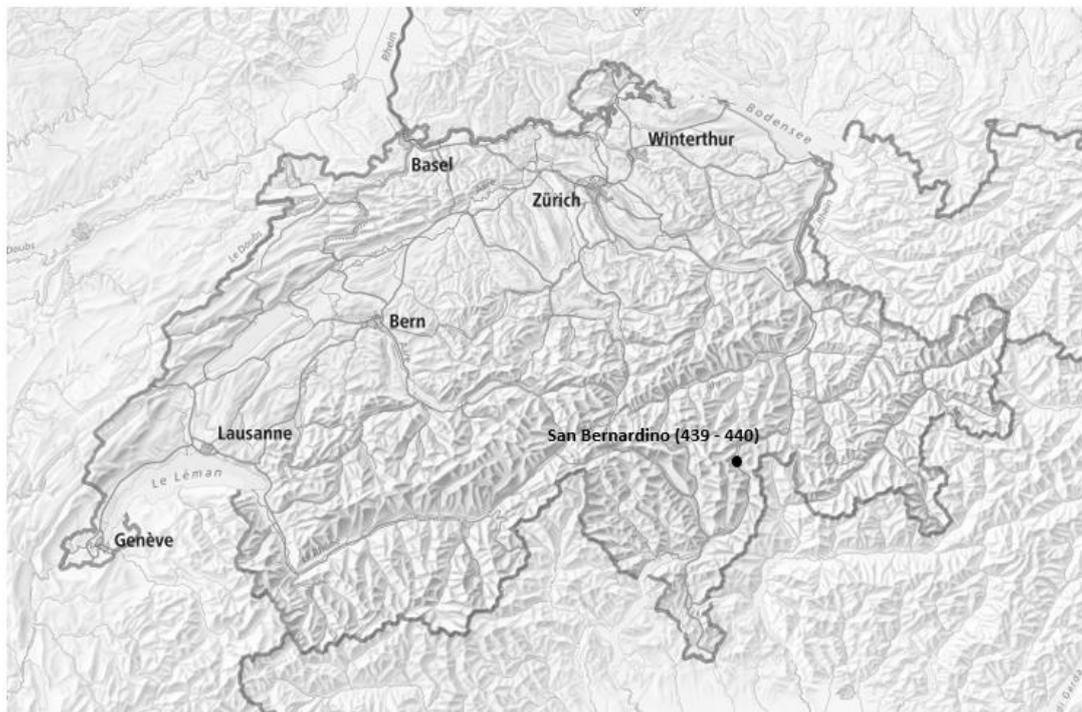




## San Bernardino - 2015

### *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\_2015\_439\_440

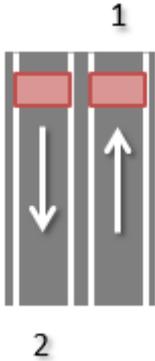
Version 1

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
San Bernardino	GR	A13	439 / 440	F5	V	2	2x1
Situation							
				Direction 1 : 439 - Direction Coire Direction 2 : 440 - Direction Bellinzone			
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	01.01.2015 – 24.06.2015 (439) 01.01.2015 – 24.06.2015 (440) 04.07.2015 – 05.07.2015 (440)						
Perte potentielle de données	25.06.2015 – 00 : 00 à 02 : 00 (439) 05.07.2015 – 14 : 57 à 16 : 16 (439) 10.09.2015 – 00 : 00 à 01 : 02 (439) 28.09.2015 – 10 : 01 à 12 : 43 (439) 24.11.2015 – 11 : 06 à 12 : 21 (439) 14.12.2015 – 11 : 00 à 12 : 28 (439) 25.06.2015 – 00 : 00 à 02 : 00 (440) 03.07.2015 – 21 : 23 à 00 : 00 (440) 06.07.2015 – 00 : 00 à 06 : 56 (440) 06.07.2015 – 16 : 43 à 00 : 00 (440) 07.07.2015 – 00 : 00 à 05 : 45 (440) 15.09.2015 – 17 : 00 à 19 : 10 (440) 28.09.2015 – 10 : 54 à 13 : 56 (440) 27.10.2015 – 13 : 08 à 15 : 46 (440) 28.10.2015 – 16 : 05 à 00 : 00 (440) 29.10.2015 – 00 : 00 à 10 : 05 (440)						
<i>Evènements particuliers</i>							
<i>Décisions</i>							
<i>Concaténation</i>							
Nom de fichiers :	2015_439_concat.log ; 2015_440_concat.log ;						
Nombre d'enregistrements :	762'979 (439) ; 712'945 (440)						
Nombre de jours effectifs :	189.6 (439) ; 186.0 (440)						

