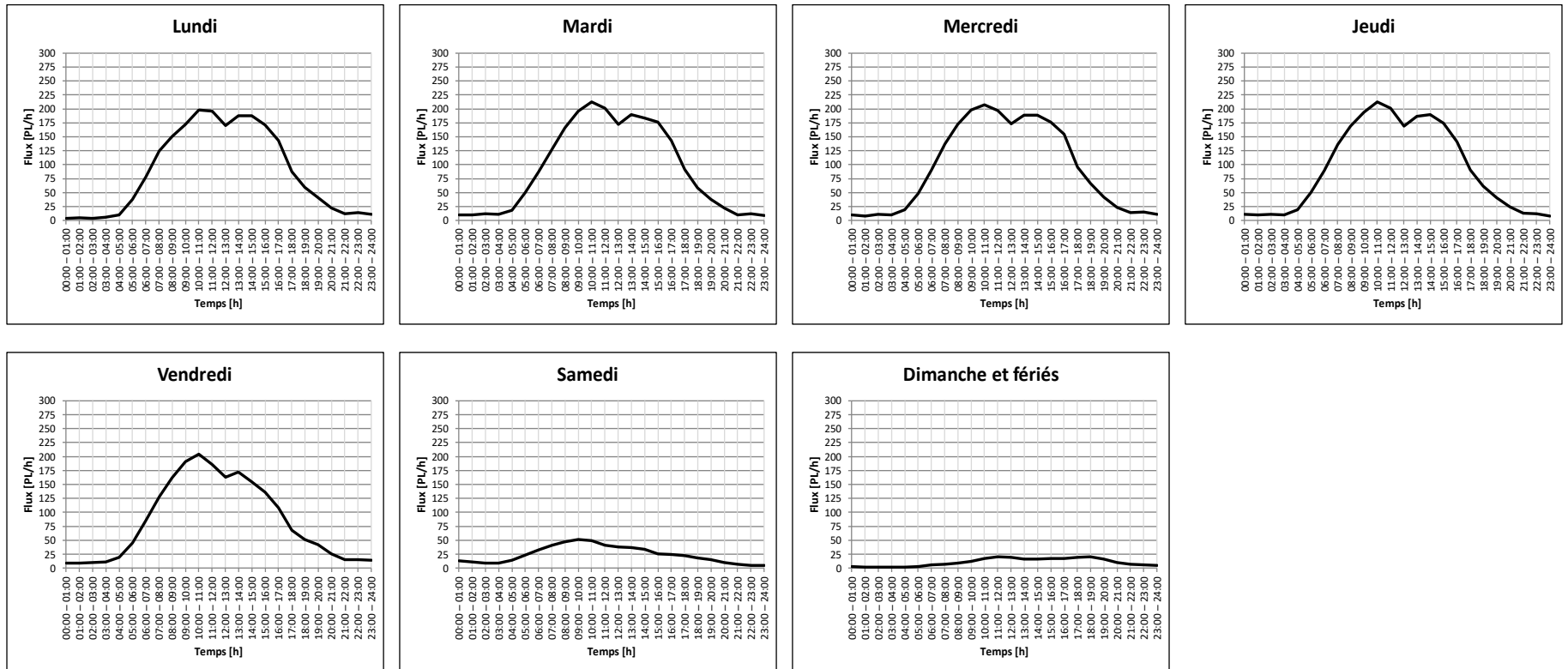


Remarque : Le calcul des répartitions horaires prend en compte l'intégrité des données (jours manquants et pertes de données).

### 3.3 Répartition horaire journalière

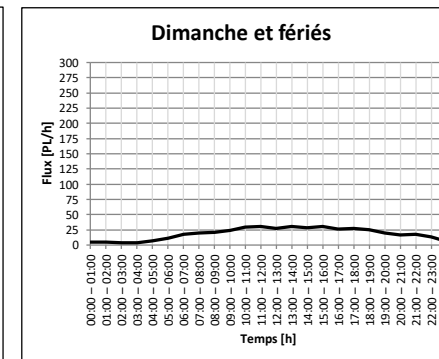
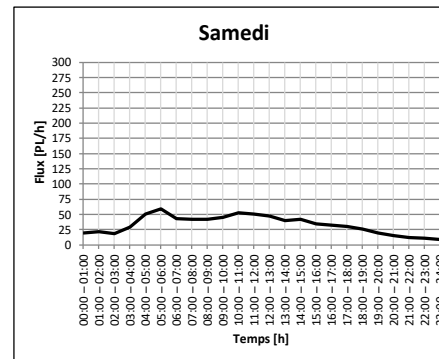
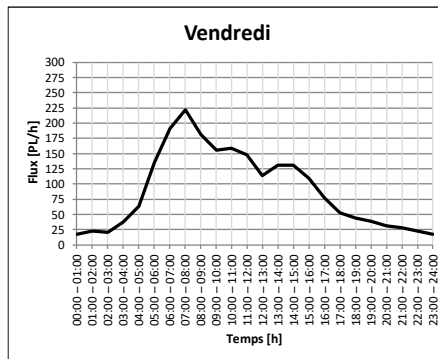
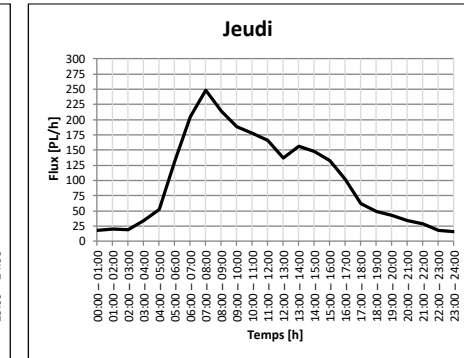
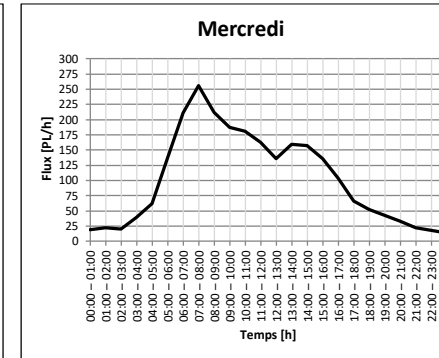
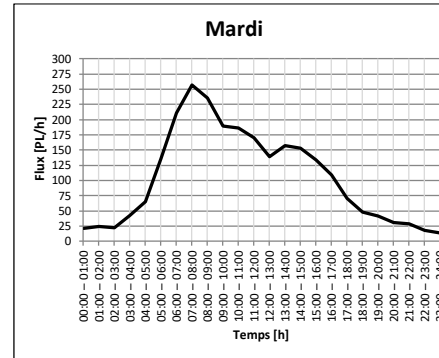
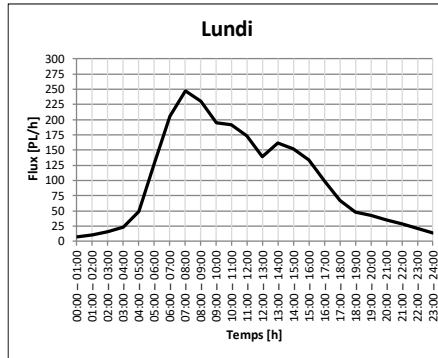
Jours	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche et fériés
Nombre (VD)	49	52	52	51	51	50	60

