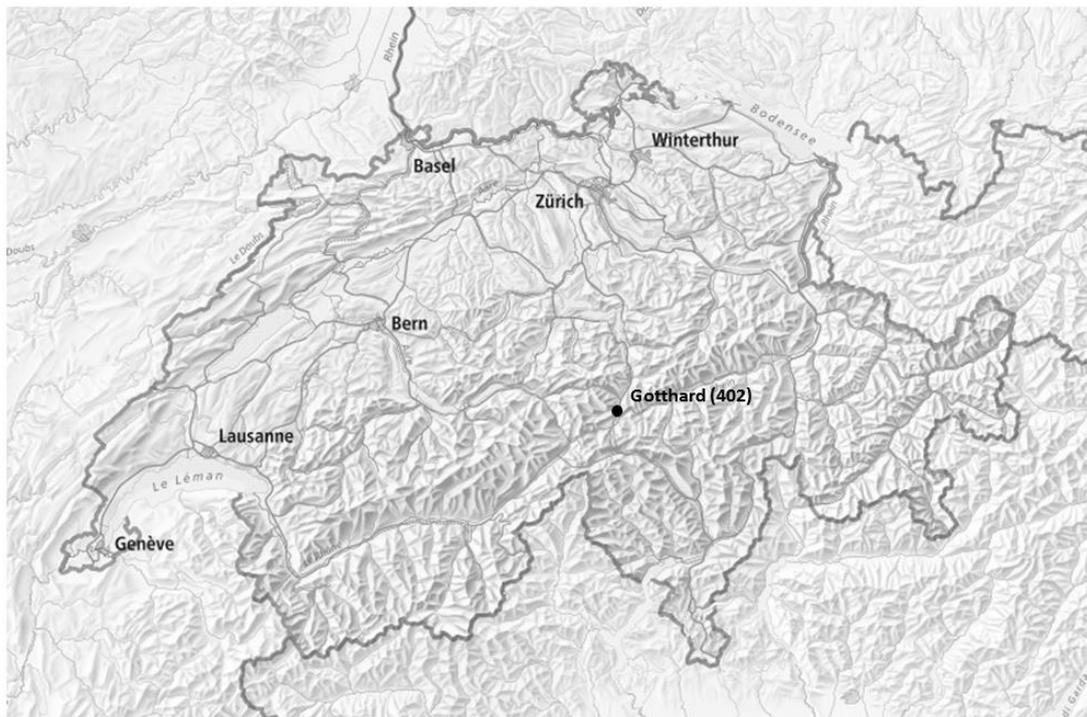




## Gotthard - 2014

### *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\_2014\_402

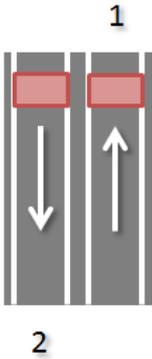
Version 1

Créé le 30.11.2017 – 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>
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
<b>8</b>	<b>Niveau de confiance .....</b>	<b>29</b>
	<b>Bibliographie .....</b>	<b>30</b>

# 1 Fiche de station

Station	Canton	RN	N° ASTRA	Filiale	UT	Directions	Voies
Gotthard	UR	A2	402	F3	XI	(1)*	2
Situation							
				<p>Voie 1 : Direction Bellizone Voie 2 : Direction Wassen</p>			
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							
Perte potentielle de données				02.10.2014 – 01 : 03 à 01 : 33			
Evènements particuliers							
1)	15.01.2014 – 01 : 09 à 01 : 14			Dédoublage du fichier de données. Non concordance des enregistrements.			
2)	17.07.2014 – 01 : 35 à 01 : 39			Dédoublage du fichier de données. Non concordance des enregistrements.			
3)	30.09.2014 – 01 : 05 à 01 : 37			Dédoublage du fichier de données. Non concordance des enregistrements.			
Décisions							
1)	Fichier 40240115.V00 de 00 : 00 à 01 : 09 : Informations conservées. Fichier 40240115.V00 de 01 : 09 à 01 : 14 : Informations non-conservées. Fichier 40240115.V01 de 01 : 09 à 00 : 00 : Informations conservées.						
2)	Fichier 40240717.V00 de 00 : 00 à 01 : 39 : Informations conservées. Fichier 40240717.V01 de 01 : 35 à 01 : 39 : Informations non-conservées. Fichier 40240717.V01 de 01 : 39 à 00 : 00 : Informations conservées.						
3)	Fichier 40240930.V00 de 00 : 00 à 01 : 05 : Informations conservées. Fichier 40240930.V00 de 01 : 05 à 01 : 37 : Informations non-conservées. Fichier 40240930.V01 de 01 : 05 à 00 : 00 : Informations conservées.						
Concaténation							
Nom de fichier :				2014_402_concat.log			
Nombre d'enregistrements :				1'106'698			
Nombre de jours effectifs :				364.9			

\*Remarque : 1 direction enregistrée. Les directions réelles (Bellinzona – Wassen) sont représentées par les voies (Voie 1 – Voie 2).

## 2 Intégrité des données

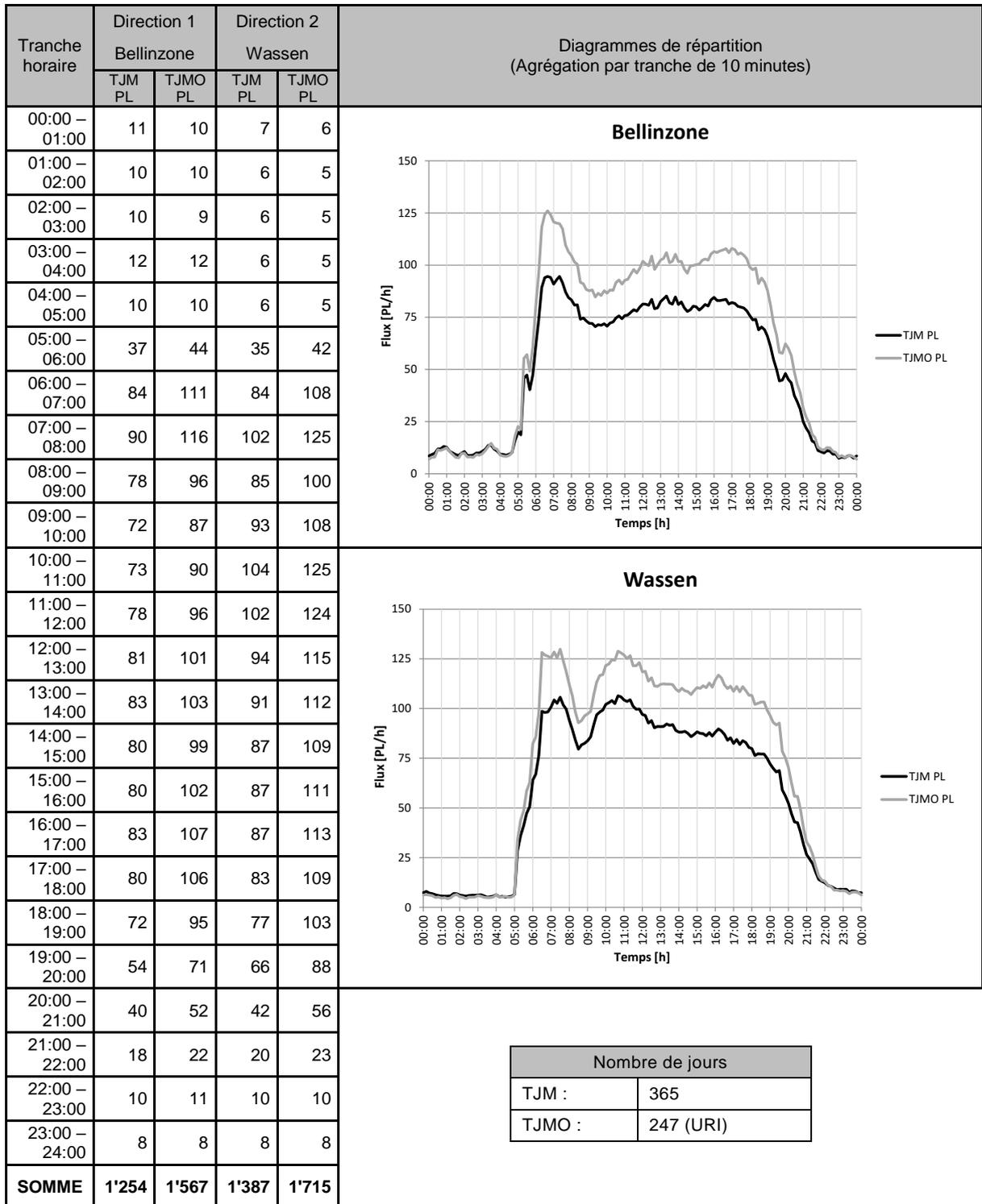
Documents de référence : [5] [6] [7] [8] [9] [10] [11]

Filtre des données (démarche pas à pas)	
1)	Véhicules de moins de 3.5 tonnes (138'152 enregistrements).
2)	967'770 enregistrements direction D1. 776 enregistrements direction D2.
3)	Longueur totale nulle (15 enregistrements).
4)	Longueur totale supérieure à 26.00m (741 enregistrements).
5)	Poids nul sur un des axes (6 enregistrements).
6)	Entraxe inférieur à 60cm (2'194 enregistrements).
7)	Poids total supérieur à 65 tonnes (192 enregistrements, hors grues mobiles).
8)	Poids sur un axe supérieur à 18 tonnes (5 enregistrements, hors grues mobiles).
9)	Longueur totale inférieure à 4.00m (392 enregistrements).
<i>Décisions</i>	
1)	Exclusion (2014_402_u3500.log).
2)	Exclusion des enregistrements direction D2 (1 seule direction enregistrée, voir remarque chap.1)
3)	Exclusion.
4)	Exclusion.
5)	Exclusion.
6)	Exclusion.
7)	Exclusion.
8)	Exclusion.
9)	Exclusion.
<i>Fichiers</i>	
Nom de fichier de traitement statistique :	2014_402.log
Nombre d'enregistrements :	964'225
Nom de fichier d'exclusions :	2014_402_exclus.log
Nombre d'enregistrements :	4'321

Sur un total de 1'106'698 enregistrements, 138'152 ont été séparés en raison de leur appartenance aux véhicules légers (< 3.5 tonnes) et 4'321 enregistrements (0.45%) ont été exclus du jeu de données de base en raison d'incohérences potentielles de données.