## 2 Intégrité des données

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

Filtre des données (démarche pas à pas)	
1)	Véhicules de moins de 3.5 tonnes (1'329'743 enregistrements).
2)	78'796 enregistrements direction D1. 67'385 enregistrements direction D2.
3)	Longueur totale nulle (0 enregistrements).
4)	Longueur totale supérieure à 26.00m (98 enregistrements).
5)	Poids nul sur un des axes (0 enregistrements).
6)	Entraxe inférieur à 60cm (1'910 enregistrements).
7)	Poids total supérieur à 65 tonnes (195 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 (332 enregistrements).
<i>Décisions</i>	
1)	Exclusion (2015_439_440_u3500.log).
2)	-
3)	-
4)	Exclusion.
5)	-
6)	Exclusion.
7)	Exclusion.
8)	Exclusion.
9)	Exclusion.
<i>Fichiers</i>	
Nom de fichier de traitement statistique :	2015_439_440.log
Nombre d'enregistrements :	143'619
Nom de fichier d'exclusions :	2015_439_440_exclus.log
Nombre d'enregistrements :	2'562

Sur un total de 1'475'924 enregistrements, 1'329'743 ont été séparés en raison de leur appartenance aux véhicules légers (< 3.5 tonnes) et 2'562 enregistrements (1.76%) ont été exclus du jeu de données de base en raison d'incohérences potentielles de données.