**Direction 1 : Lausanne** (Agrégation par heure)





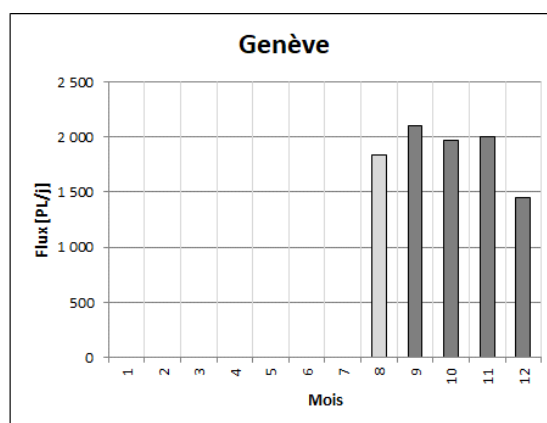
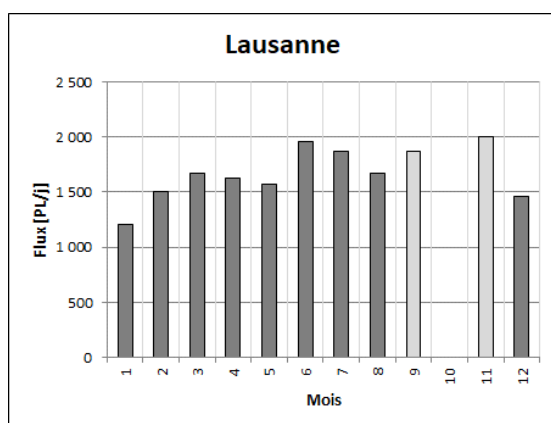
**Direction 2 : Genève** (Agrégation par heure)



## 3.4 Détection de véhicules

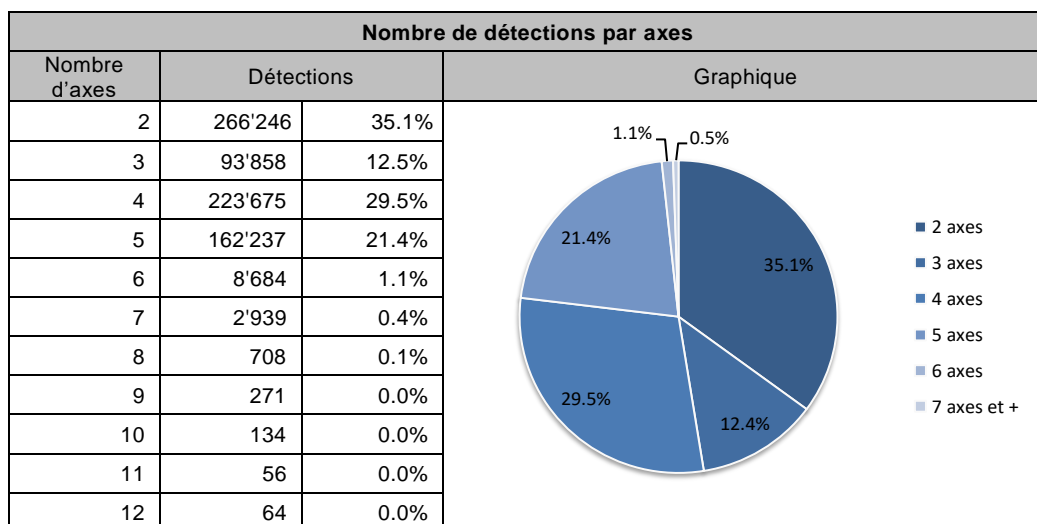
### 3.4.1 Par mois

Nombre de détections par mois		
Mois	Direction 1 : Lausanne	Direction 2 : Genève
Janvier	37'228	-
Février	41'988	-
Mars	51'786	-
Avril	48'789	-
Mai	48'712	-
Juin	58'796	-
Juillet	57'999	-
Août	51'669	47'074
Septembre	26'182	63'213
Octobre	-	61'151
Novembre	13'988	60'047
Décembre	45'234	45'016



*Remarque : Le calcul des répartitions mensuelles prend en compte l'intégrité des données (jours manquants et pertes de données). Mois de août (406), septembre (405) et novembre (405) : valeurs de détections non estimées, valeurs journalières estimées.*

