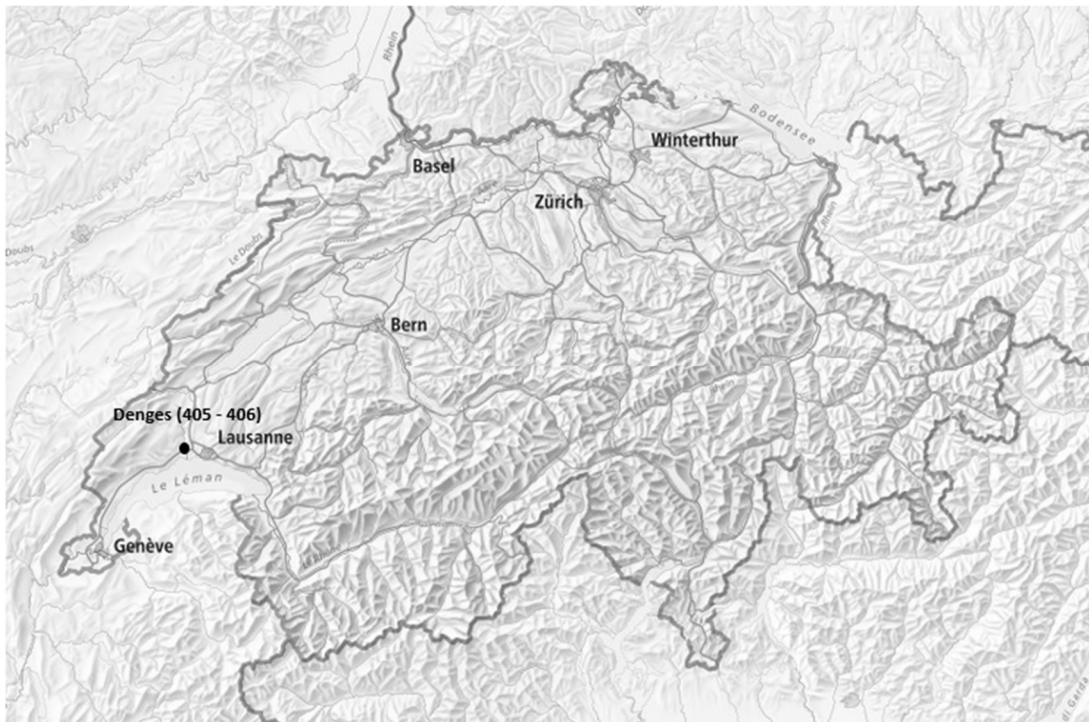




## Denges - 2022

### *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\_405\_406

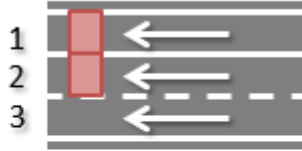

Version 1

Créé le 17.10.2023 – 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>6</b>
<b>3</b>	<b>Traitements statistiques.....</b>	<b>7</b>
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
<b>4</b>	<b>Modèle selon norme VSS 40 320 .....</b>	<b>14</b>
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 VSS 40 324 .....	15
4.6	Tendance pour l'estimation du taux d'accroissement annuel .....	15
<b>5</b>	<b>Caractéristiques des poids lourds .....</b>	<b>16</b>
5.1	Caractéristiques des catégories de poids lourds .....	16
5.2	Caractéristiques globales de l'échantillon.....	20
<b>6</b>	<b>Modèle selon norme SIA 261 .....</b>	<b>22</b>
6.1	Modèle de charge 1 selon SIA 261 .....	22
6.1.1	Charge concentrée Q .....	22
6.1.2	Charge répartie q .....	22
<b>7</b>	<b>Tendances.....</b>	<b>23</b>
<b>8</b>	<b>Niveau de confiance .....</b>	<b>24</b>
	<b>Bibliographie .....</b>	<b>25</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	24.10.2022 (405) 24.10.2022 – 25.10.2022 (406) 08.12.2022 – 12.12.2022 (405) 15.12.2022 (405)						
Perte potentielle de données	09.07.2022 – 00:19 à 06:09 (406) 21.10.2022 – 02:29 à 03:00 (406) 21.10.2022 – 02:51 à 03:00 (405) 22.10.2022 – 02:59 à 03:00 (405) 23.10.2022 – 02:59 à 03:00 (405) 26.10.2022 – 21:19 à 00:00 (406) 27.10.2022 – 00:00 à 00:45 (406) 27.10.2022 – 02:59 à 03:00 (406) 24.11.2022 – 02:59 à 03:00 (405) 04.12.2022 – 02:06 à 08:36 (405) 04.12.2022 – 08:38 à 09:57 (405) 04.12.2022 – 09:57 à 11:39 (405) 04.12.2022 – 12:10 à 13:39 (405) 04.12.2022 – 13:59 à 15:09 (405) 06.12.2022 – 04:30 à 06:04 (405) 07.12.2022 – 03:53 à 06:18 (405) 07.12.2022 – 09:18 à 00:00 (405) 13.12.2022 – 00:00 à 16:28 (405) 14.12.2022 – 00:45 à 00:00 (405) 16.12.2022 – 00:00 à 10:01 (405) 16.12.2022 – 10:03 à 10:04 (405) 24.12.2022 – 01:59 à 02:00 (405) 25.12.2022 – 06:25 à 07:27 (405)						
<i>Evènements particuliers</i>							
Erreur d'enregistrements : 01.11.2022 entre 01:16 et 01:25 (406)							
Erreur d'enregistrements : 02.11.2022 entre 01:14 et 01:25 (406)							
Erreur d'enregistrements : 03.11.2022 entre 01:18 et 01:26 (406)							
<i>Décisions</i>							

Suppression des enregistrements entre les heures mentionnées (01.11.2022 / 02.11.2022 / 03.11.2022)	
<i>Concaténation</i>	
Nom de fichiers :	2022_405_concat.log ; 2022_406_concat.log
Nombre d'enregistrements :	871'134 (405) ; 881'644 (406)
Nombre de jours effectifs :	353.6 (405) ; 362.6 (406)