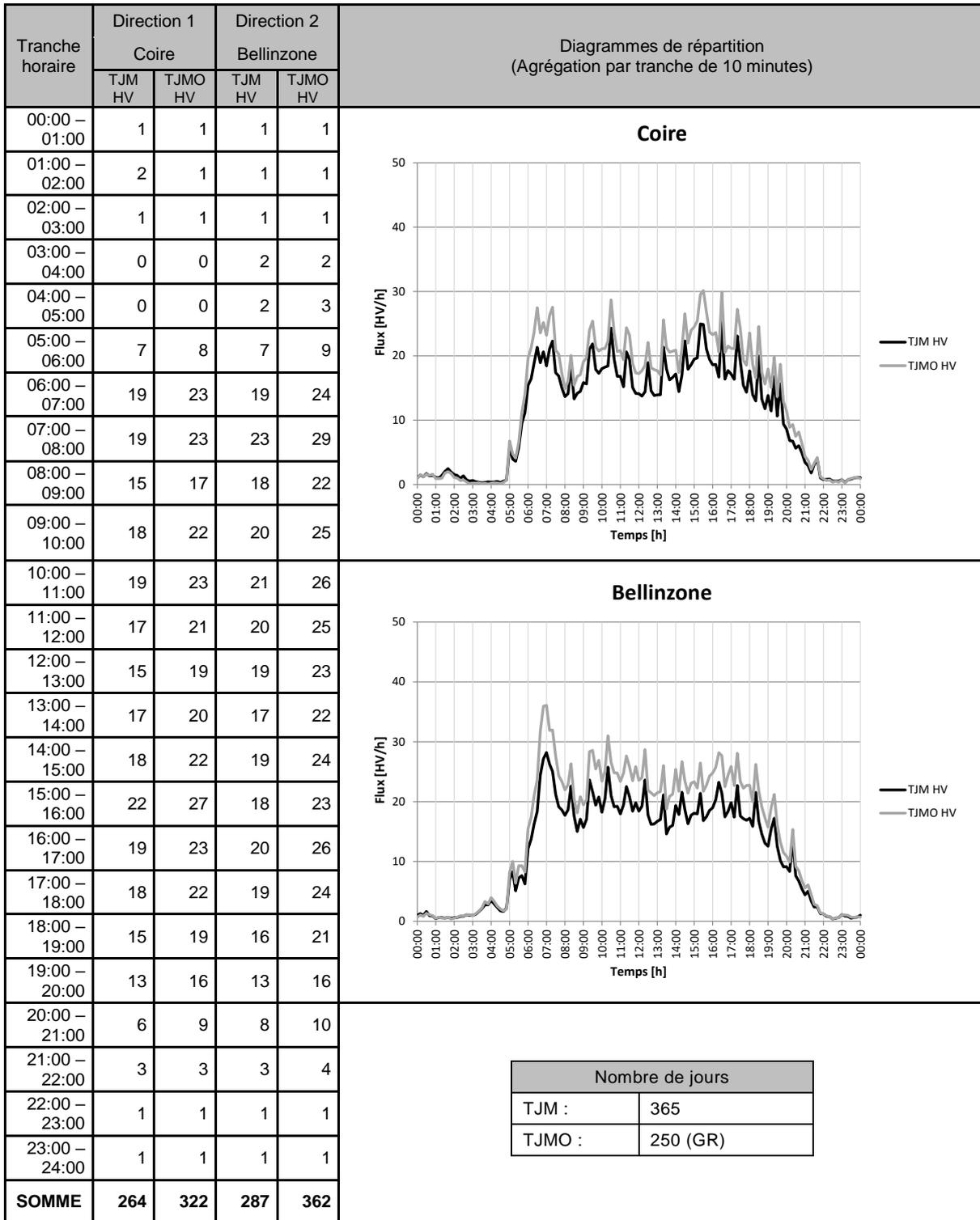
### 3 Traitements statistiques

#### 3.1 Répartition horaire annuelle

Tranche horaire	Direction 1 Coire		Direction 2 Bellinzone		Diagrammes de répartition (Agrégation par tranche de 10 minutes)						
	TJM PL	TJMO PL	TJM PL	TJMO PL							
00:00 – 01:00	3	2	2	2							
01:00 – 02:00	3	2	1	1							
02:00 – 03:00	2	1	1	1							
03:00 – 04:00	1	1	3	3							
04:00 – 05:00	1	1	3	3							
05:00 – 06:00	8	9	8	9							
06:00 – 07:00	21	26	21	27							
07:00 – 08:00	22	26	27	33							
08:00 – 09:00	19	21	22	25							
09:00 – 10:00	24	27	23	28							
10:00 – 11:00	27	30	25	30							
11:00 – 12:00	28	30	25	30							
12:00 – 13:00	28	30	24	29							
13:00 – 14:00	30	32	22	27							
14:00 – 15:00	32	34	24	29							
15:00 – 16:00	34	38	23	28							
16:00 – 17:00	31	34	25	30							
17:00 – 18:00	28	31	23	28							
18:00 – 19:00	23	27	20	25							
19:00 – 20:00	19	22	16	19							
20:00 – 21:00	11	13	11	13	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Nombre de jours</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>TJM :</td> <td>365</td> </tr> <tr> <td>TJMO :</td> <td>250 (GR)</td> </tr> </tbody> </table>	Nombre de jours		TJM :	365	TJMO :	250 (GR)
Nombre de jours											
TJM :	365										
TJMO :	250 (GR)										
21:00 – 22:00	6	6	5	6							
22:00 – 23:00	4	4	2	2							
23:00 – 24:00	3	3	2	2							
<b>SOMME</b>	<b>406</b>	<b>449</b>	<b>358</b>	<b>432</b>							

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)