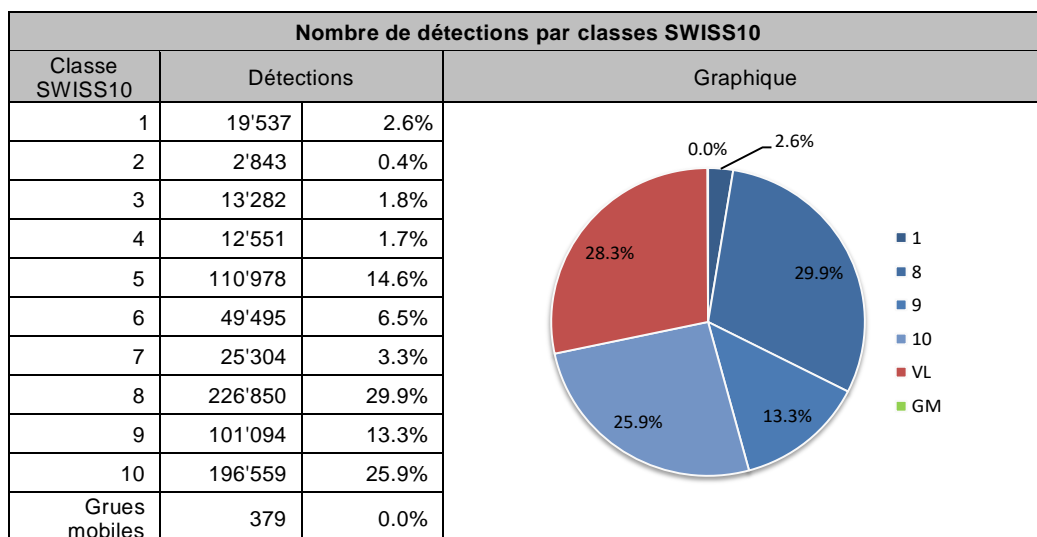
### 3.4.2 Par nombre d'axes



### 3.4.3 Par classes SWISS10

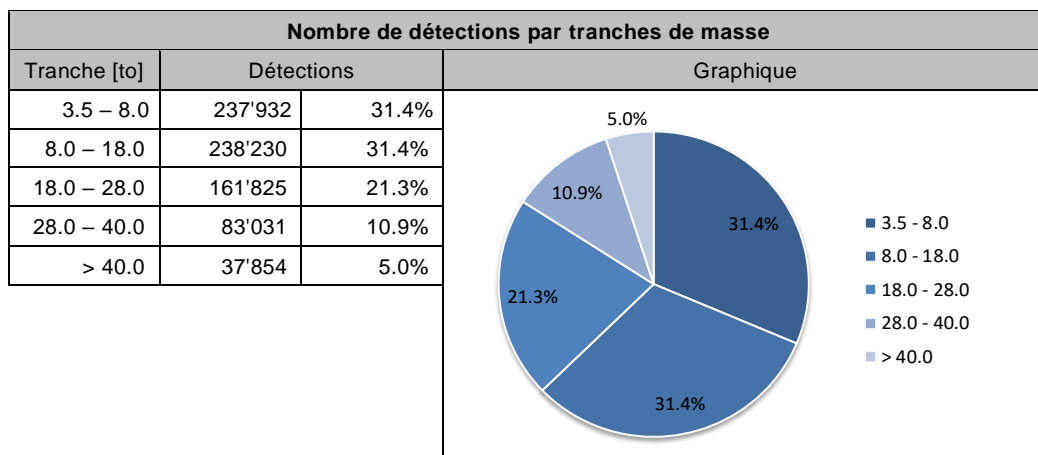
#### Classes de véhicules Swiss 10 [4]

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 214'453 enregistrements (classes 2 à 7, 28.3%) 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	0 - - - - 0		8	132'455	17.5%
S/S	<i>Non-cohérent</i>			121'782	16.0%
S/S/Tr	0 - - - - 0 + - - - - 000		10	86'475	11.4%
S/S/Ta	0 - - - - 0 + - - - - 00		10	74'071	9.8%
S/S/Ta	<i>Non-cohérent</i>			51'319	6.8%
S/S/S/S	0 - - - - 0 + 0 - - - - 0		9	34'774	4.6%
S/Ta	0 - - - - 00		8	31'401	4.1%
Ta/Ta	00 - - - 00		8	30'787	4.1%
S/S/S	<i>Non-cohérent</i>			23'607	3.1%
S/Ta/S/S	0 - - - - 00 + 0 - - - - 0		9	22'713	3.0%
S/S/Ta	0 - - - - 0 + - - - - 00 - -		9	17'849	2.4%
S/S/S	0 - - - - 0 + - - - - 0 - -		10	16'837	2.2%
S/S	0 - - - - 0		1	11'163	1.5%
S/S/Tr	0 - - - - 0 + - - - - 000 - -		9	10'798	1.4%
Ta/Tr	00 - - - 000		Non-classé (8)	9'812	1.3%
S/Ta	<i>Non-cohérent</i>			9'183	1.2%
S/S/Tr	<i>Non-cohérent</i>			8'596	1.1%
Autres silhouettes selon SN 640 320					
S/Ta/Ta	0 - - - - 00 + - - - - 00 - -		9	5'534	0.7%
S/Ta	0 - - - - 00		1	4'709	0.6%
S/S/S/S	0 - - - - 0 + - - - - 0 - 0		10	3'715	0.5%
S/S/S/Ta	0 - - - - 0 + 0 - - - - 00		9	983	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 : Lausanne			Direction 2 : Genève			Sur la base de :
	1	2	3	3	2	1	
2x3 voies	19.0%	27.7%	NI	NI	34.6%	18.7%	Nombre de détections
	21.5%	26.1%	NI	NI	31.7%	20.6%	Masse totale
	21.3%	24.2%	NI	NI	32.1%	22.3%	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 : Lausanne	Direction 2 : Genève	Norme 2019	Direction 1 : Lausanne	Direction 2 : Genève	Norme 2019
	0.63	0.77	0.7	0.59	0.74	0.6
	1.28	1.52	1.4	1.80	2.16	2.1
	1.18	1.27	1.5	2.05	2.22	2.7
	2.62	2.71	1.9	6.23	6.40	3.0
	0.90	1.64	0.5	0.78	1.60	0.5
	1.10	2.12	1.7	1.02	2.12	1.8
	1.01	1.46	1.7	1.05	1.62	1.8
	2.63	2.50	1.8	3.34	3.18	2.2
	1.45	2.30	2.0	1.40	2.31	2.2
	1.55	2.22	2.0	1.63	2.42	1.9
	3.47	1.82	1.7	3.87	1.94	1.6
	1.48	2.11	1.7	1.81	2.61	1.6
	1.42	1.85	1.3	1.97	2.69	1.0
	1.91	2.55	2.5	1.99	2.72	2.6
	0.90	1.27	1.2	1.17	1.77	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 : Lausanne	Direction 2 : Genève	Norme 2019	Direction 1 : Lausanne	Direction 2 : Genève	Norme 2019
1 : Bus, car	1.65	2.12	2.3	1.86	2.41	2.3
8 : Camion	0.83	0.99	0.9	1.13	1.24	1.0
9 : Train routier	1.63	2.16	1.9	1.85	2.47	2.0
10 : Véhicule articulé	1.82	1.98	1.7	2.20	2.40	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 : Lausanne	Direction 2 : Genève	Norme 2019	Direction 1 : Lausanne	Direction 2 : Genève	Norme 2019
Silhouettes (2-6 axes)	1.15	1.20	1.6	1.51	1.50	1.7
	98.0%	98.4%		96.4%	98.4%	
Catégories	1.40	1.60		1.71	1.92	
	69.2%	62.6%		69.3%	62.6%	
Classes	1.41	1.60		1.79	1.96	
	67.7%	60.7%		67.7%	60.7%	