## 2 Intégrité des données

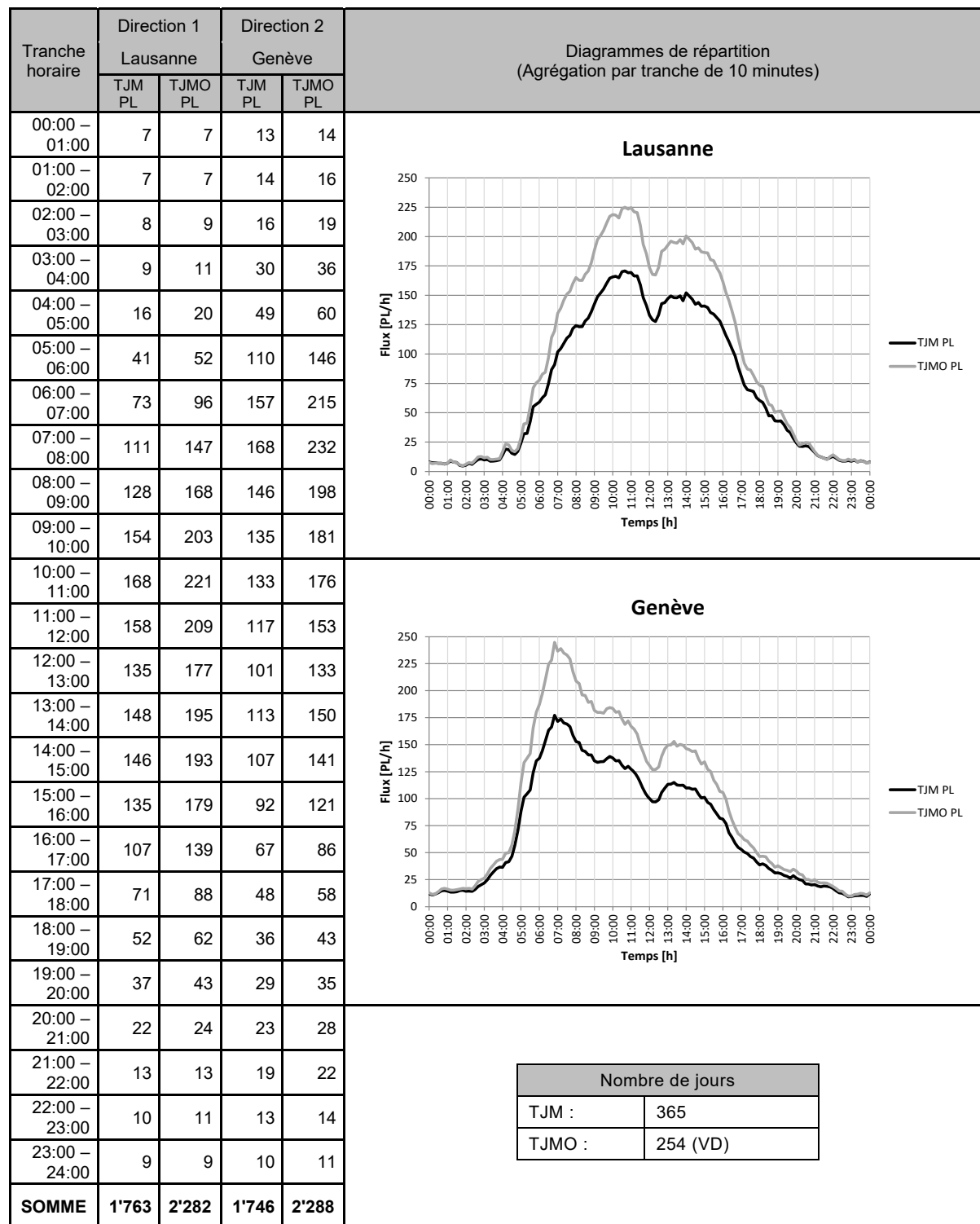
Documents de référence : [5] [6] [7] [8] [9] [10] [11]

Filtre des données (démarche pas à pas)	
1)	Véhicules de moins de 3.5 tonnes (427'097 enregistrements).
2)	654'213 enregistrements direction D1 (405). 647 enregistrements direction D2 (405). 669'248 enregistrements direction D1 (406). 1'573 enregistrements direction D2 (406).
3)	Longueur totale nulle (390 enregistrements).
4)	Longueur totale supérieure à 26.00m (22'428 enregistrements).
5)	Poids nul sur un des axes (200 enregistrements).
6)	Entraxe inférieur à 60cm (41'546 enregistrements).
7)	Poids total supérieur à 65 tonnes (923 enregistrements, hors grues mobiles).
8)	Poids sur un axe supérieur à 18 tonnes (132 enregistrements, hors grues mobiles).
9)	Longueur totale inférieure à 4.00m (1'701 enregistrements).
<i>Décisions</i>	
1)	Exclusion (2022_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 :	2022_405_406.log
Nombre d'enregistrements :	1'256'141
Nom de fichier d'exclusions :	2022_405_406_exclus.log
Nombre d'enregistrements :	69'540

Sur un total de 1'752'778 enregistrements, 427'097 ont été séparés en raison de leur appartenance aux véhicules légers (< 3.5 tonnes) et 69'540 enregistrements (5.25%) ont été exclus du jeu de données de base en raison d'incohérences potentielles de données.