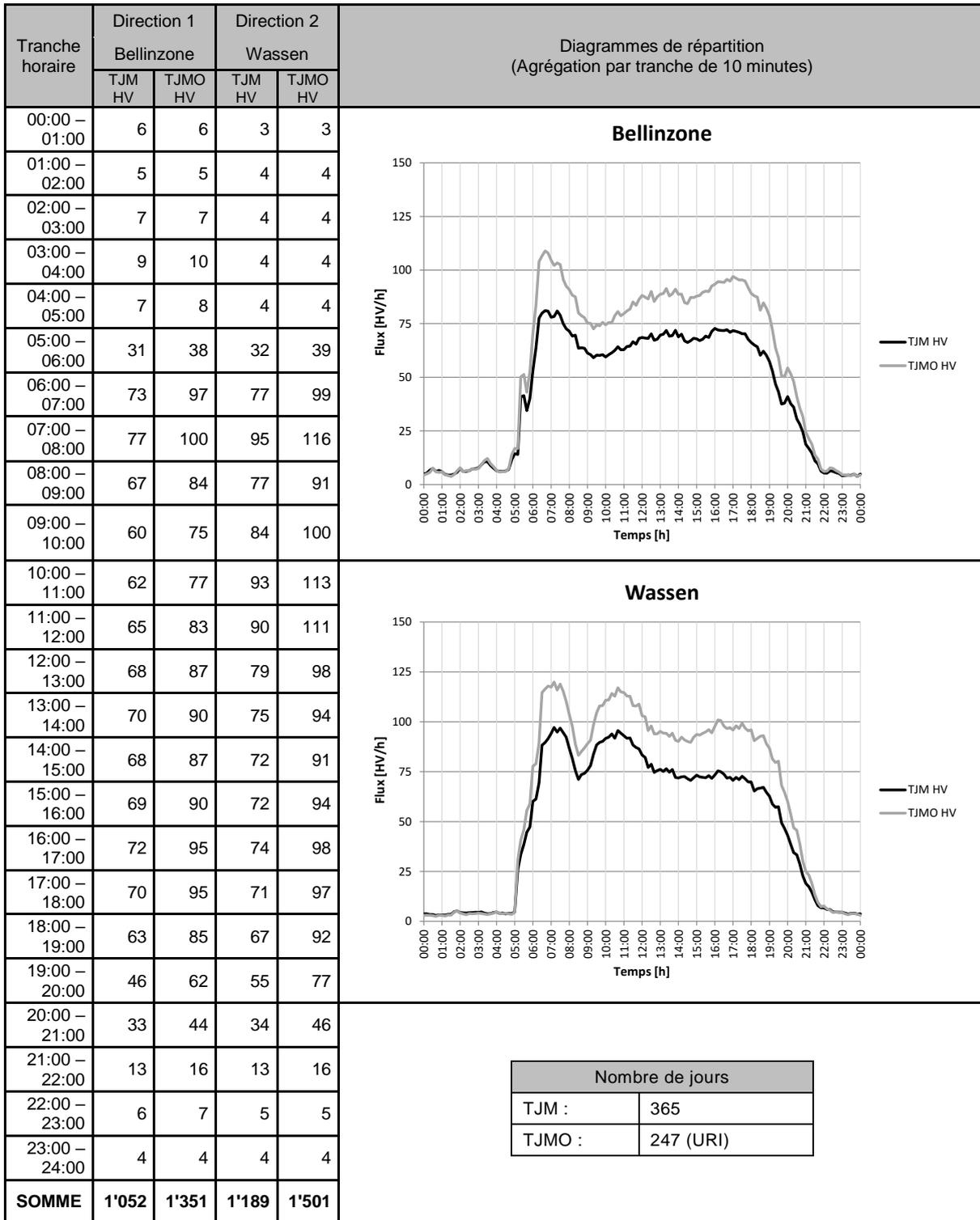
### 3 Traitements statistiques

#### 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)

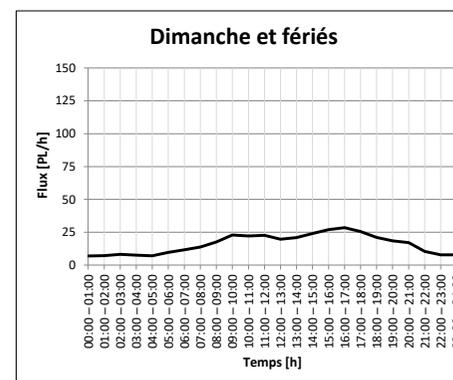
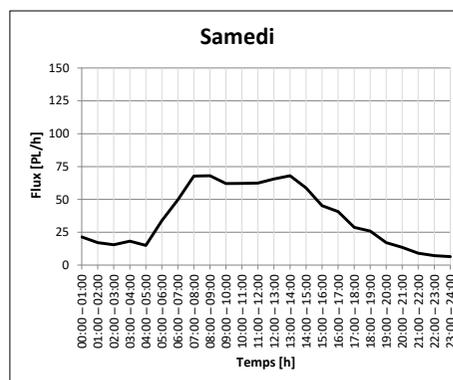
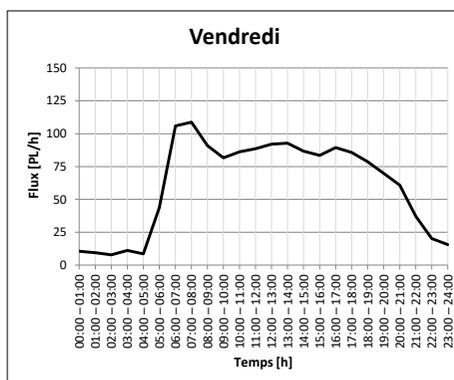
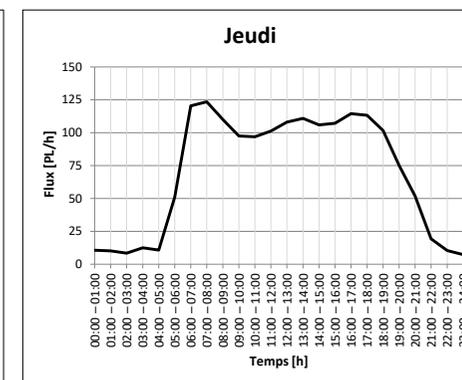
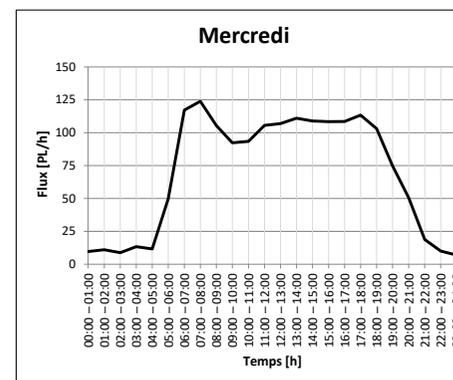
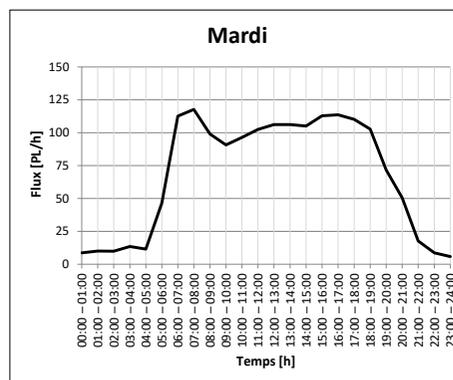
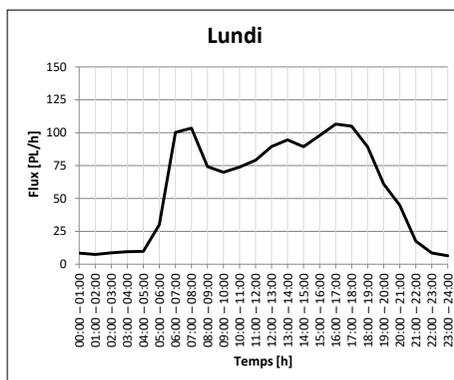


Remarque : Le calcul des répartitions horaires prend en compte l'intégrité des données (jours manquants et pertes de données).

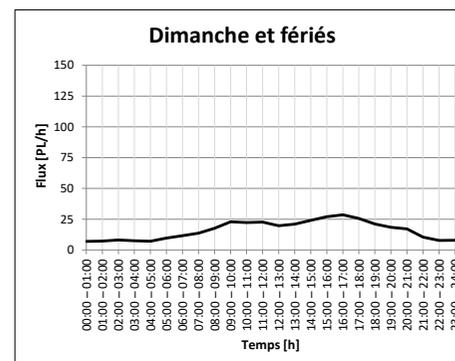
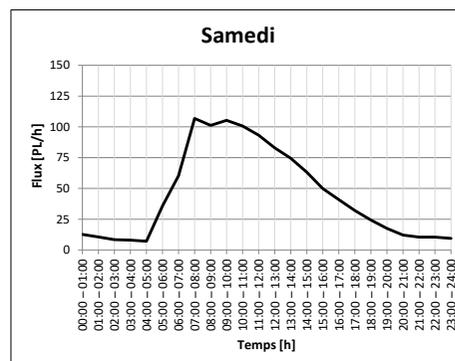
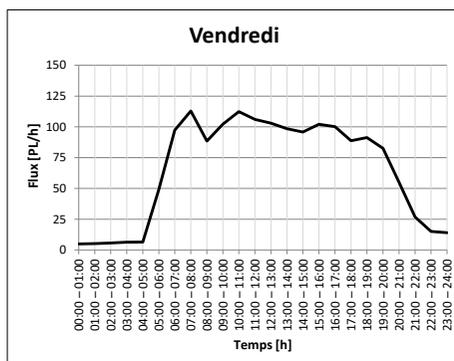
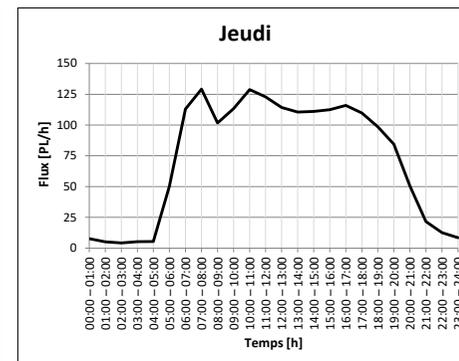
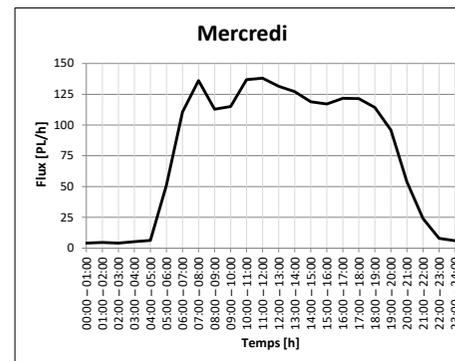
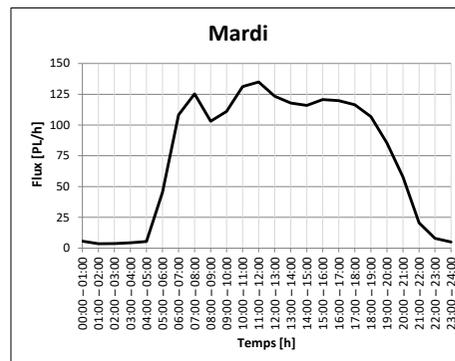
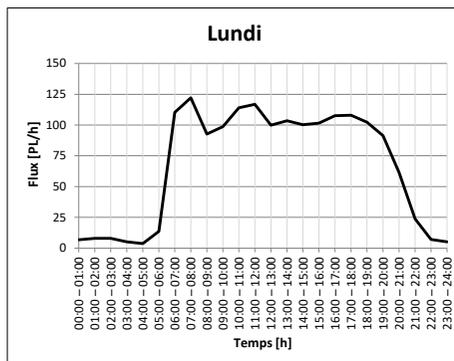
### 3.3 Répartition horaire journalière