## 4.5 Classe de trafic pondéral équivalent actuelle selon SN 640 324

### *Chaussées souples et semi-rigides*

#### Direction 1 : Lausanne

$$TF_0 = \frac{482'371 \text{ PL}}{295.0 \text{ jours}} \cdot 1.15 \cdot \frac{24.2\%}{45.6\%} = 1'005 \text{ ESAL/jour} \rightarrow \text{Trafic de classe T5 : Très lourd}$$

#### Direction 2 : Genève

$$TF_0 = \frac{276'501 \text{ PL}}{147.6 \text{ jours}} \cdot 1.20 \cdot \frac{32.1\%}{54.4\%} = 1'332 \text{ ESAL/jour} \rightarrow \text{Trafic de classe T5 : Très lourd}$$

### *Chaussées rigides et combinées*

#### Direction 1 : Lausanne

$$TF_0 = \frac{482'371 \text{ PL}}{295.0 \text{ jours}} \cdot 1.44 \cdot \frac{24.2\%}{45.6\%} = 1'255 \text{ ESAL/jour} \rightarrow \text{Trafic de classe T5 : Très lourd}$$

#### Direction 2 : Genève

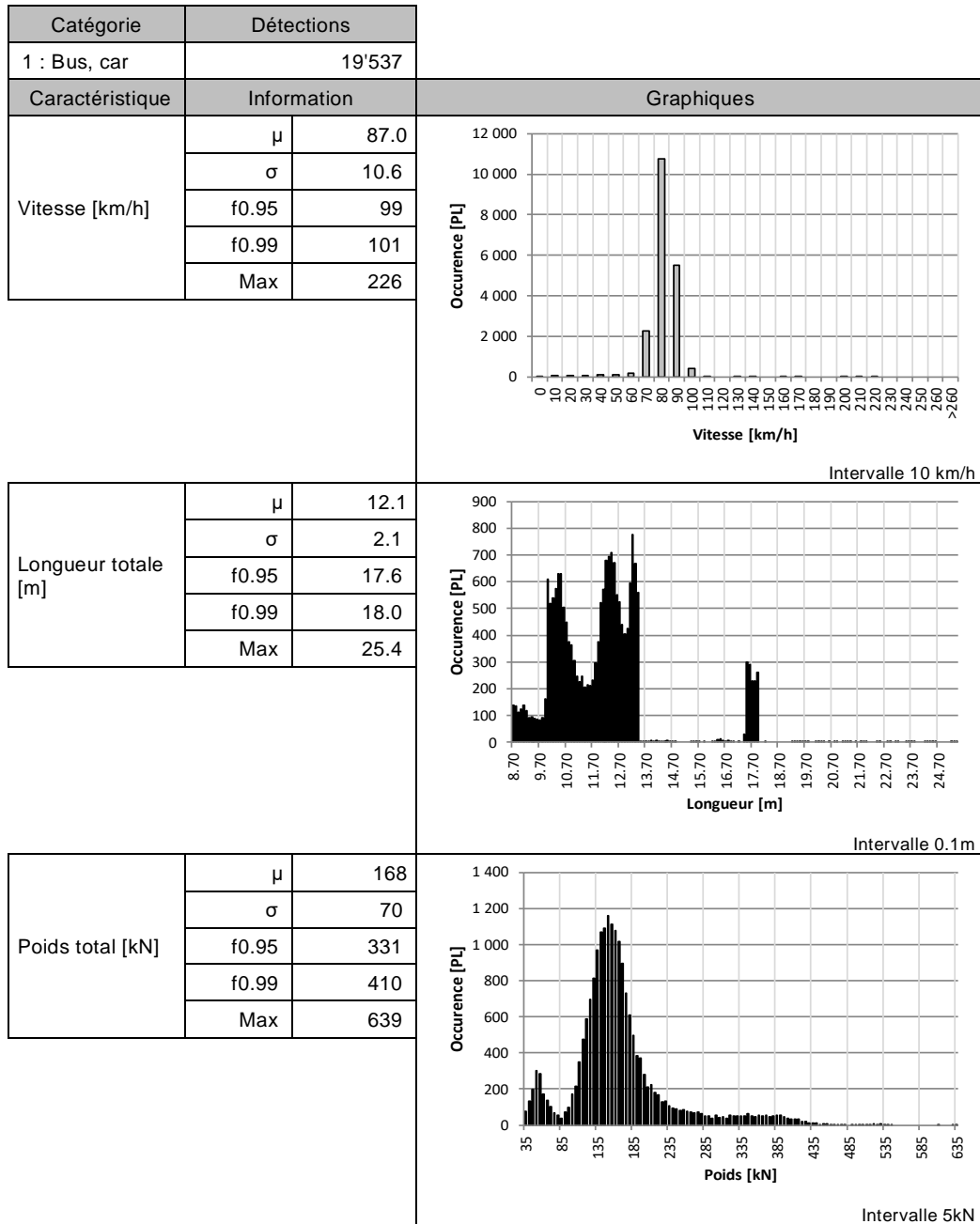
$$TF_0 = \frac{276'501 \text{ PL}}{147.6 \text{ jours}} \cdot 1.50 \cdot \frac{32.1\%}{54.4\%} = 1'657 \text{ ESAL/jour} \rightarrow \text{Trafic de classe T5 : Très lourd}$$