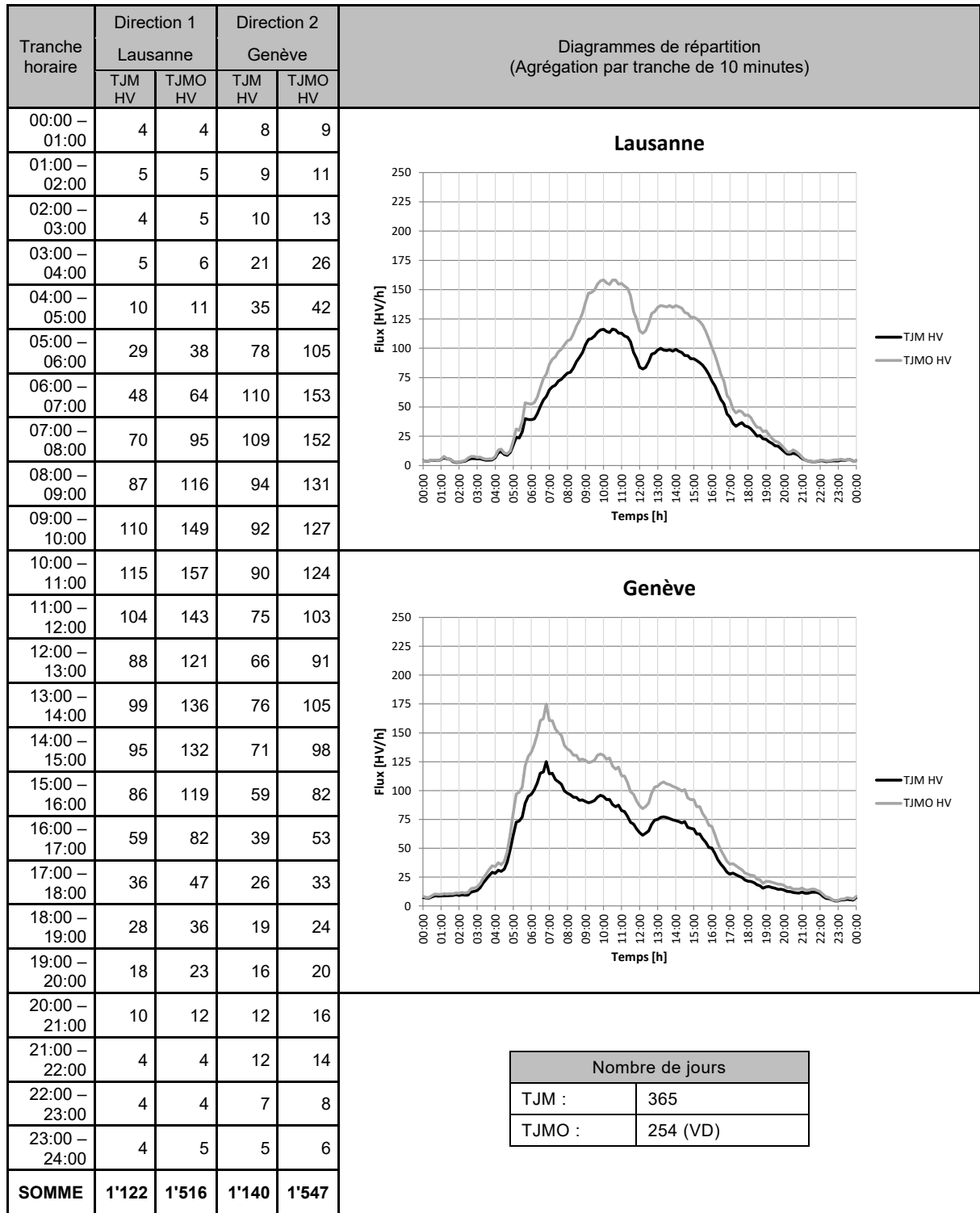
## 3 Traitements statistiques

### 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)



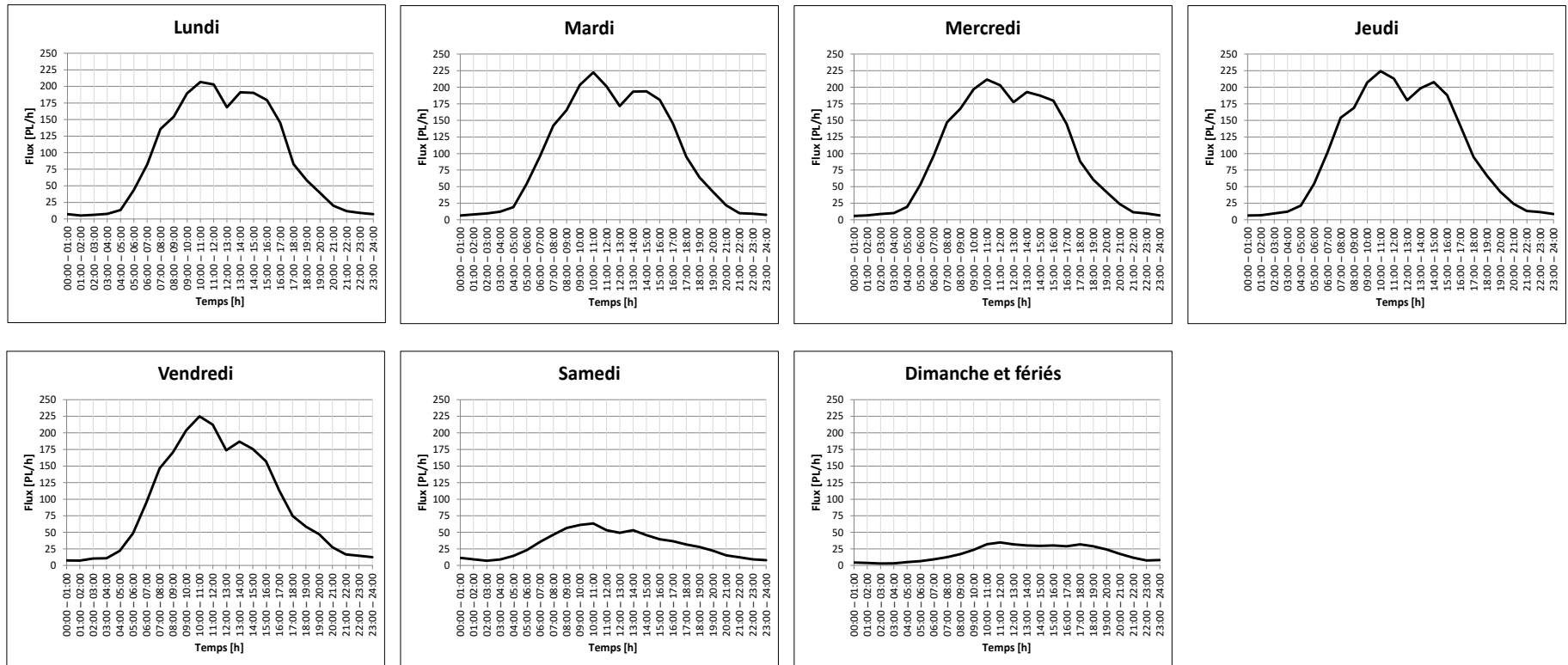
Remarque : Le calcul des répartitions horaires prend en compte l'intégrité des données (jours manquants et pertes de données).



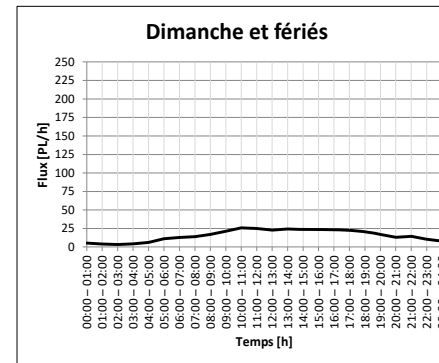
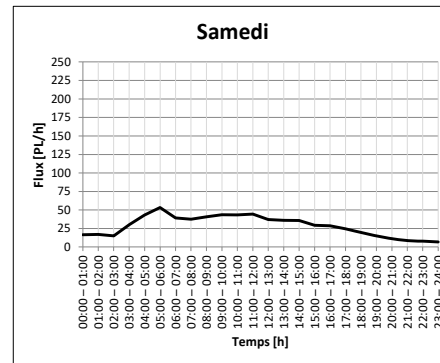
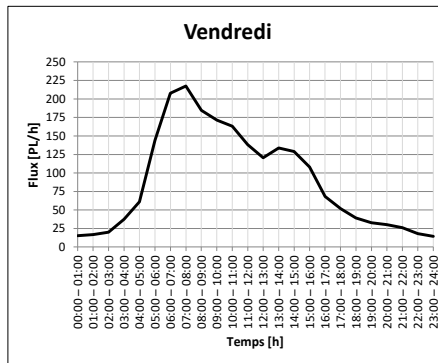
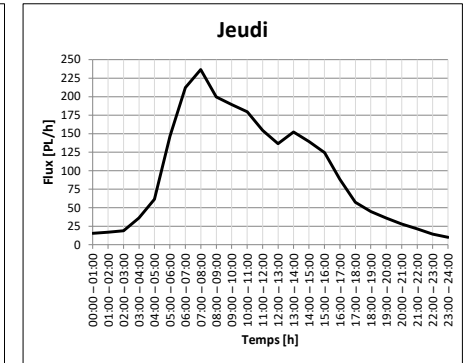
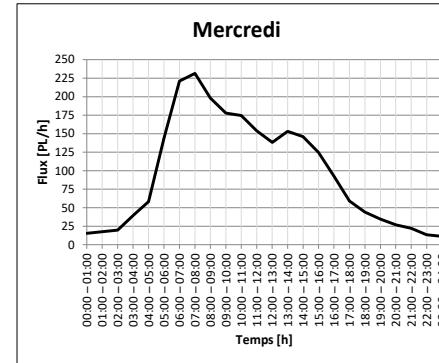
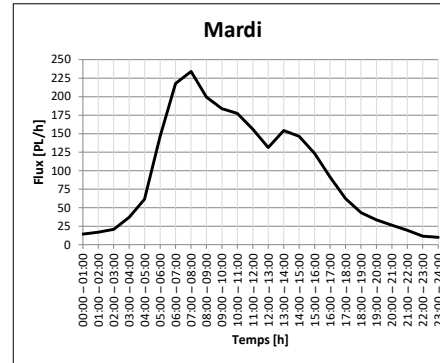
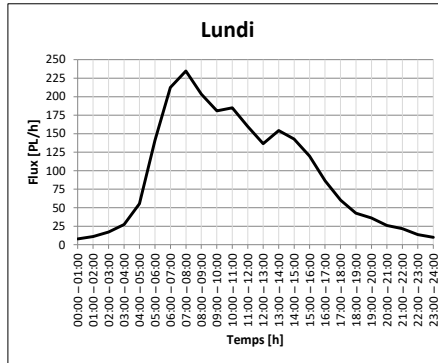
### 3.3 Répartition horaire journalière

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

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



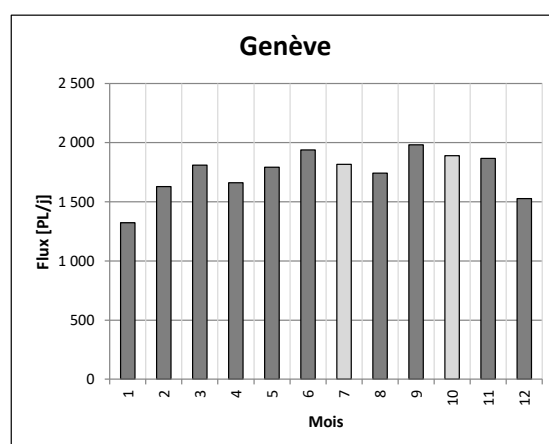
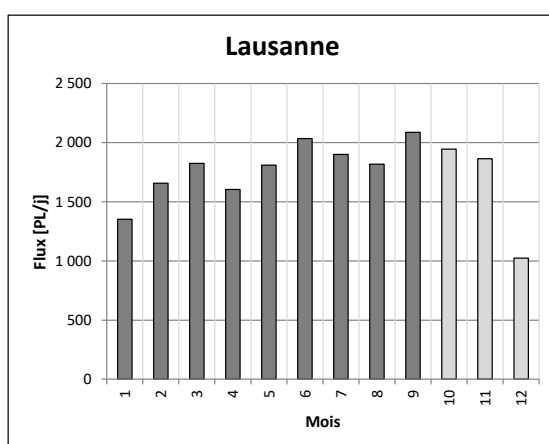
**Direction 2 : Genève** (Agrégation par heure)