Jours	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche et fériés
Nombre (URI)	47	52	51	49	48	51	67

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



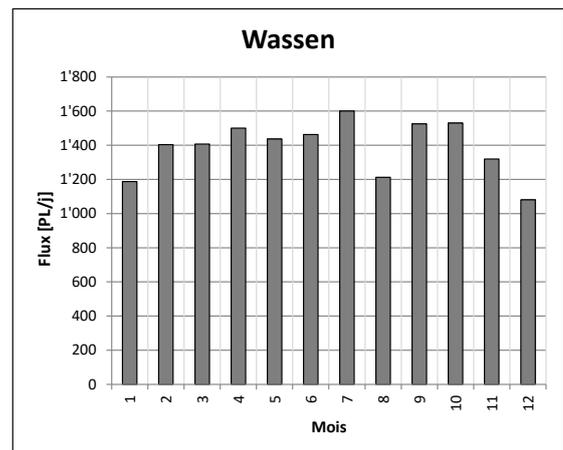
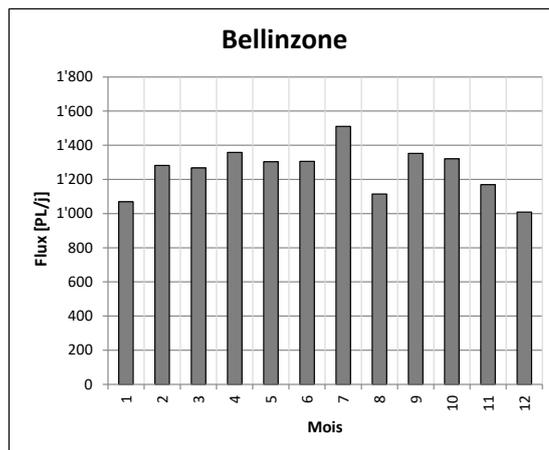
**Direction 2 : Wassen** (Agrégation par heure)



## 3.4 Détection de véhicules

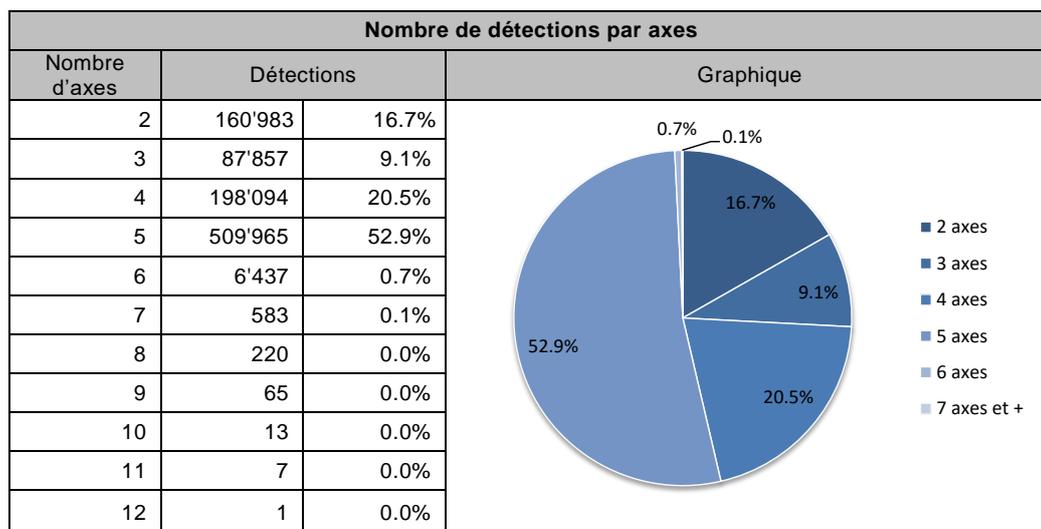
### 3.4.1 Par mois

Nombre de détections par mois		
Mois	Direction 1 : Bellinzone	Direction 2 : Wassen
Janvier	33'137	36'803
Février	35'899	39'294
Mars	39'251	43'586
Avril	40'738	45'010
Mai	40'418	44'527
Juin	39'166	43'846
Juillet	46'822	49'600
Août	34'545	37'575
Septembre	40'572	45'737
Octobre	40'939	47'394
Novembre	35'060	39'563
Décembre	31'262	33'481



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

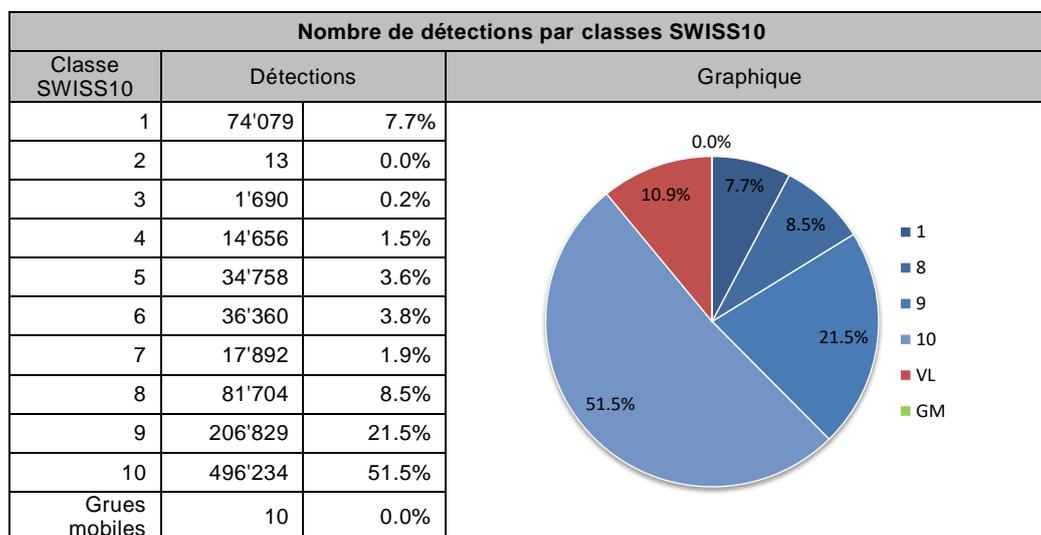
### 3.4.2 Par nombre d'axes



### 3.4.3 Par classes SWISS10

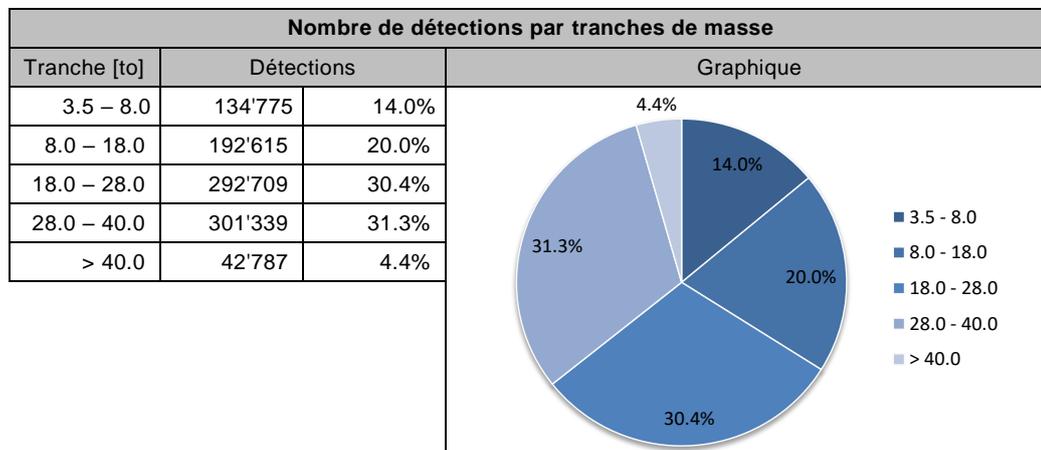
#### Classes de véhicules Swiss 10 [4]

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 105'369 enregistrements (classes 2 à 7, 10.9%) 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	373'216	38.7%
S/S/Ta	0 - - - - - 0 + - - - - 00		10	88'155	9.1%
S/S	0 - - - - - 0		8	62'375	6.5%
S/S	0 - - - - - 0		1	56'960	5.9%
S/S/Tr	0 - - - - - 0 + - - 000 - -		9	56'391	5.8%
S/S/Ta	0 - - - - - 0 + - - - 00 - -		9	49'741	5.2%
S/S	<i>Non-cohérent</i>			40'784	4.2%
S/Ta/Ta	0 - - - - 00 + - - - 00 - -		9	38'028	3.9%
S/S/S	<i>Non-cohérent</i>			28'289	2.9%
S/S/S/S	0 - - - - - 0 + 0 - - - - - 0		9	27'209	2.8%
S/S/Ta	<i>Non-cohérent</i>			26'728	2.8%
S/Ta/S/S	0 - - - - 00 + 0 - - - - 0		9	23'927	2.5%
S/Ta	<i>Non-cohérent</i>			20'090	2.1%
S/Ta	0 - - - - - 00		1	15'166	1.6%
S/Ta	0 - - - - - 00		8	11'793	1.2%
Autres silhouettes selon SN 640 320					
S/S/S	0 - - - - - 0 + - - 0 - -		10	7'234	0.7%
Ta/Ta	00 - - - 00		8	1'960	0.2%
S/S/S/Ta	0 - - - - - 0 + 0 - - - - 00		9	1'947	0.2%
S/S/S/S	0 - - - - - 0 + - - - - 0 - 0		10	1'778	0.2%
Ta/Tr	00 - - 000		Non-classé (8)	385	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 : Bellinzone	Direction 2 : Wassen	Sur la base de :
2x1 voie	47.5%	52.5%	Nombre de détections
	45.8%	54.2%	Masse totale
	46.5%	53.5%	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 : Bellinzone	Direction 2 : Wassen	Norme 2011	Direction 1 : Bellinzone	Direction 2 : Wassen	Norme 2011
	0.49	0.51	0.7	0.46	0.48	0.6
	0.96	1.02	1.4	1.26	1.35	2.1
	0.99	1.59	1.5	1.68	2.79	2.7
	2.34	2.37	1.9	5.42	5.48	3.0
	1.03	1.14	0.5	0.95	1.08	0.5
	1.20	1.26	1.7	1.16	1.22	1.8
	1.14	1.27	1.8	1.18	1.35	2.2
	2.41	2.54	2.0	3.10	3.29	2.2
	1.85	1.93	2.0	1.82	1.90	1.9
	2.99	2.06	1.7	3.38	2.23	1.6
	2.78	2.84	1.3	3.03	3.09	1.0
	2.08	2.41	2.5	2.57	3.01	2.6
	1.38	1.43	1.2	1.89	1.99	0.9
	3.01	2.44	0.7	3.25	2.58	0.6
	1.17	1.05	1.4	1.65	1.43	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 : Bellinzone	Direction 2 : Wassen	Norme 2011	Direction 1 : Bellinzone	Direction 2 : Wassen	Norme 2011
1 : Bus, car	2.58	2.16	2.3	2.86	2.34	2.3
8 : Camion	0.58	0.62	0.9	0.63	0.67	1.0
9 : Train routier	2.17	2.09	1.9	2.57	2.49	2.0
10 : Véhicule articulé	2.12	2.31	1.7	2.67	2.93	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 : Bellinzone	Direction 2 : Wassen	Norme 2011	Direction 1 : Bellinzone	Direction 2 : Wassen	Norme 2011
Silhouettes (2-6 axes)	1.81	1.88	1.6	2.21	2.32	1.7
	99.5%	99.5%		99.5%	99.5%	
Catégories	2.03	2.09		2.47	2.57	
	85.7%	86.7%		85.7%	86.7%	
Classes	2.04	2.09		2.47	2.57	
	84.2%	85.1%		84.2%	85.1%	