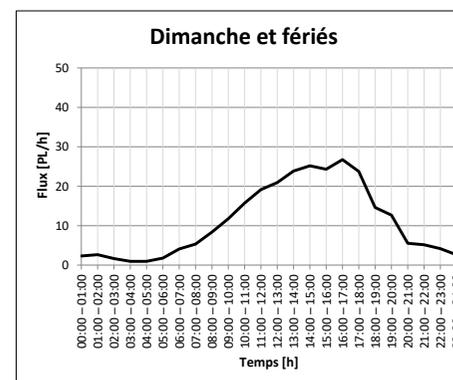
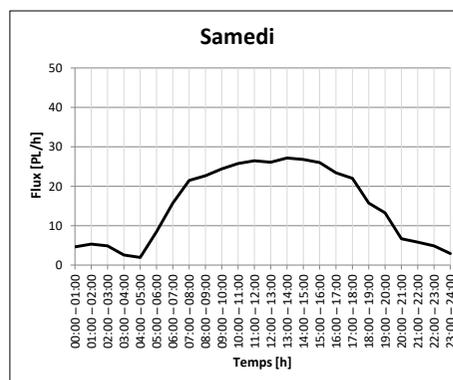
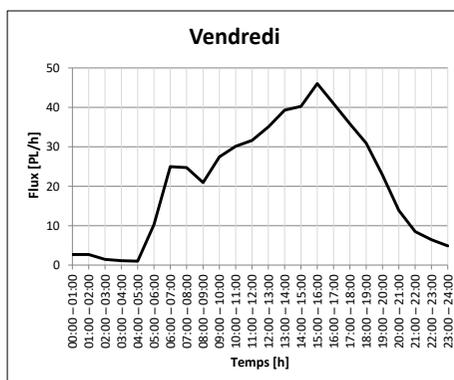
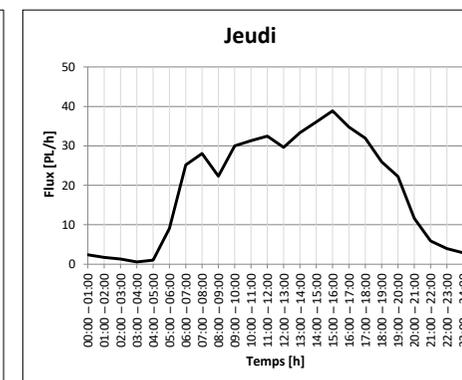
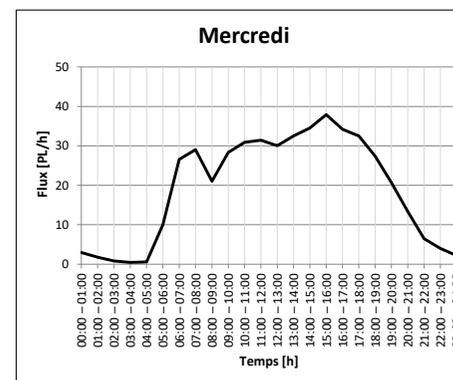
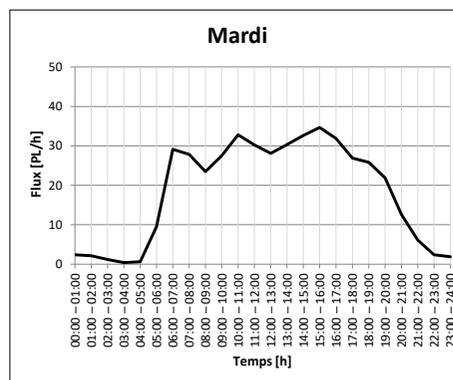
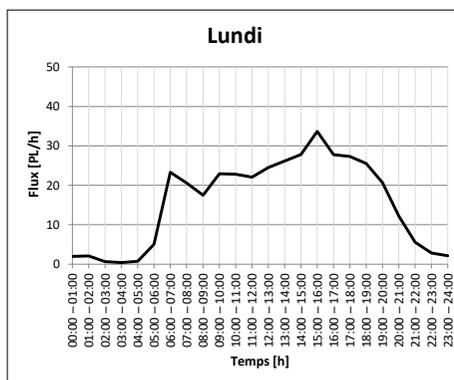


Remarque : Le calcul des répartitions horaires prend en compte l'intégrité des données (jours manquants et pertes de données).