## 3.4 Détection de véhicules

### 3.4.1 Par mois

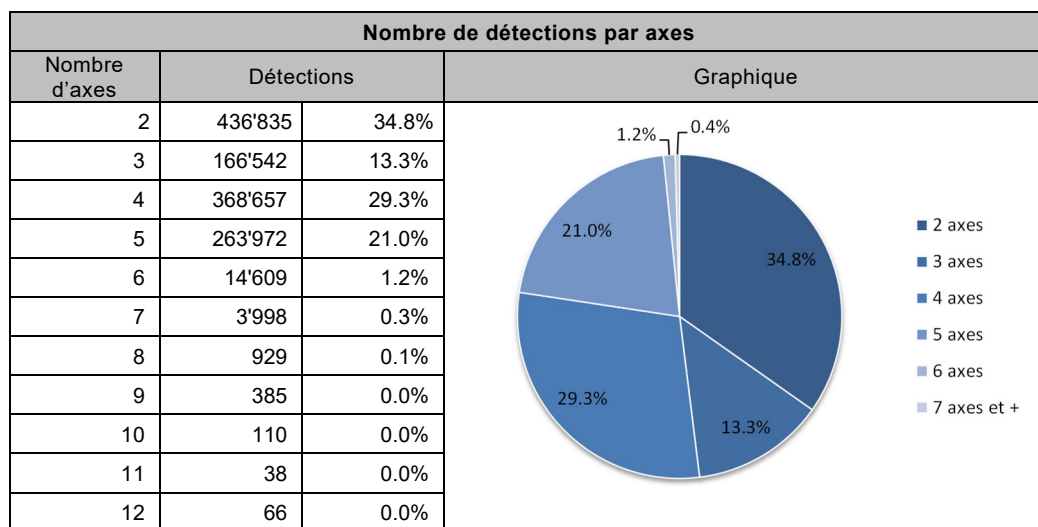
Nombre de détections par mois		
Mois	Direction 1 : Lausanne	Direction 2 : Genève
Janvier	41'941	41'043
Février	46'382	45'606
Mars	56'563	56'102
Avril	48'116	49'847
Mai	56'125	55'536
Juin	61'058	58'178
Juillet	58'913	55'906
Août	56'352	54'035
Septembre	62'641	59'450
Octobre	58'347	52'602
Novembre	55'920	55'969
Décembre	22'126	47'383



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

*Instabilité vraisemblable de la station 405 en décembre.*

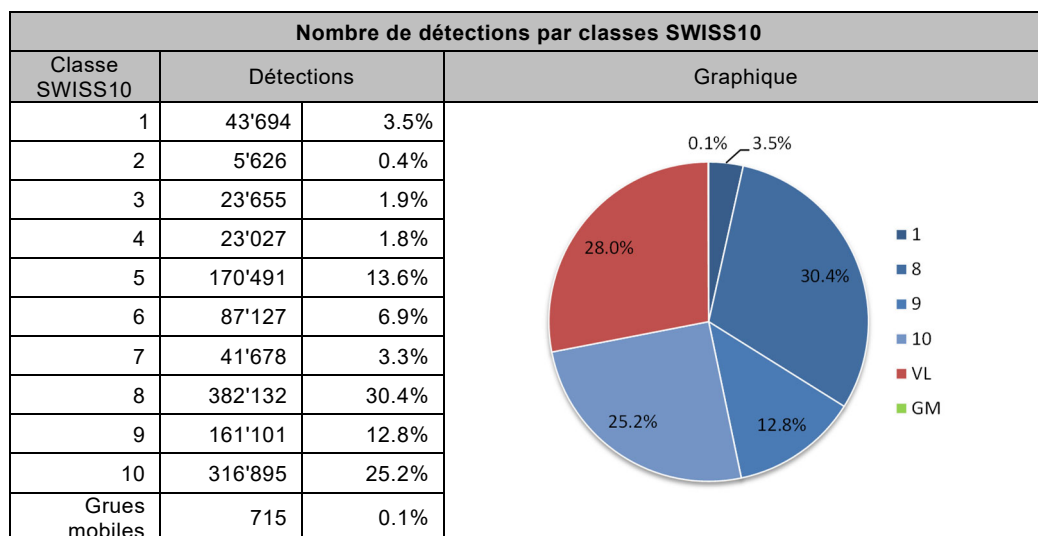
### 3.4.2 Par nombre d'axes



### 3.4.3 Par classes SWISS10

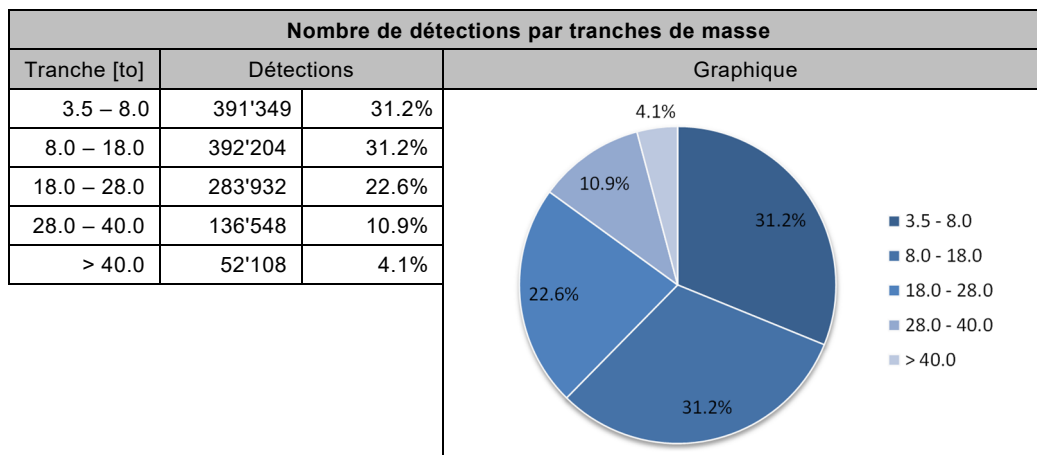
#### Classes de véhicules Swiss 10 [4]