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

### Chaussées souples et semi-rigides

#### Direction 1 : Bellinzone

$$TF_0 = \frac{457'809 \text{ PL}}{364.9 \text{ jours}} \cdot 1.81 = 2'271 \text{ ESAL/jour} \rightarrow \text{Trafic de classe T5 : Très lourd}$$

#### Direction 2 : Wassen

$$TF_0 = \frac{506'416 \text{ PL}}{364.9 \text{ jours}} \cdot 1.88 = 2'610 \text{ ESAL/jour} \rightarrow \text{Trafic de classe T5 : Très lourd}$$

### Chaussées rigides et combinées

#### Direction 1 : Bellinzone

$$TF_0 = \frac{457'809 \text{ PL}}{364.9 \text{ jours}} \cdot 2.21 = 2'774 \text{ ESAL/jour} \rightarrow \text{Trafic de classe T5 : Très lourd}$$

#### Direction 2 : Wassen

$$TF_0 = \frac{506'416 \text{ PL}}{364.9 \text{ jours}} \cdot 2.32 = 3'224 \text{ ESAL/jour} \rightarrow \text{Trafic de classe T6 : Extrêmement lourd}$$

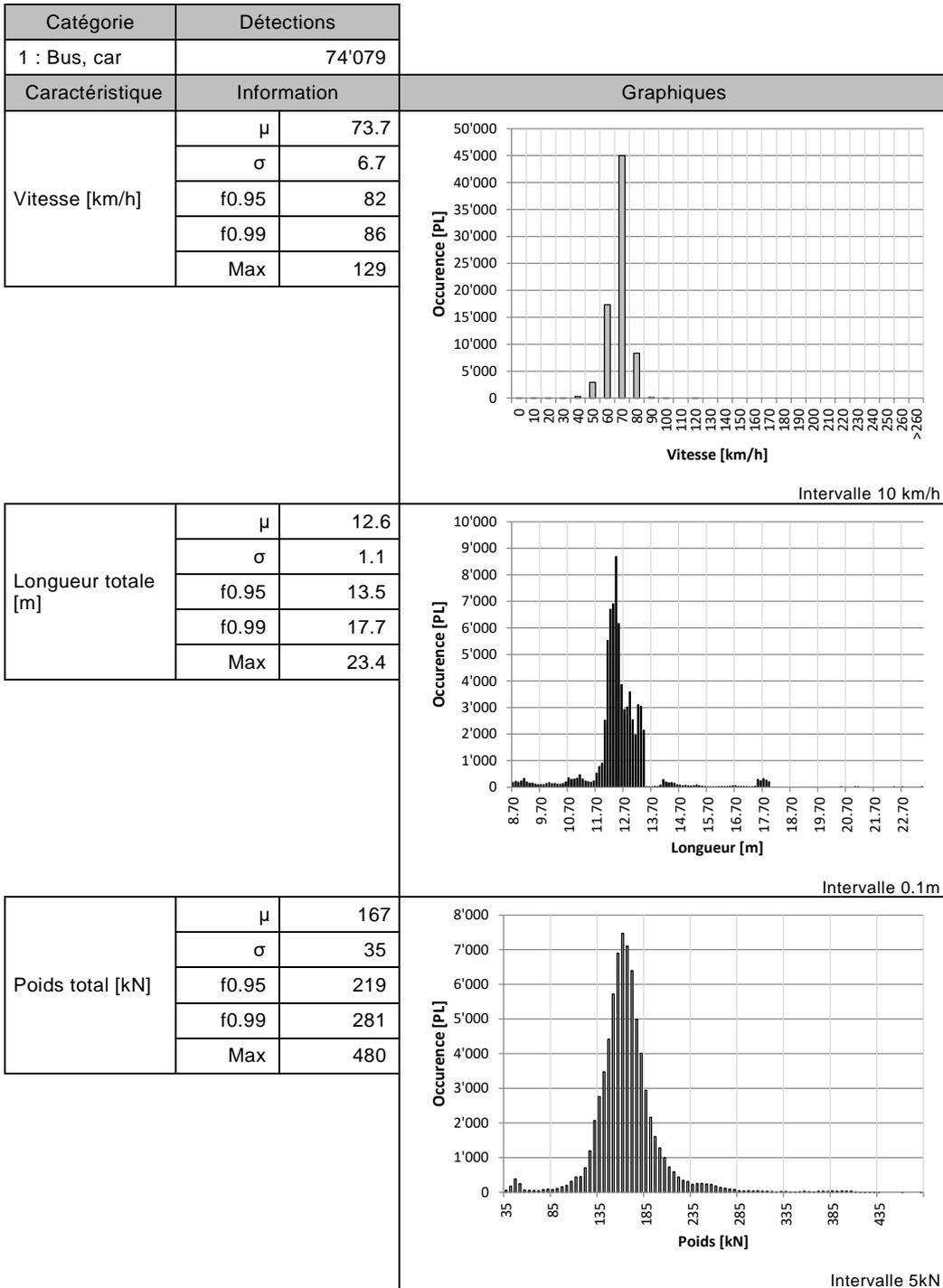
## 4.6 Tendence pour l'estimation du taux d'accroissement annuel

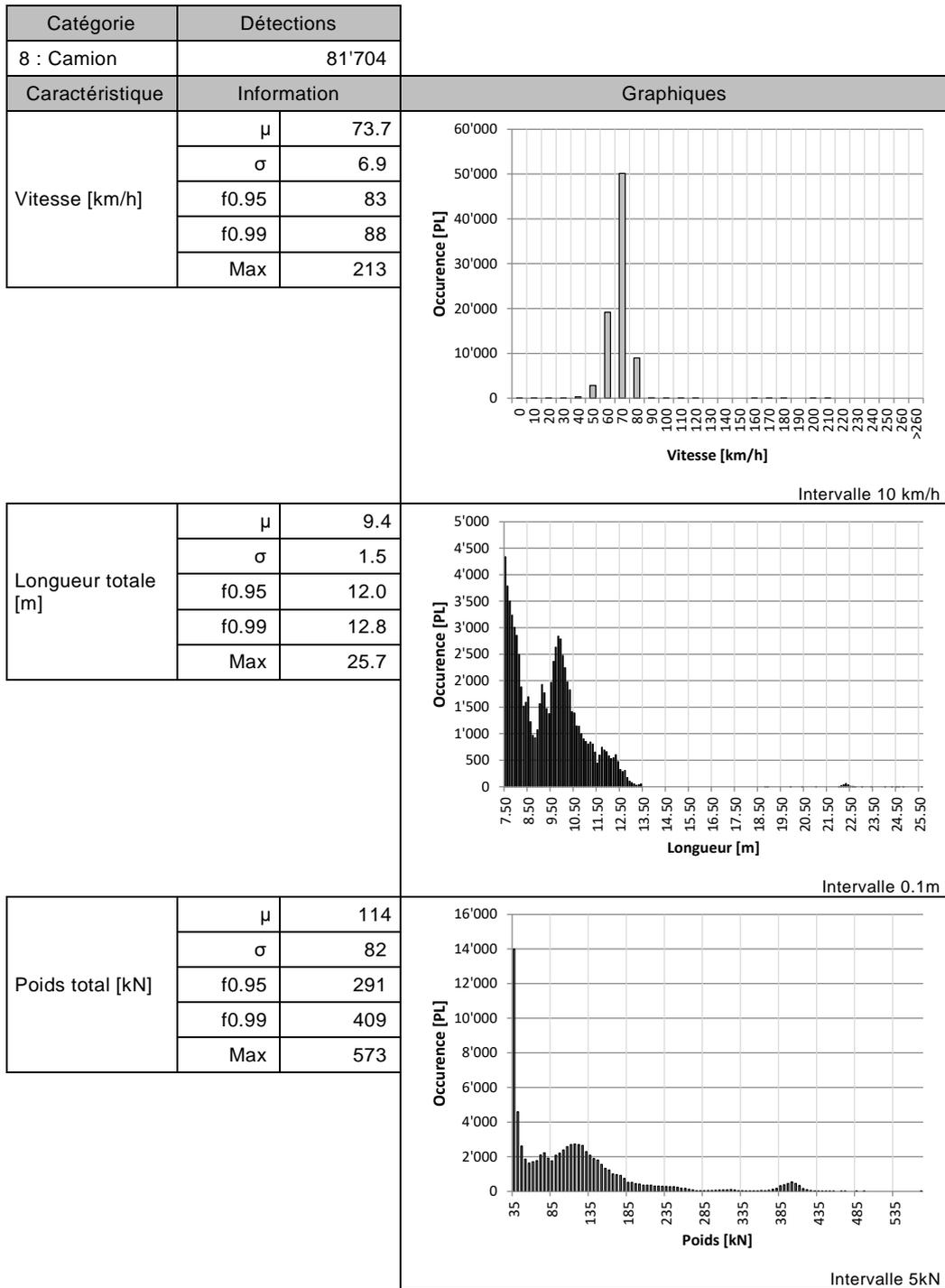
Tendance pour l'estimation du taux d'accroissement annuel		
Direction 1 : Bellinzone	Direction 2 : Wassen	Sur la base de :
+ 0.1%	0.0%	Nombre de détections
+ 0.2%	- 0.2%	Masse totale
+ 0.6%	- 0.3%	Trafic pondéral équivalent total W