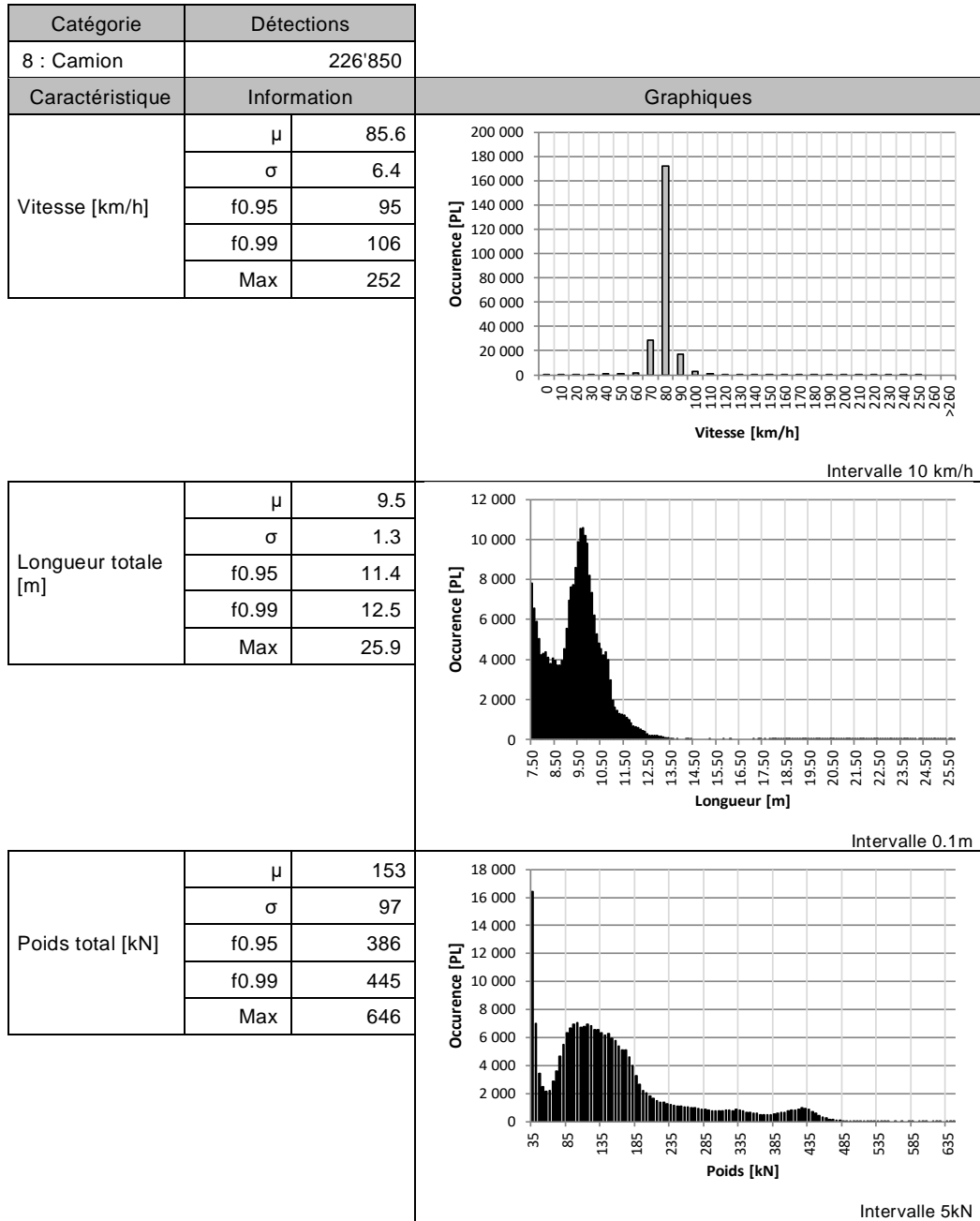
## 4.6 Tendances pour l'estimation du taux d'accroissement annuel