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 351'604 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	0 - - - - 0		8	219'261	17.5%
S/S	<i>Non-cohérent</i>			187'621	14.9%
S/S/Tr	0 - - - - 0 + - - - - 000		10	132'679	10.6%
S/S/Ta	0 - - - - 0 + - - - - 00		10	119'346	9.5%
S/S/Ta	<i>Non-cohérent</i>			90'908	7.2%
Ta/Ta	00 - - - 00		8	53'491	4.3%
S/S/S/S	0 - - - - 0 + 0 - - - - 0		9	52'325	4.2%
S/Ta	0 - - - - 00		8	50'793	4.0%
S/S/S	<i>Non-cohérent</i>			42'587	3.4%
S/Ta/S/S	0 - - - - 00 + 0 - - - - 0		9	39'142	3.1%
S/S	0 - - - - 0		1	28'054	2.2%
S/S/Ta	0 - - - - 0 + - - - 00 - -		9	27'549	2.2%
S/S/S	0 - - - - 0 + - - 0 - -		10	26'810	2.1%
S/Ta	<i>Non-cohérent</i>			21'711	1.7%
Ta/Tr	00 - - 000		Non-classé (8)	20'298	1.6%
S/S/Tr	0 - - - - 0 + - - 000 - -		9	17'528	1.4%
S/S/Tr	<i>Non-cohérent</i>			15'295	1.2%
Autres silhouettes selon VSS 40 320					
S/Ta/Ta	0 - - - - 00 + - - - 00 - -		9	10'633	0.8%
S/Ta	0 - - - - 00		1	9'951	0.8%
S/S/S/S	0 - - - - 0 + - - - - 0 - 0		10	5'686	0.5%
S/S/S/Ta	0 - - - - 0 + 0 - - - - 00		9	1'211	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 : Lausanne			Direction 2 : Genève			Sur la base de :
	1	2	3	3	2	1	
2x3 voies	21.5%	28.8%	NI	NI	32.7%	16.9%	Nombre de détections
	24.7%	25.8%	NI	NI	30.9%	18.6%	Masse totale
	26.0%	26.4%	NI	NI	28.4%	19.2%	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 2022	Direction 1 : Lausanne	Direction 2 : Genève	Norme 2022
	0.61	0.66	0.8	0.57	0.63	0.7
	1.26	1.27	1.3	1.72	1.77	1.7
	1.33	0.86	1.7	2.32	1.45	3.0
	3.07	1.79	2.3	7.33	4.12	5.4
	1.55	1.96	1.7	1.50	1.93	1.6
	1.58	1.81	2.1	1.64	1.93	2.3
	3.34	1.78	2.0	3.82	1.92	2.5
	1.35	1.79	2.0	1.62	2.19	2.5
	1.62	1.62	1.4	2.29	2.30	2.0
	1.00	1.42	1.2	0.89	1.35	1.1
	1.15	1.57	1.3	1.08	1.52	1.3
	1.05	1.14	1.3	1.11	1.23	1.3
	2.68	2.08	2.4	3.39	2.60	3.0
	2.44	2.21	2.5	2.60	2.34	2.6
	0.97	1.04	1.1	1.30	1.41	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 : Lausanne	Direction 2 : Genève	Norme 2022	Direction 1 : Lausanne	Direction 2 : Genève	Norme 2022
1 : Bus, car	2.11	1.83	2.1	2.35	2.04	2.3
8 : Camion	0.83	0.82	0.9	1.03	0.99	1.1
9 : Train routier	1.66	1.82	1.8	1.85	2.05	2.3
10 : Véhicule articulé	1.86	1.62	1.9	2.26	1.93	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 : Lausanne	Direction 2 : Genève	Norme 2022	Direction 1 : Lausanne	Direction 2 : Genève	Norme 2022
Silhouettes (2-6 axes)	1.16	1.07	1.6	1.47	1.30	1.9
	98.4%	98.5%		98.4%	98.5%	
Catégories	1.43	1.34		1.71	1.57	
	65.6%	67.1%		65.6%	67.1%	
Classes	1.46	1.33		1.83	1.58	
	64.6%	65.1%		64.6%	65.1%	

## 4.5 Classe de trafic pondéral équivalent actuelle selon VSS 40 324

### Chaussées souples et semi-rigides

#### Direction 1 : Lausanne

$$TF_0 = \frac{624'484 \text{ PL}}{353.6 \text{ jours}} \cdot 1.16 \cdot \frac{26.4\%}{52.4\%} = 1'031 \text{ ESAL/jour} \rightarrow \text{Trafic de classe T5 : Très lourd}$$

#### Direction 2 : Genève

$$TF_0 = \frac{631'657 \text{ PL}}{362.6 \text{ jours}} \cdot 1.07 \cdot \frac{28.4\%}{47.6\%} = 1'110 \text{ ESAL/jour} \rightarrow \text{Trafic de classe T5 : Très lourd}$$

### Chaussées rigides et combinées

#### Direction 1 : Lausanne

$$TF_0 = \frac{624'484 \text{ PL}}{353.6 \text{ jours}} \cdot 1.47 \cdot \frac{26.4\%}{52.4\%} = 1'308 \text{ ESAL/jour} \rightarrow \text{Trafic de classe T5 : Très lourd}$$

#### Direction 2 : Genève

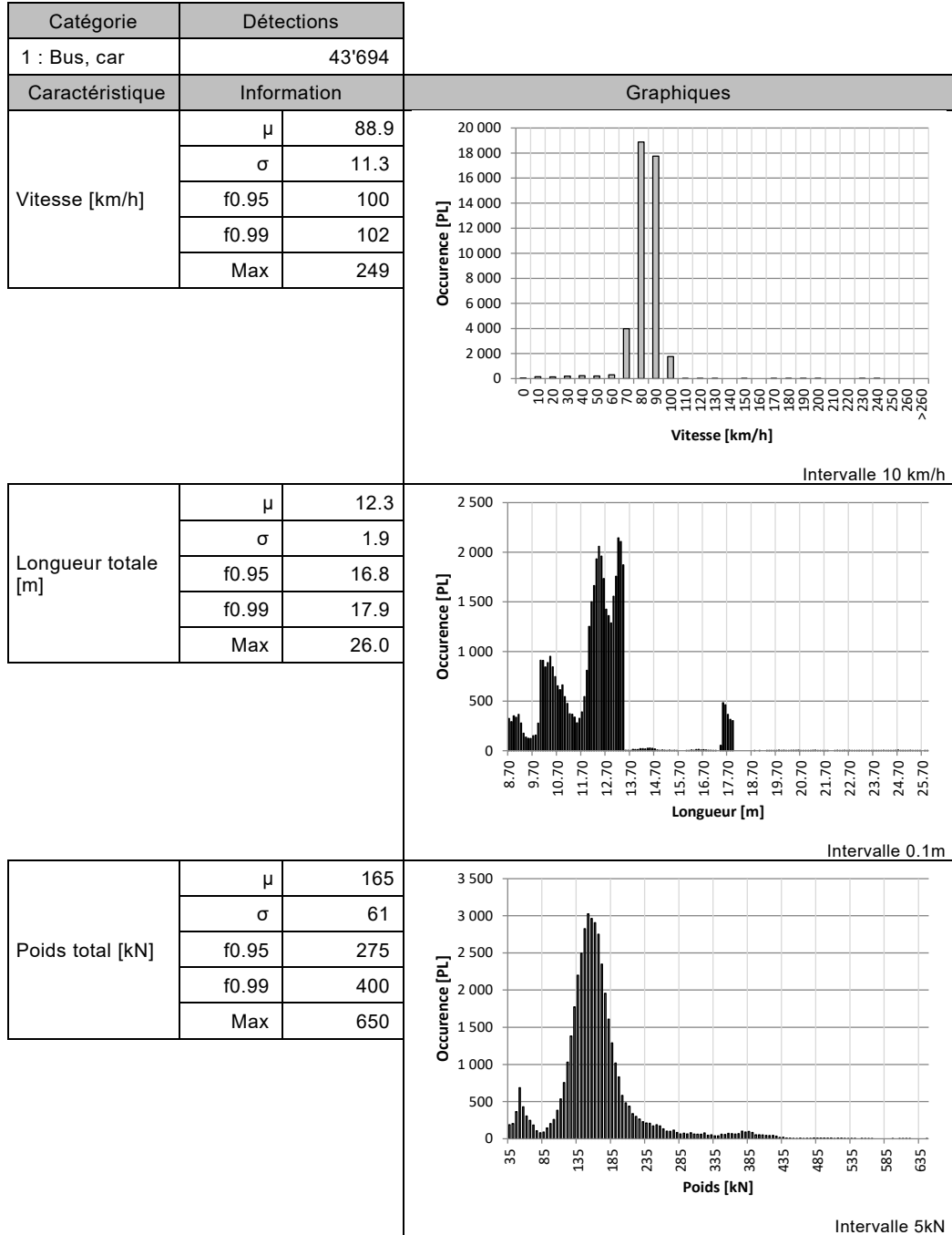
$$TF_0 = \frac{631'657 \text{ PL}}{362.6 \text{ jours}} \cdot 1.30 \cdot \frac{28.4\%}{47.6\%} = 1'348 \text{ ESAL/jour} \rightarrow \text{Trafic de classe T5 : Très lourd}$$