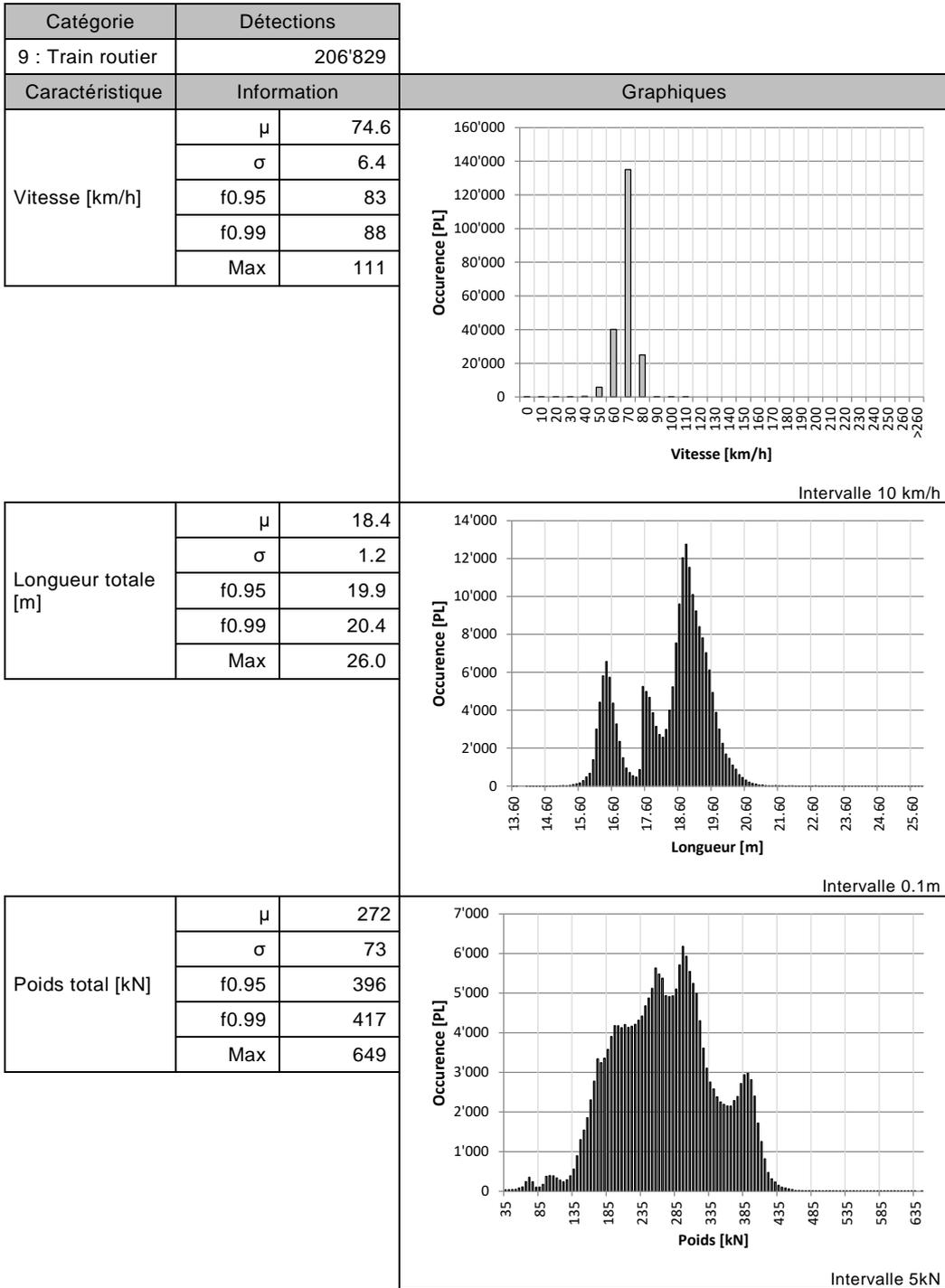
Cette section est déterminée sur la base des rapports annuels 2013 et 2014.