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

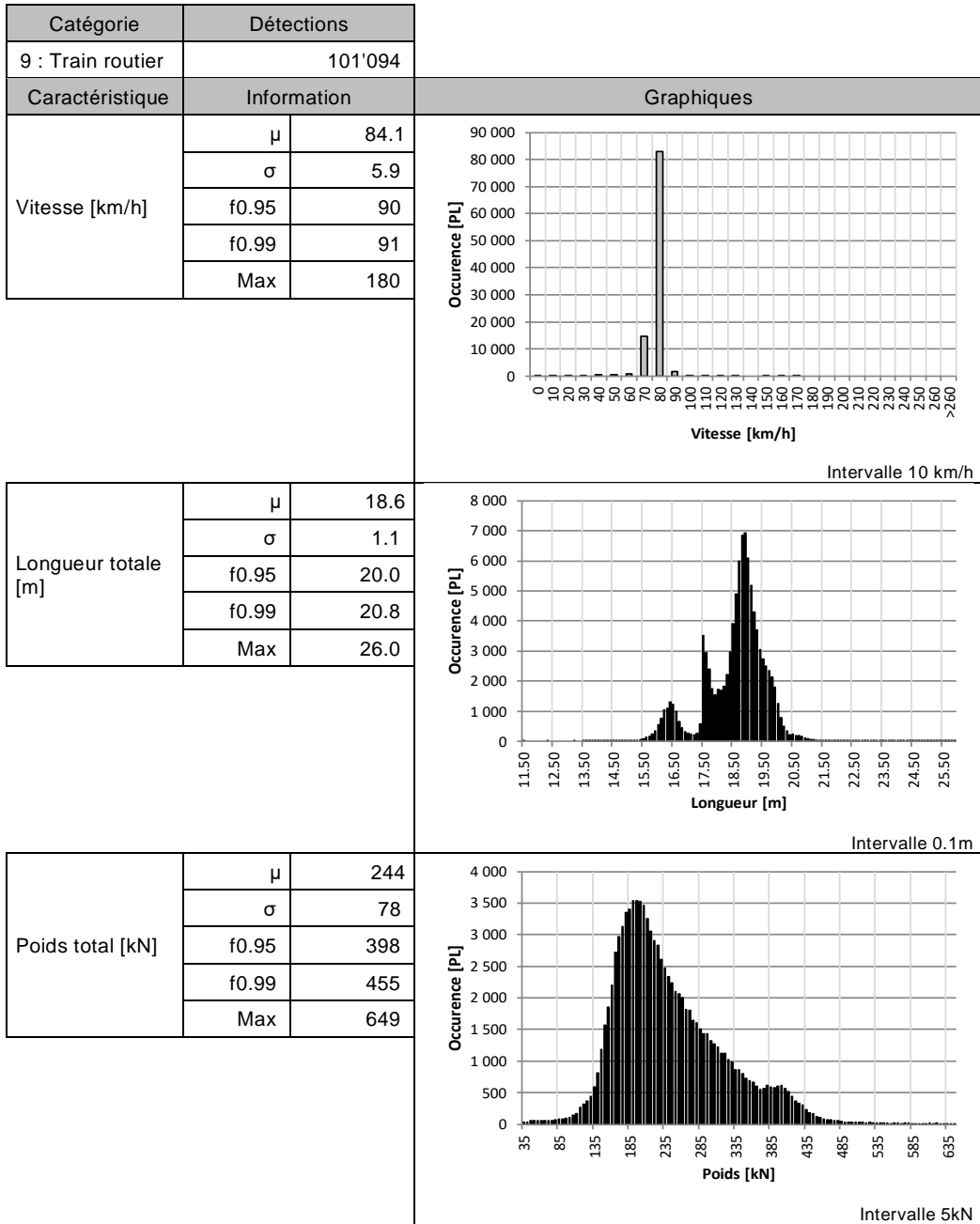
## 5 Caractéristiques des poids lourds

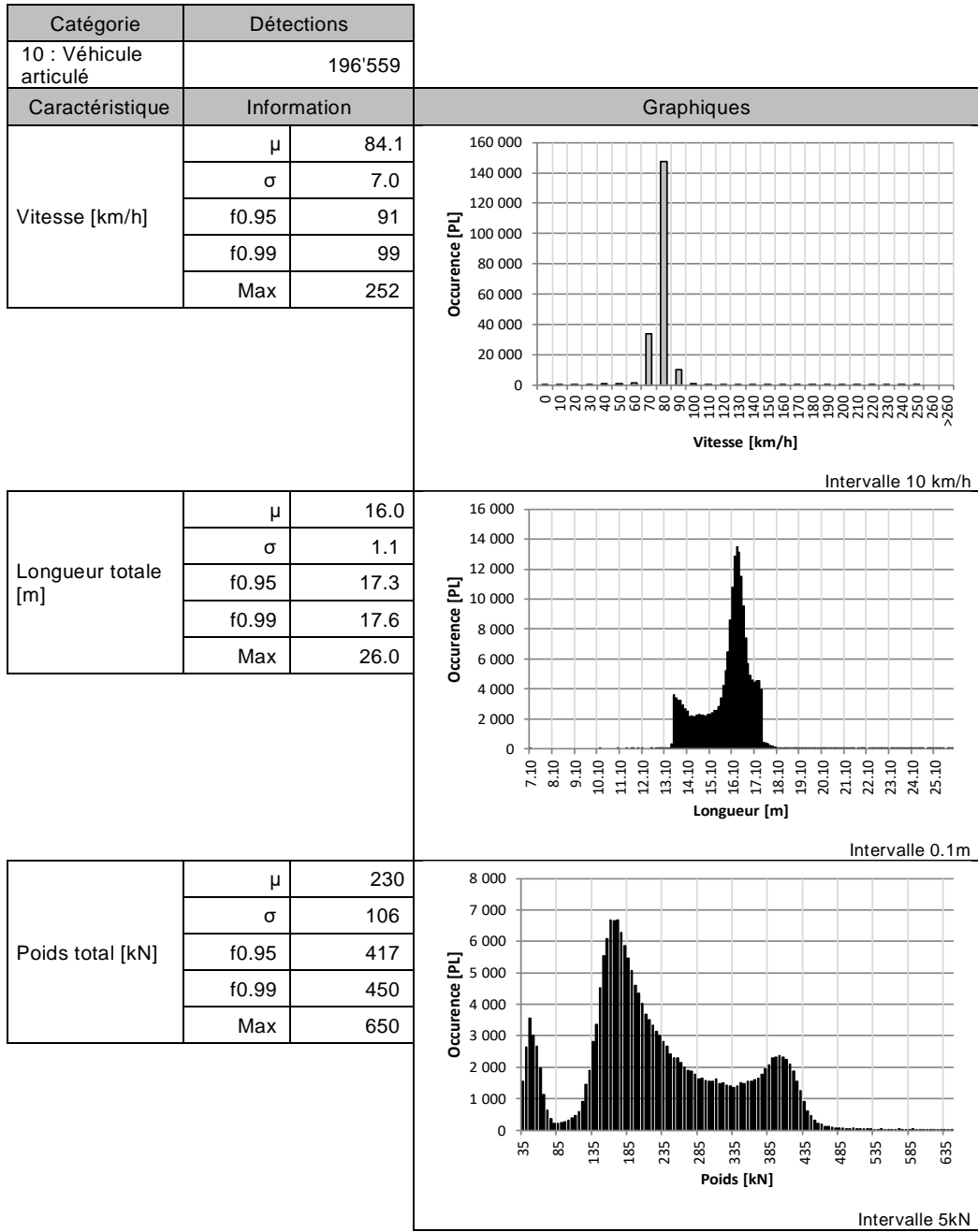
### 5.1 Caractéristiques des catégories de poids lourds