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

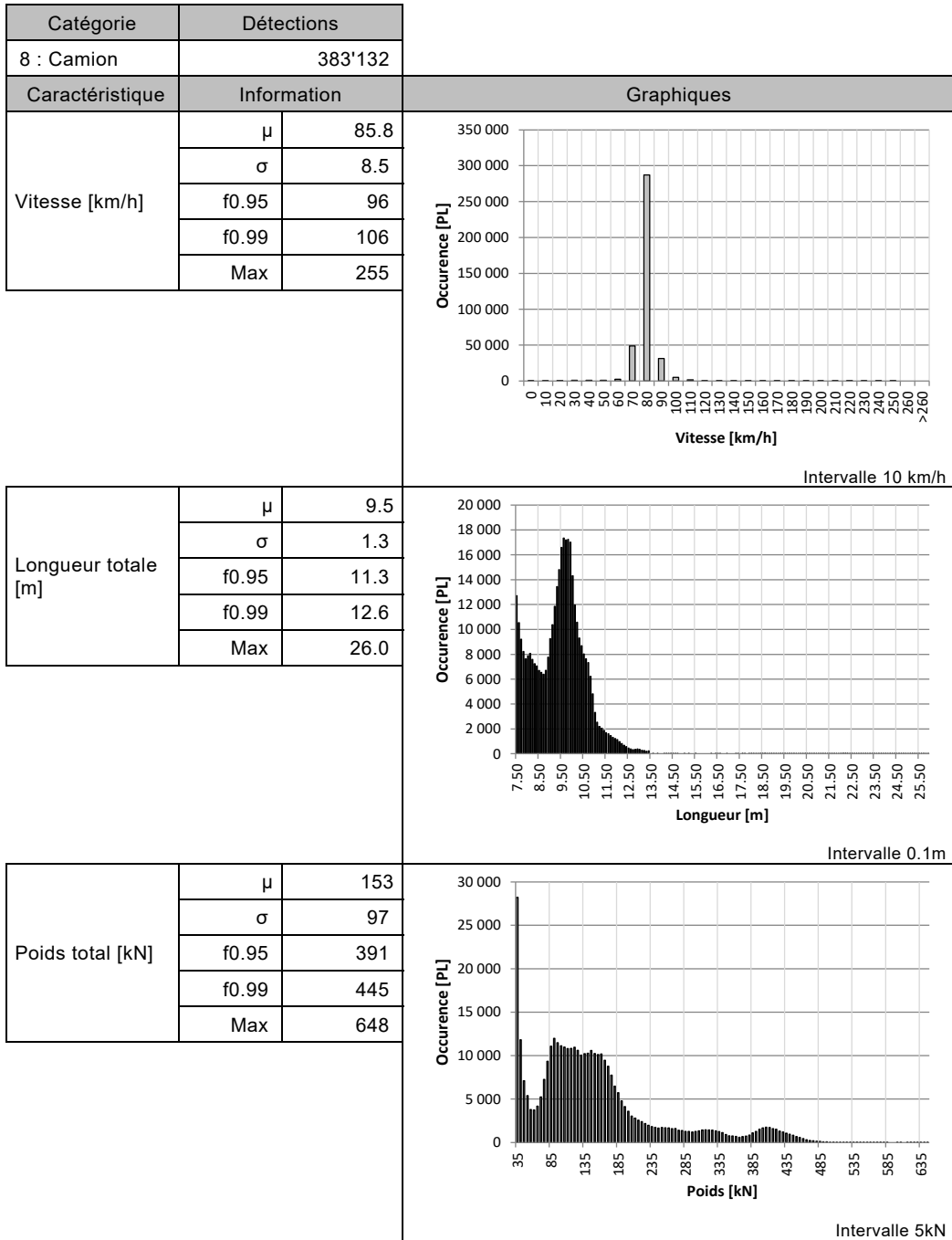
En raison de la situation sanitaire des années précédentes (COVID-19), les tendances ne sont pas analysées.