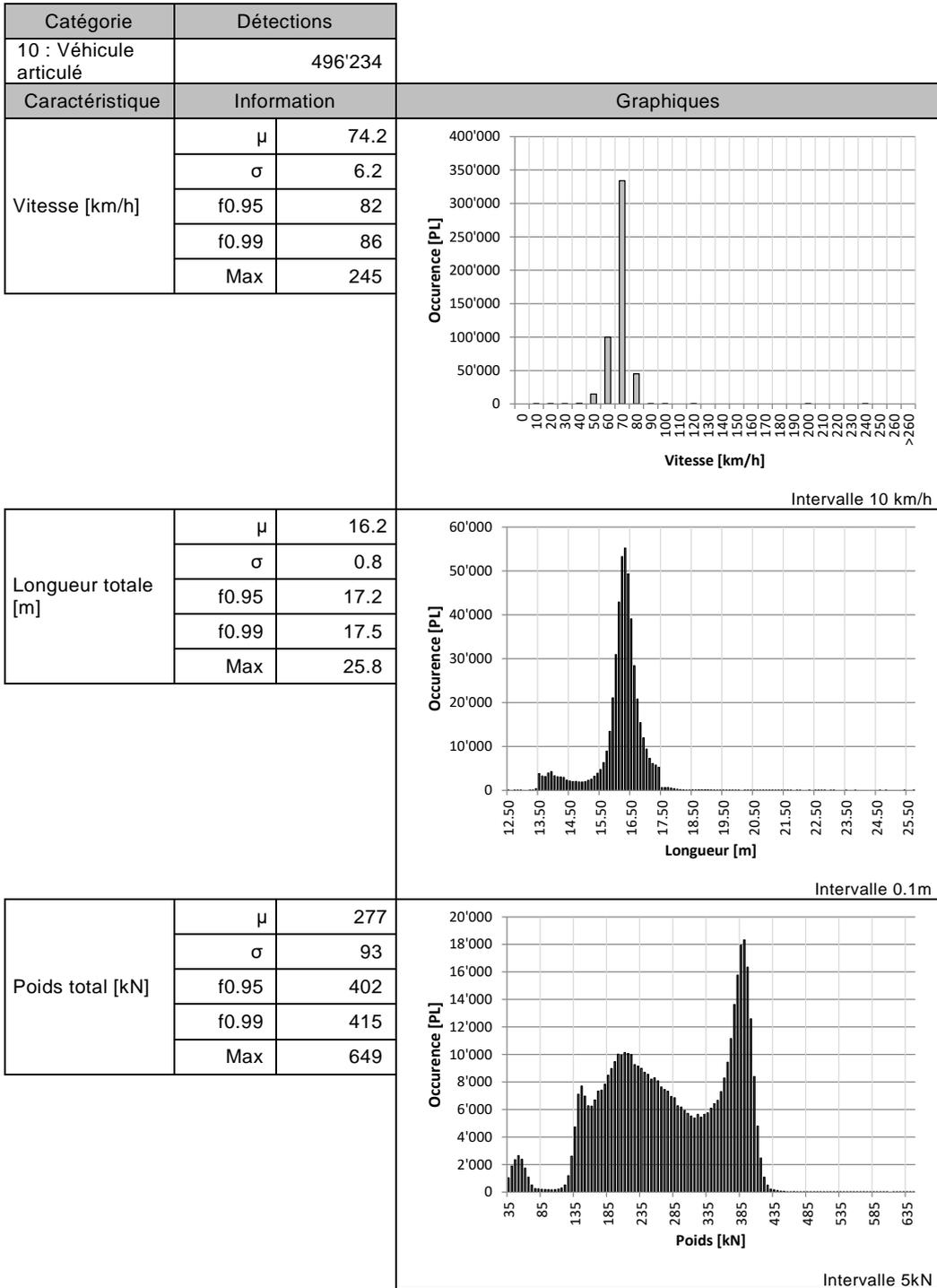
## 5 Caractéristiques des poids lourds

### 5.1 Caractéristiques des catégories de poids lourds



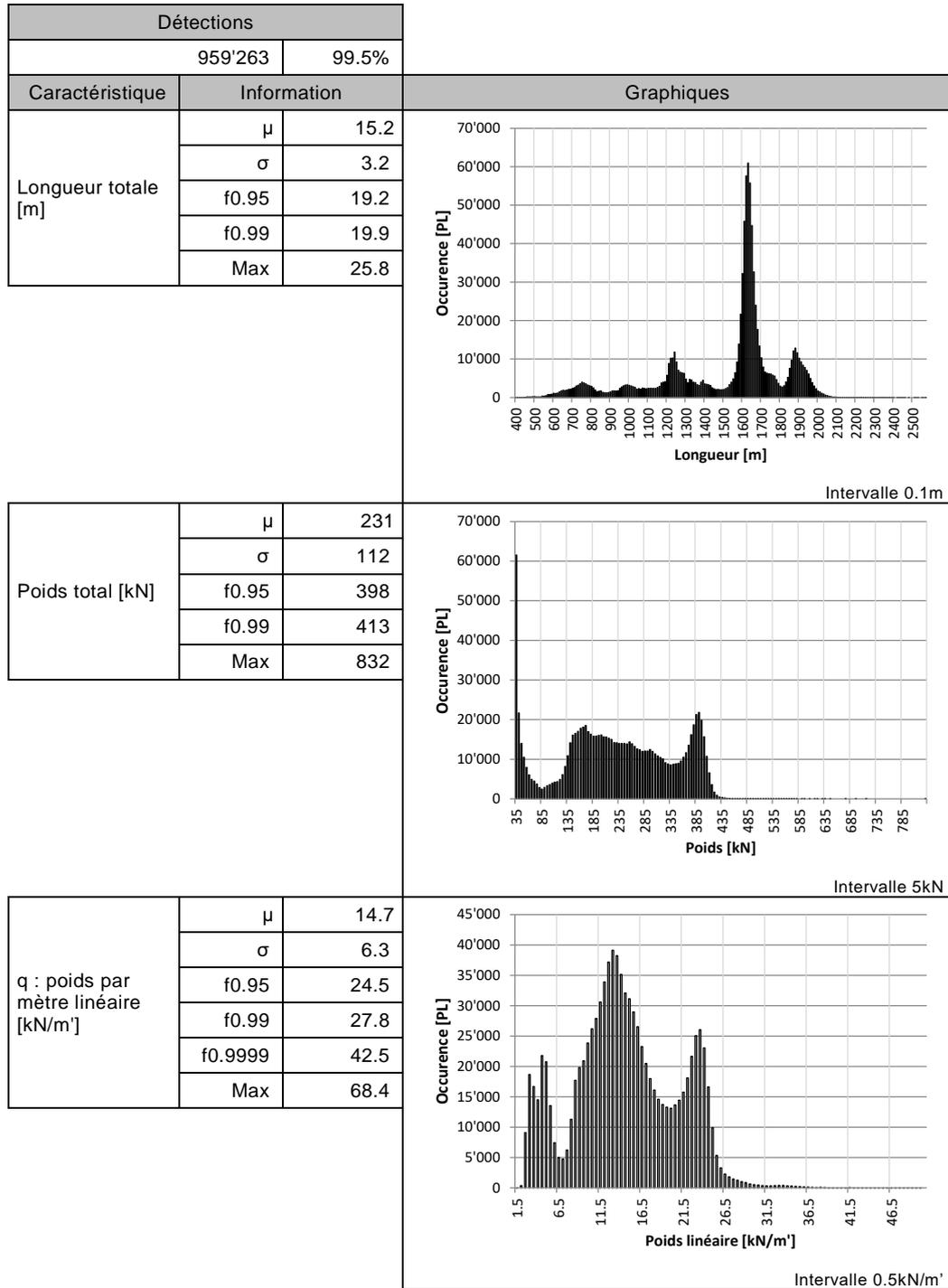


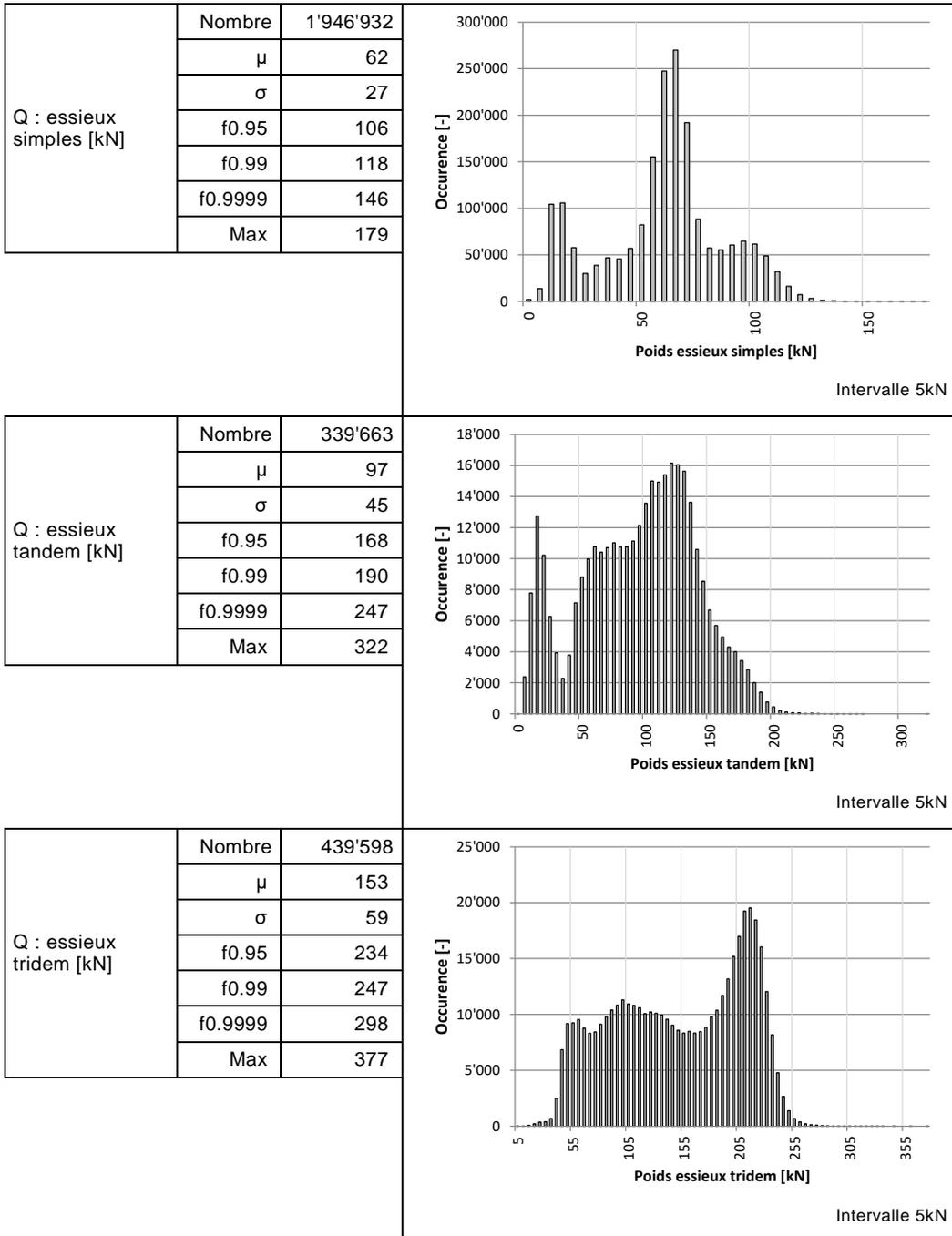




## 5.2 Caractéristiques globales de l'échantillon

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



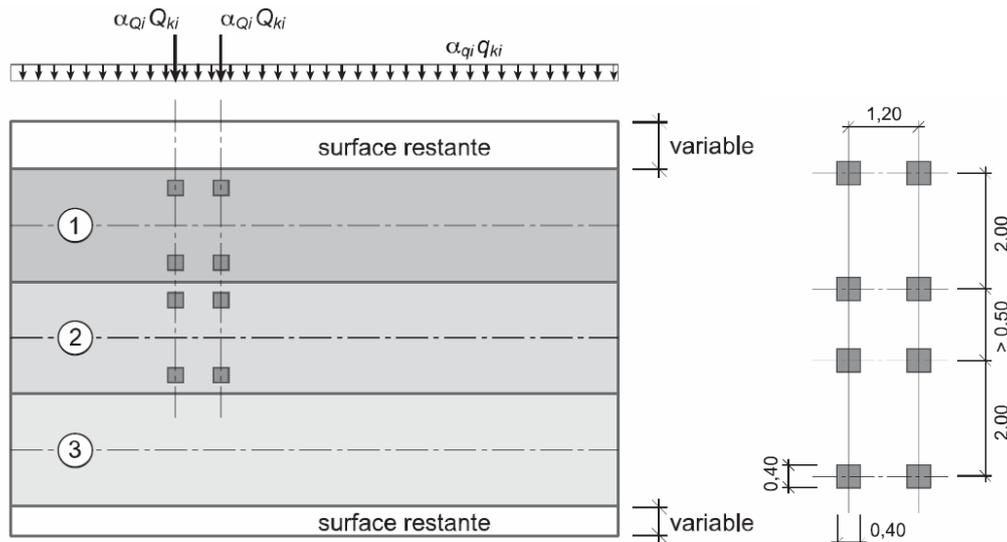


## 6 Modèle selon norme SIA 261

Document de référence : [3]

Les données considérées sont celles des silhouettes détectées de 2 à 6 axes, soit 99.5% 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	62	62	106	118	146
Tandem	97	49	168 (84)	190 (95)	247 (124)
Tridem	153	51	234 (78)	247 (82)	298 (99)

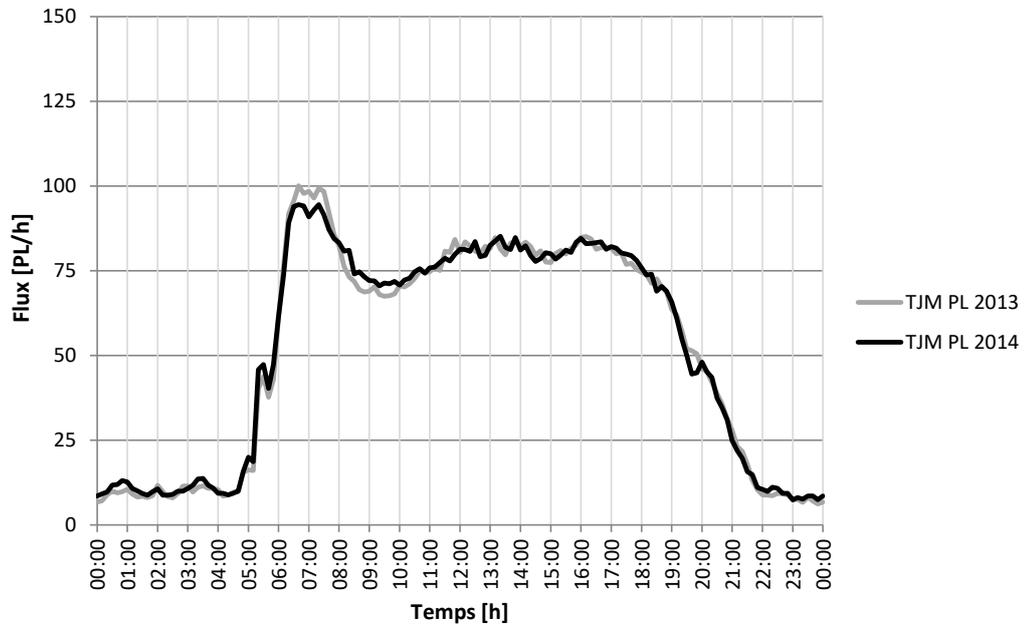
#### 6.1.2 Charge répartie q

Charge répartie q				
Caractéristique	Charge moy.	f0.95	f0.99	f0.9999
Poids par mètre linéaire [kN/m]	14.7	24.5	27.8	42.5
Poids par surface (largeur 3 m) [kN/m²]	4.9	8.2	9.3	14.2