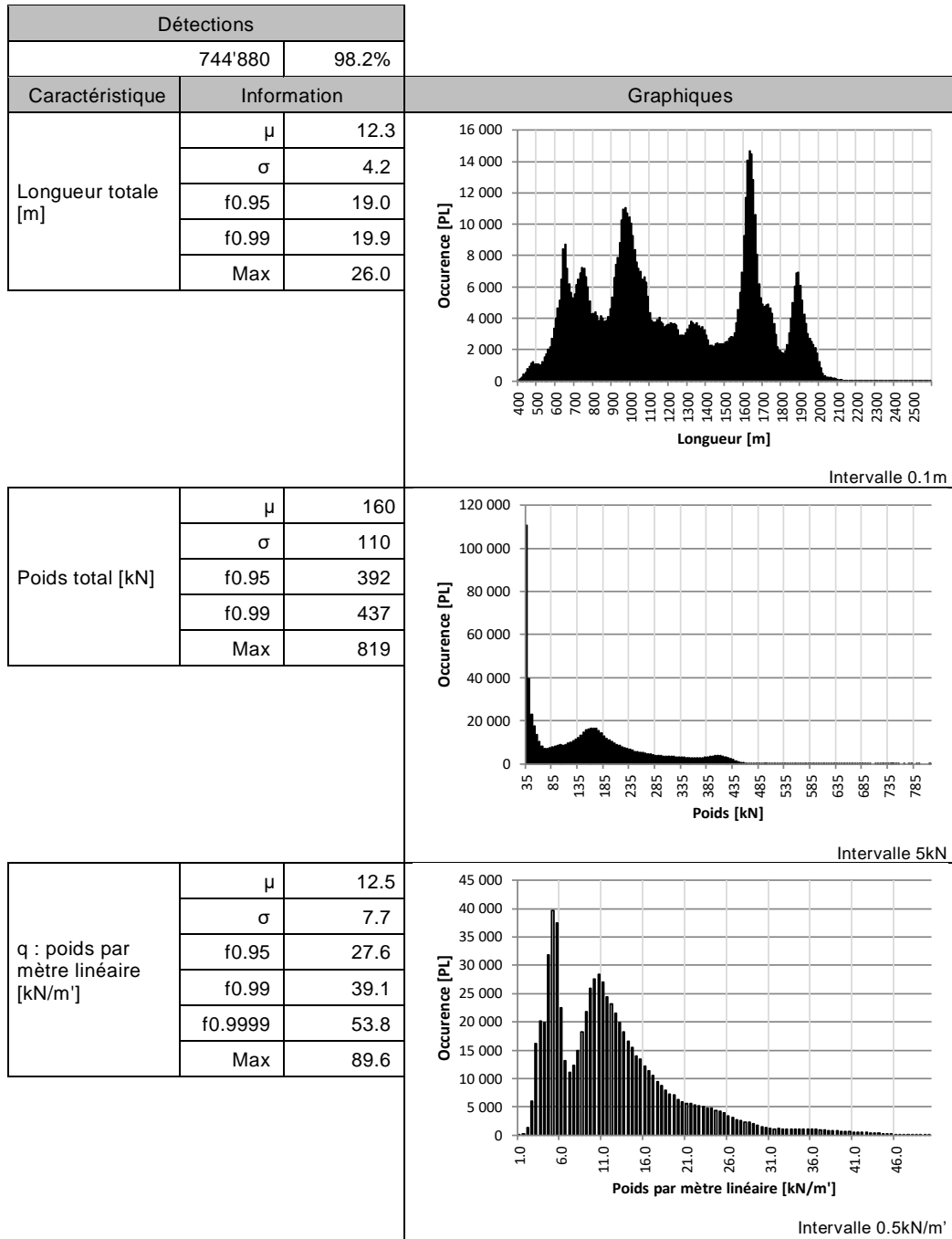


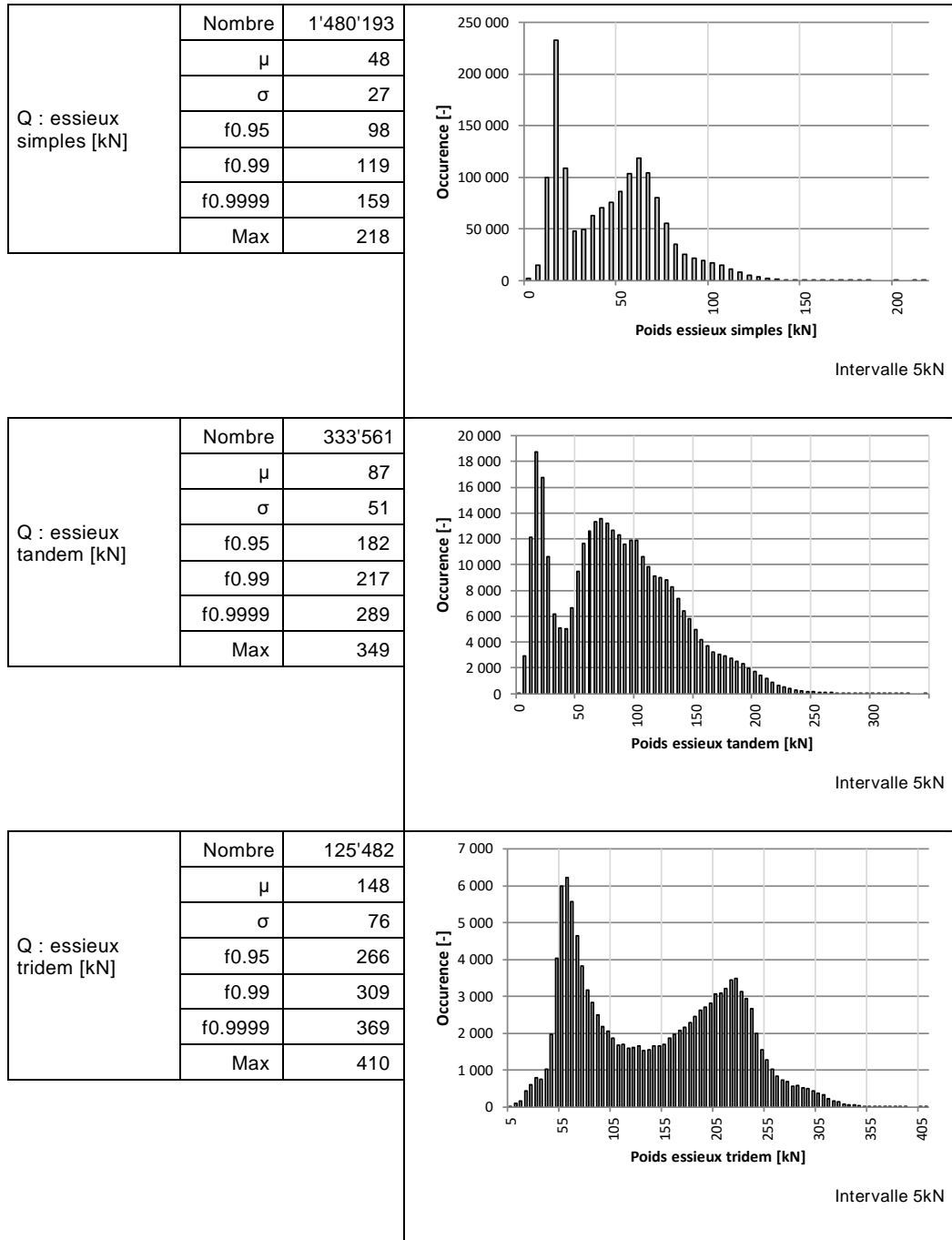




## 5.2 Caractéristiques globales de l'échantillon

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



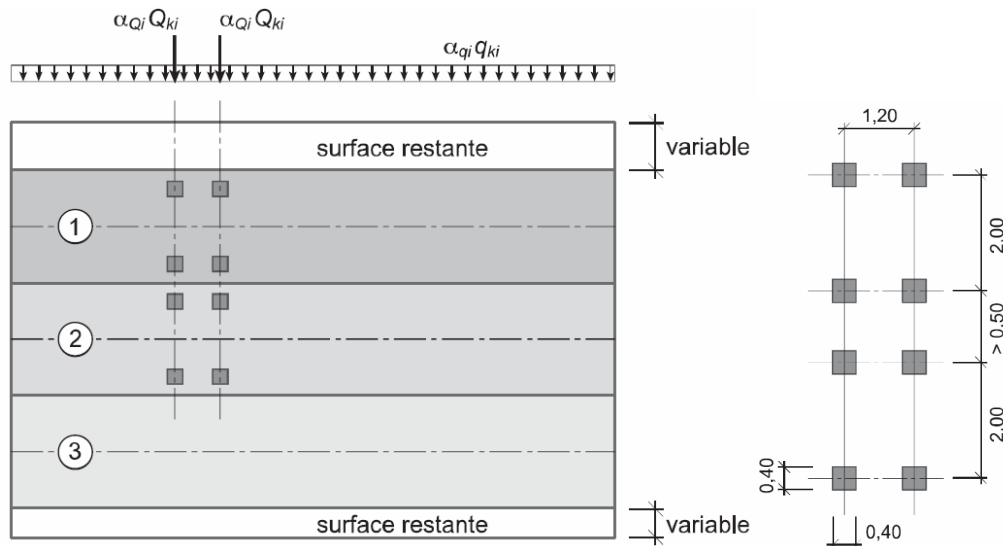


## 6 Modèle selon norme SIA 261

Document de référence : [3]

Les données considérées sont celles des silhouettes détectées de 2 à 6 axes, soit 98.2% 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	48	48	98	119	159
Tandem	87	44	182 (91)	217 (109)	289 (145)
Tridem	148	49	266 (89)	309 (103)	369 (123)

#### 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	27.6	39.1	53.8
Poids par surface (largeur 3 m) [kN/m²]	4.2	9.2	13.0	17.9

## 7 Tendances

Les tendances de la station ne sont pas décrites en raison de l'instabilité de la station 405 et des manques de données de la station 406.

## 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 :	01-02.12.2021 – Direction Lausanne 01-02.12.2021 – Direction Genève	
Facteurs de corrections relevés :	Direction Lausanne : -8.00% / -9.15% Direction Genève : -7.53% / -9.42%	
Application du facteur de correction :	Direction Lausanne : Oui / Oui Direction Genève : Oui / Oui	
Niveau de confiance à la calibration :	Direction Lausanne : Très bon / Bon Direction Genève : Très bon / Bon	
Données pouvant être utilisées pour référence :	Direction Lausanne : - Direction Genève : -	
Constatations sur la base du traitement des données WIM		
Pertes de données :	70/218 jours	
Exclusions :	5.05%	
Cohérence globale des valeurs :	Ecarts mesurables	
Cohérence des tendances de la station :	Ecarts mesurables	
Classification SWISS10, VT $\geq$ 3.5 to :	28.3%	
Silhouettes incohérentes :	32.6% dont 29.7% potentiellement dus à la classification SWISS10 2.9% d'autres incohérences	
Propositions		
La confiance dans les données de la station est satisfaisante à mauvaise. Une amélioration de la précision des mesures est nécessaire. 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.
-