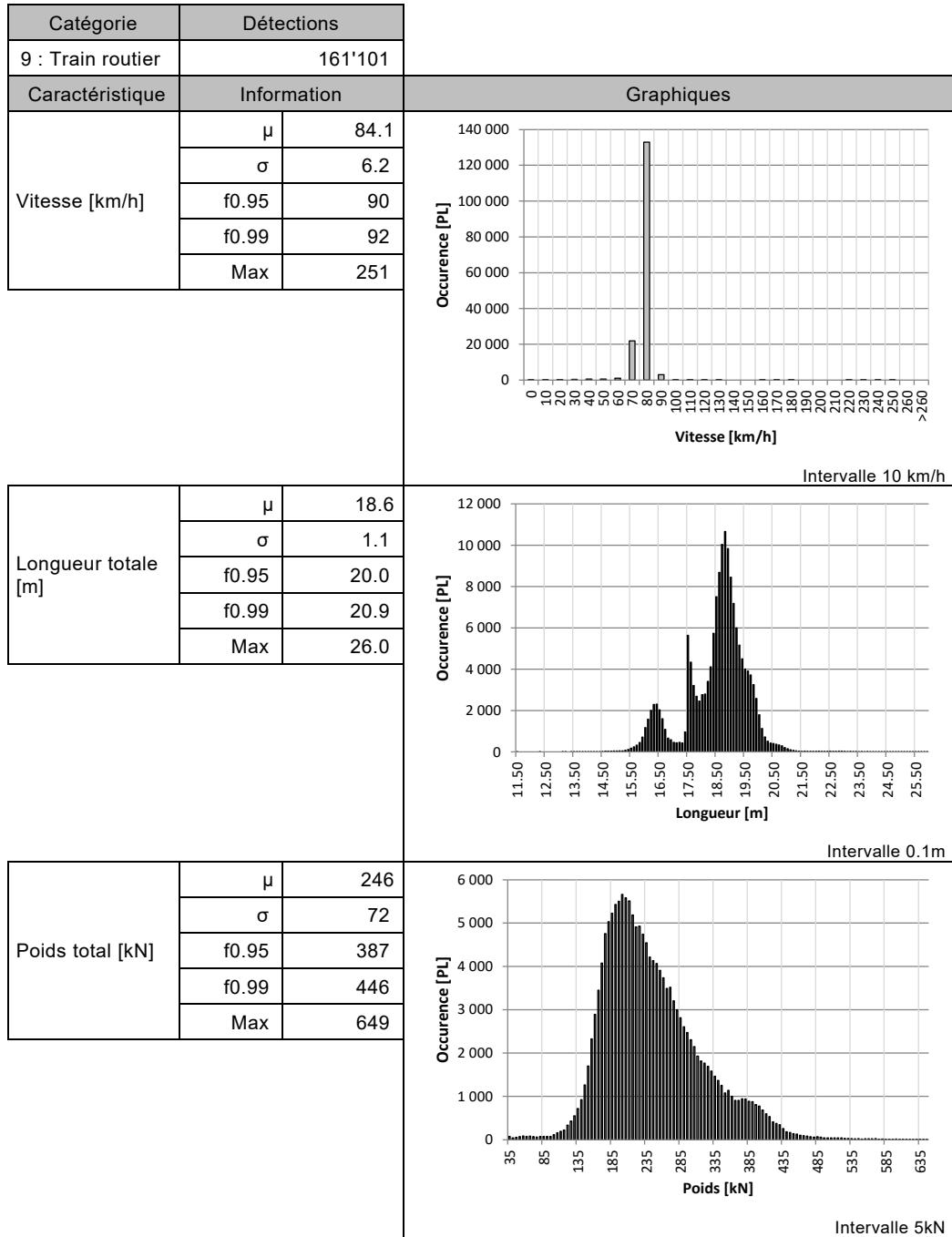
## 5 Caractéristiques des poids lourds

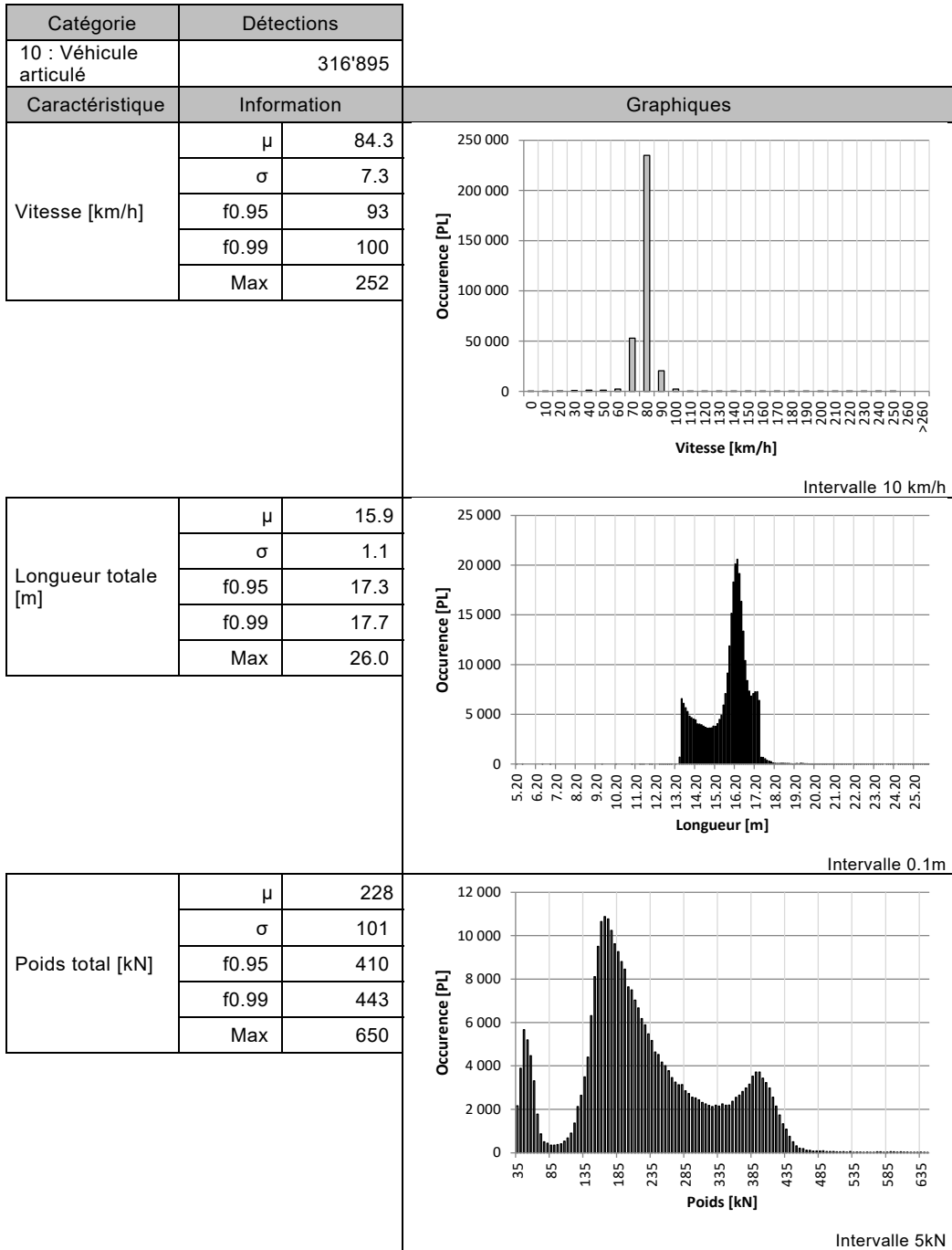
### 5.1 Caractéristiques des catégories de poids lourds