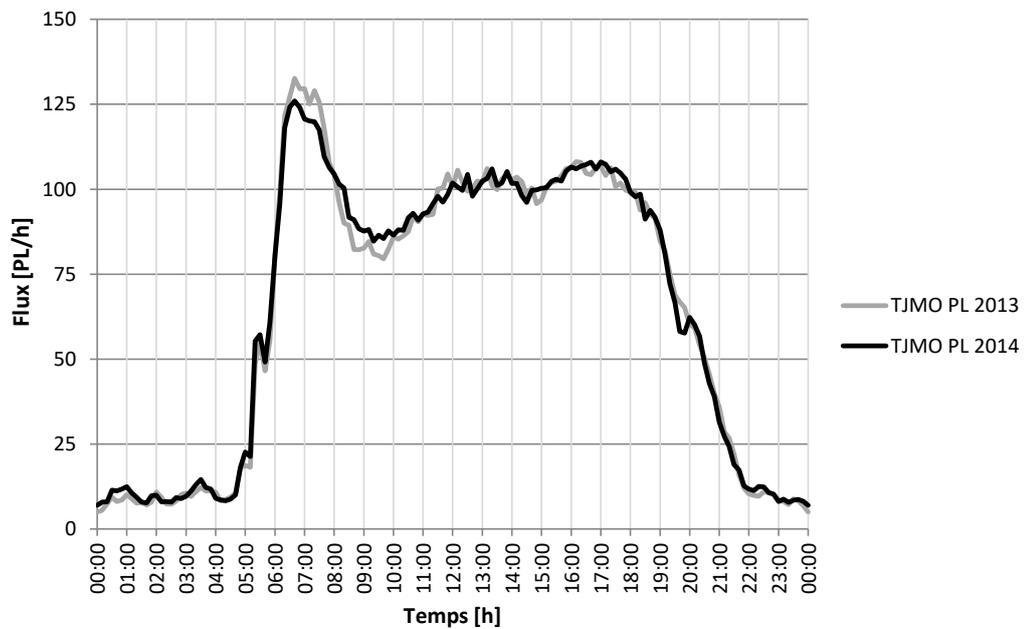
## 7 Tendances

### 7.1 Evolution de la répartition horaire annuelle

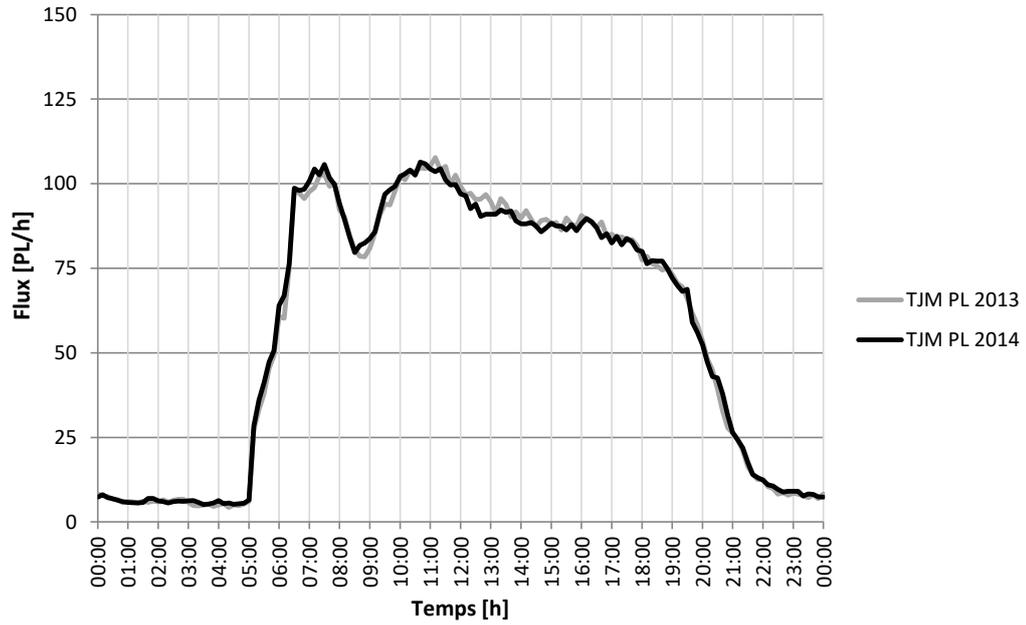
**Bellinzone**



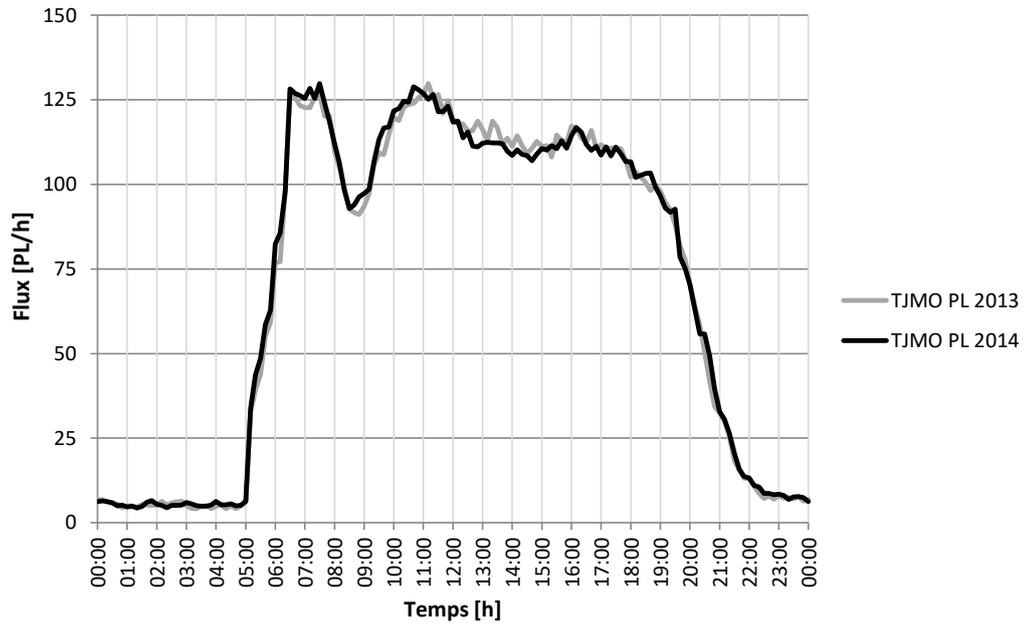
**Bellinzone**



### Wassen

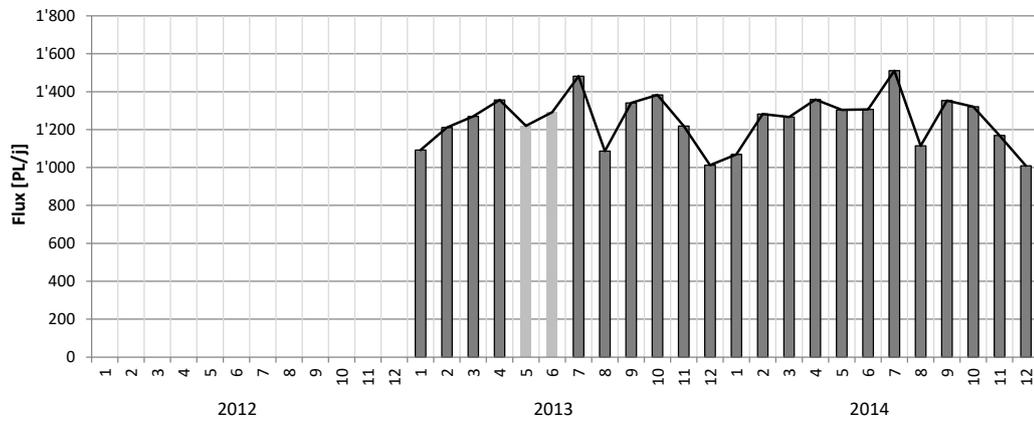


### Wassen

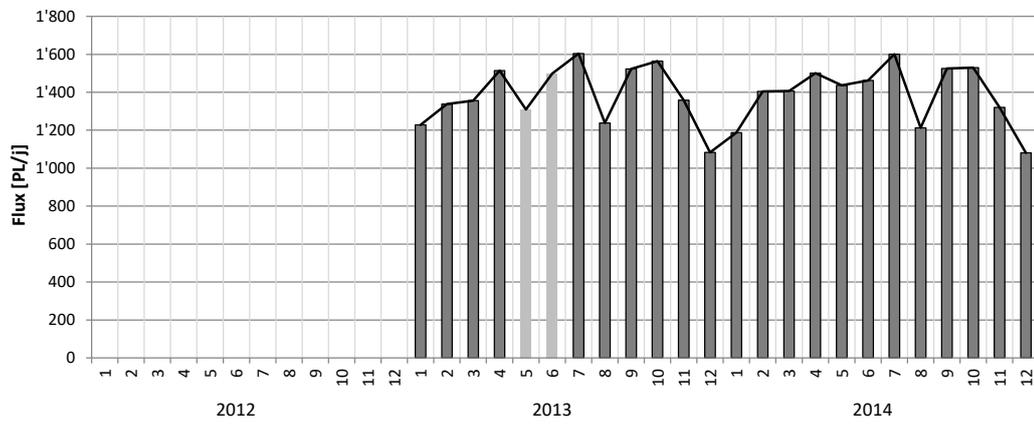


## 7.2 Evolution de la détection par mois

**Bellinzone**



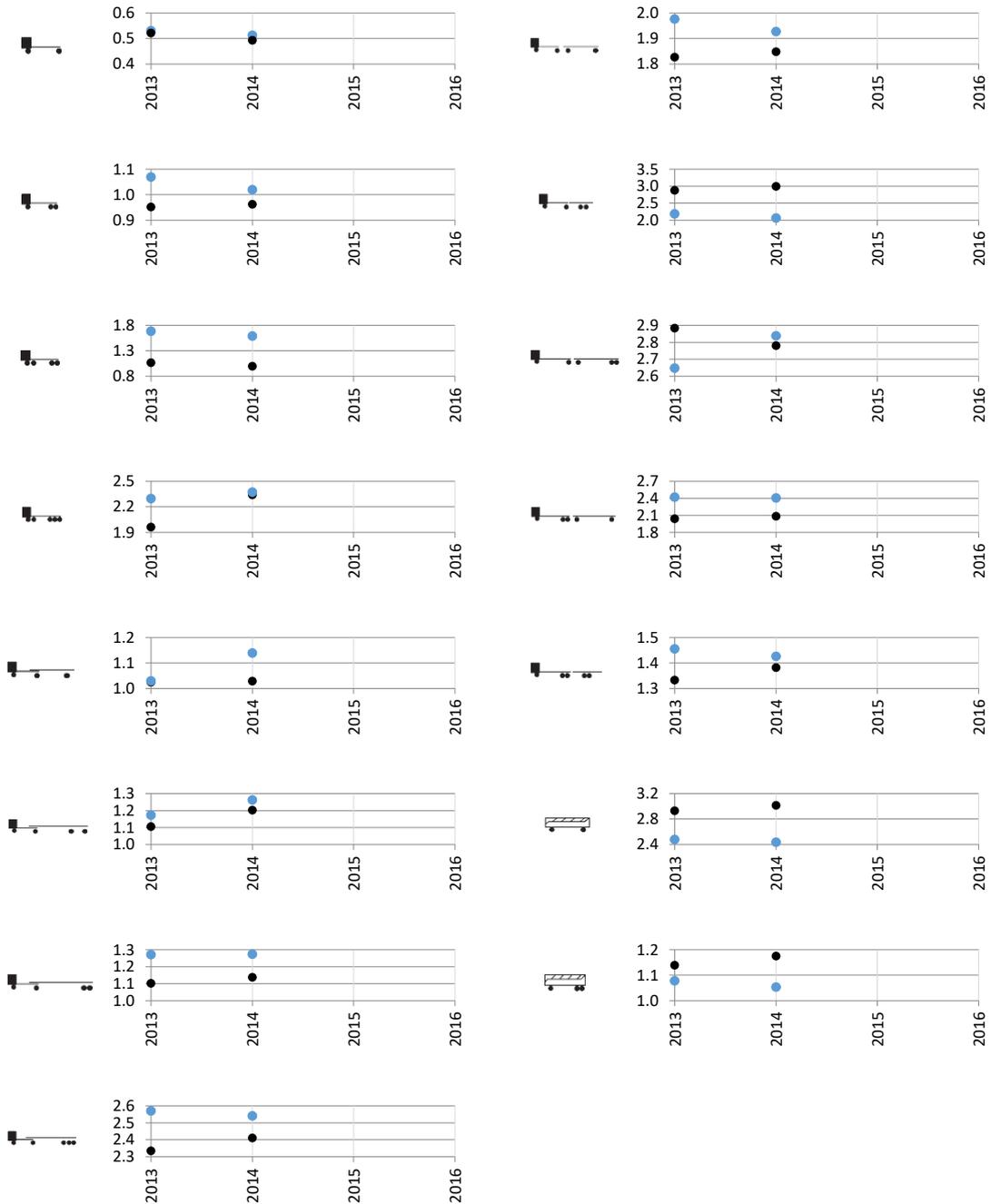
**Wassen**



## 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



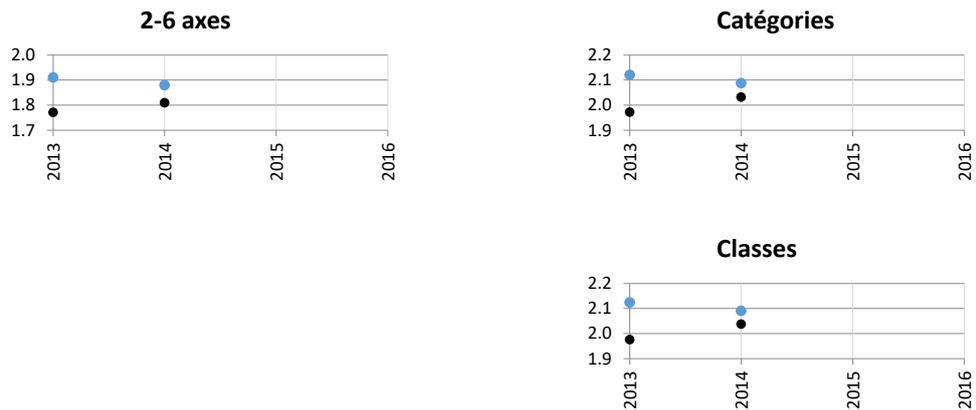
Noir : Direction Bellinzone ; Bleu : Direction Wassen.

### 7.3.2 Evolution des facteurs d'équivalence par catégories de véhicules



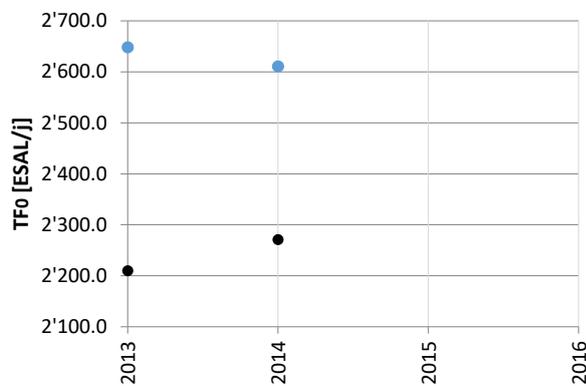
Noir : Direction Bellinzona ; Bleu : Direction Wassen.

### 7.3.3 Evolution du facteur d'équivalence moyen



Noir : Direction Bellinzona ; Bleu : Direction Wassen.

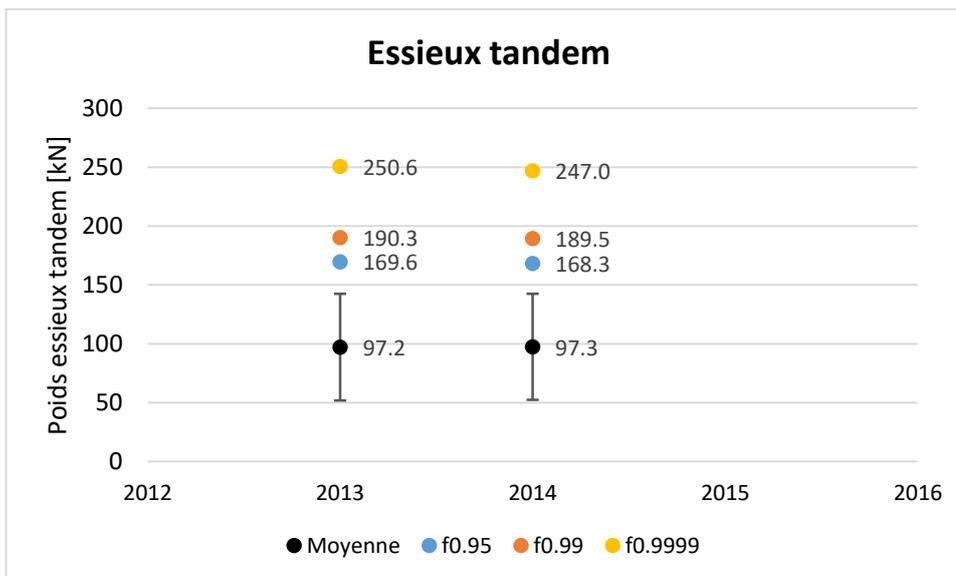
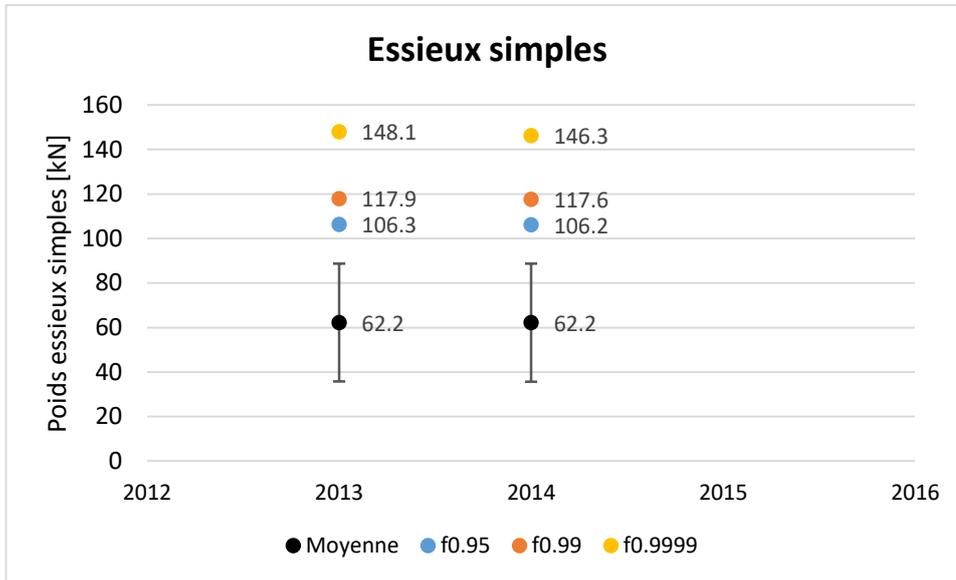
### 7.3.4 Evolution du trafic pondéral équivalent journalier

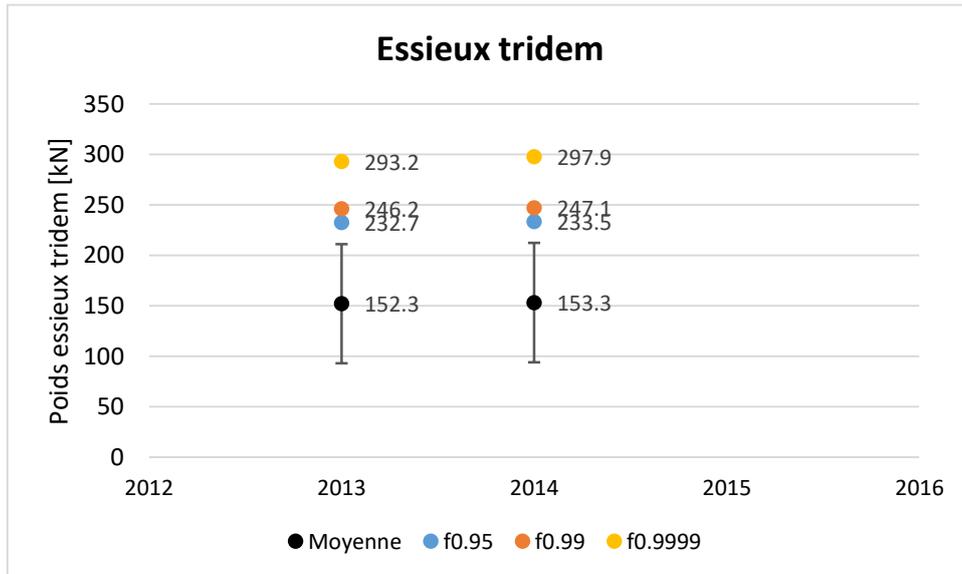


Noir : Direction Bellinzona ; Bleu : Direction Wassen.

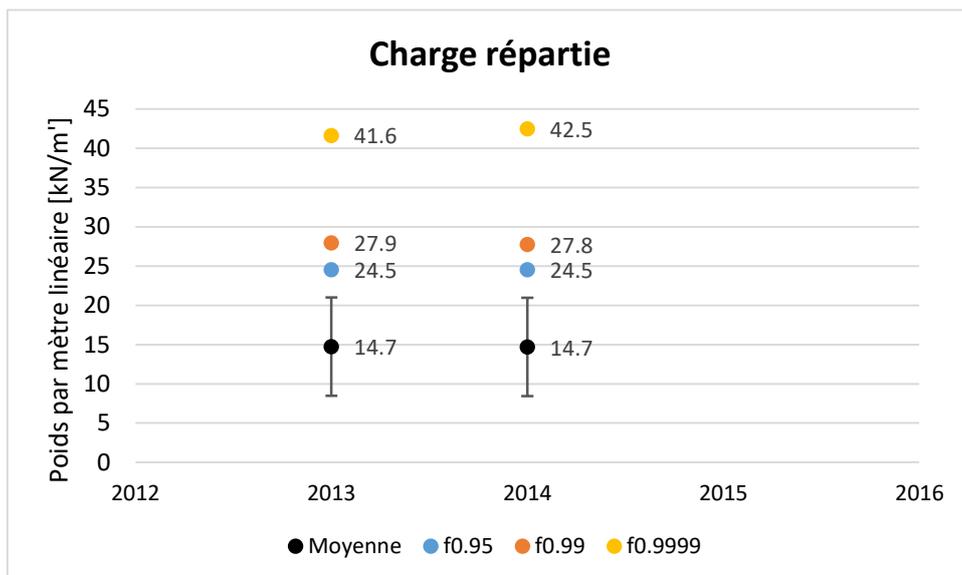
## 7.4 Evolution du modèle de la norme SIA 261

### 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 :	23.06.2014 – Direction Bellinzone 24.06.2014 – Direction Wassen	
Facteurs de corrections relevés :	Direction Bellinzone : 1.95% Direction Wassen : 1.07%	
Application du facteur de correction :	Direction Bellinzone : Oui Direction Wassen : Non	
Niveau de confiance à la calibration :	Direction Bellinzone : Très bon Direction Wassen : Bon	
Données pouvant être utilisées pour référence :	Direction Bellinzone : 2013 – 2014 – 2015 Direction Wassen : 2013 – 2014 – 2015	
Constations sur la base du traitement des données WIM		
Pertes de données :	~ 1 jours	
Exclusions :	0.45%	
Cohérence globale des valeurs :	En ordre	
Cohérence des tendances de la station :	En ordre	
Classification SWISS10, VT $\geq$ 3.5 to :	10.9%	
Silhouettes incohérentes :	13.7% dont 13.2% potentiellement dus à la classification SWISS10 0.5% d'autres incohérences	
Propositions		
La confiance dans les données de la station est bonne. Toutefois, 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) (en cours) « **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*.
  - [6] M.-A. Fénart, M. Ould-Henia, M. Delaby (en cours) « **Actualisation des facteurs d'équivalence de la norme SN640320** », Office fédéral des routes OFROU, *Projet de recherche VSS 2015/411*.
  - [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.
-