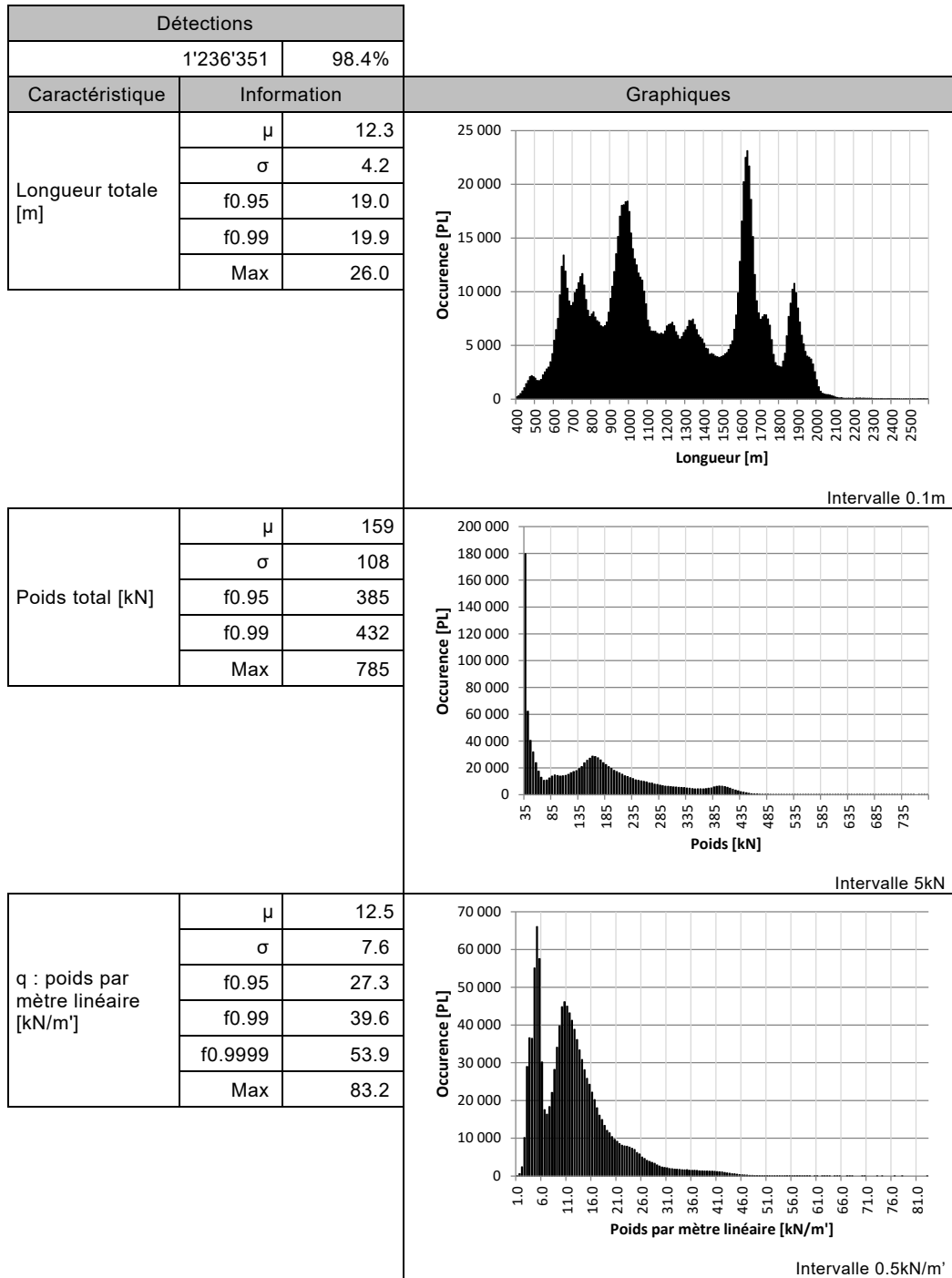


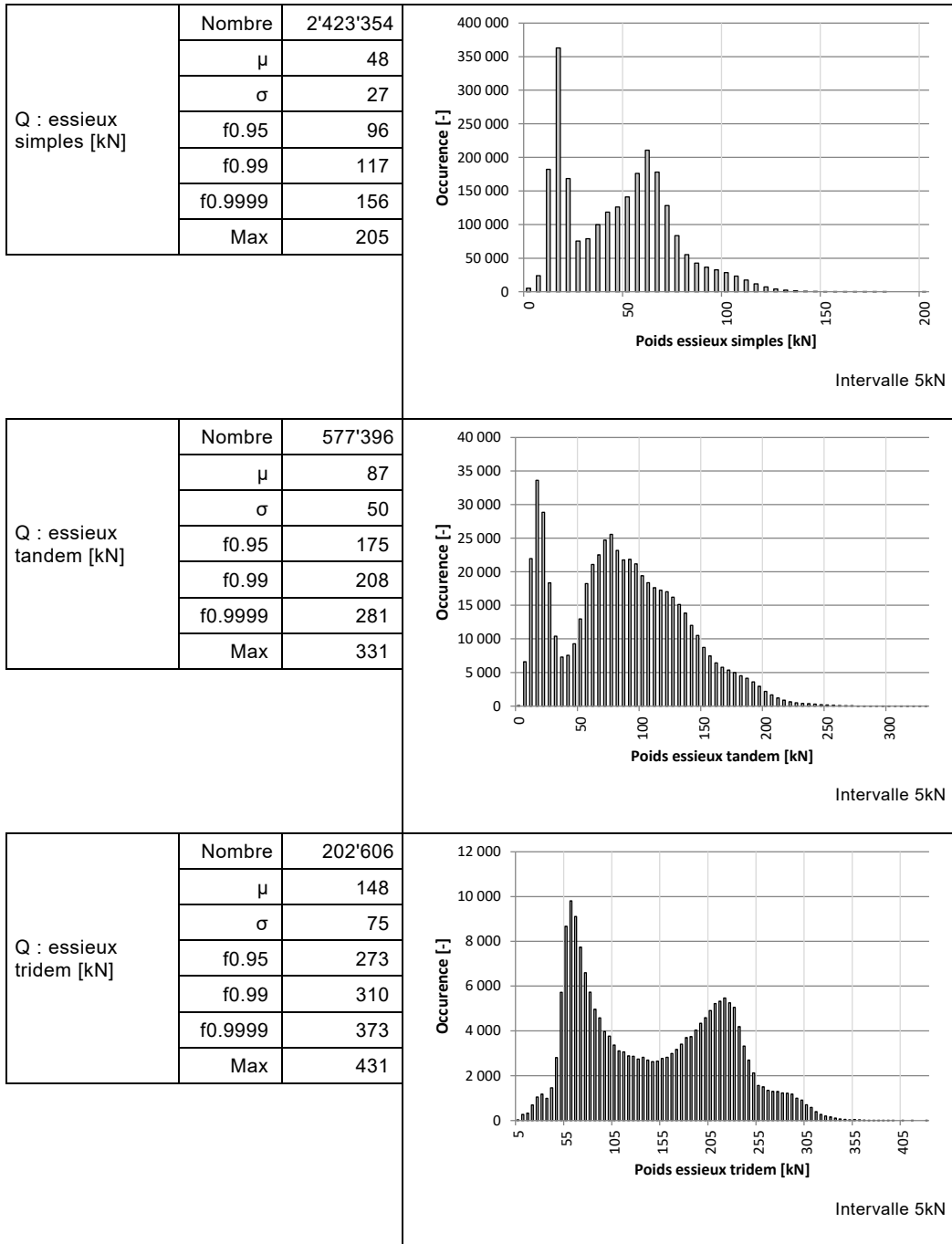




## 5.2 Caractéristiques globales de l'échantillon

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



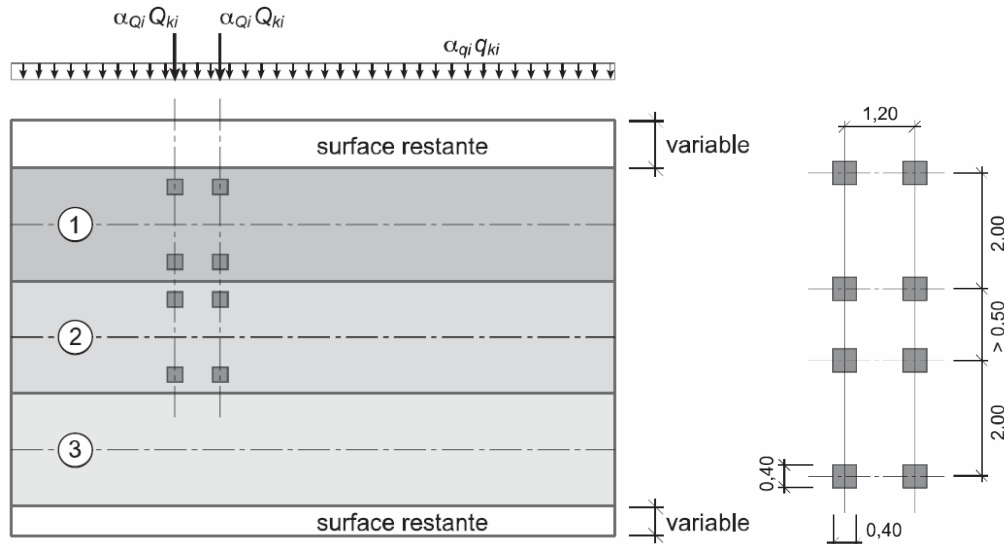


## 6 Modèle selon norme SIA 261

Document de référence : [3]

Les données considérées sont celles des silhouettes détectées de 2 à 6 axes, soit 98.4% 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	96	117	156
Tandem	87	43	175 (88)	208 (104)	281 (141)
Tridem	148	49	273 (91)	310 (103)	373 (124)

#### 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	27.3	39.6	53.9
Poids par surface (largeur 3 m) [kN/m²]	4.2	9.1	13.2	18.0

## 7 Tendances

Les tendances ne sont pas décrites en raison de l'instabilité des stations aux années précédentes.

## 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	Vert
Facteurs de corrections relevés :	Direction Lausanne : -8.00% / -9.15% Direction Genève : -7.53% / -9.42%	Rouge
Application du facteur de correction :	Direction Lausanne : Oui / Oui Direction Genève : Oui / Oui	Vert clair
Niveau de confiance à la calibration :	Direction Lausanne : Très bon / Bon Direction Genève : Très bon / Bon	Vert clair
Données pouvant être utilisées pour référence :	Direction Lausanne : - Direction Genève : -	Rouge
Constations sur la base du traitement des données WIM		
Pertes de données :	11/2 jours	Vert clair
Exclusions :	5.25%	Jaune
Cohérence globale des valeurs :	Ecart mesurables	Jaune
Cohérence des tendances de la station :	Ecart mesurables	Jaune
Classification SWISS10, VT $\geq$ 3.5 to :	28.0%	Rouge
Silhouettes incohérentes :	31.6% dont 30.1% potentiellement dus à la classification SWISS10 1.5% d'autres incohérences	Rouge / Vert clair
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
Vert	1 an	Très bon
Vert clair	2-3 ans	Bon
Jaune	4-5 ans	Satisfaisant
Rouge	> 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.
-