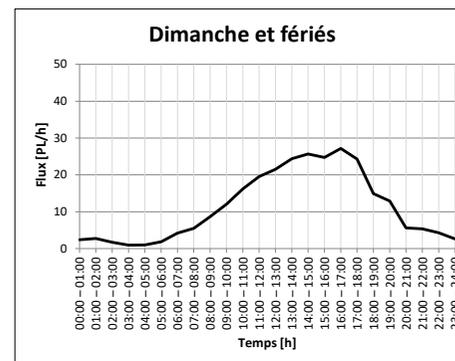
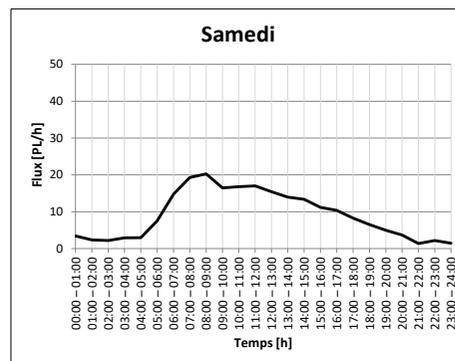
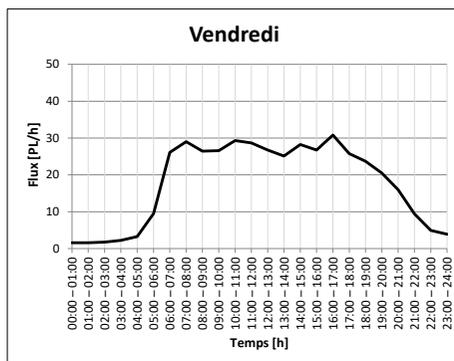
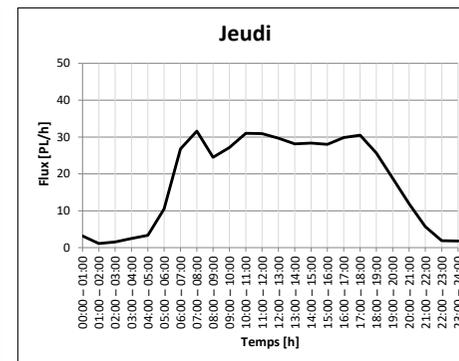
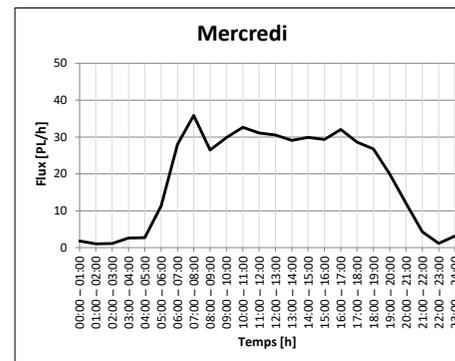
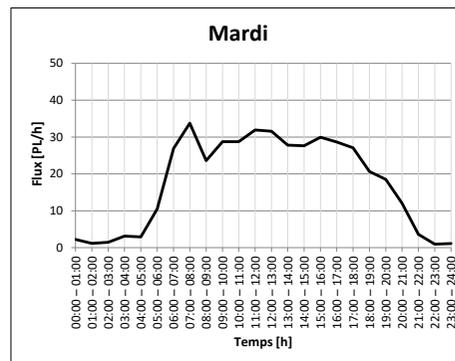
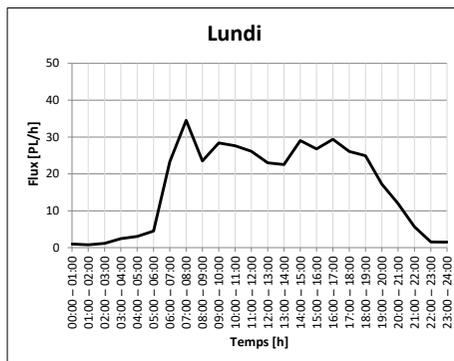
### 3.3 Répartition horaire journalière

Jours	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche et fériés
Nombre (GR)	49	50	52	49	50	49	66

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



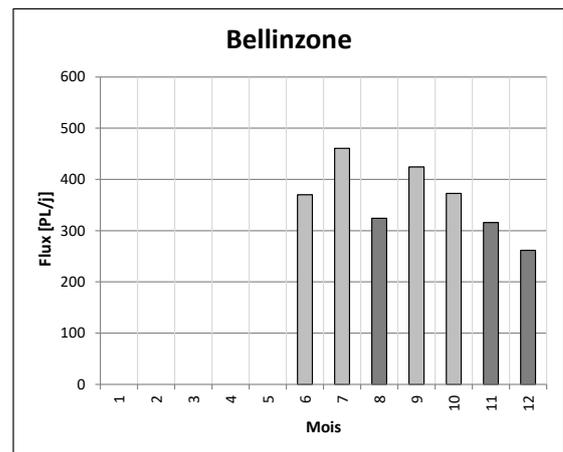
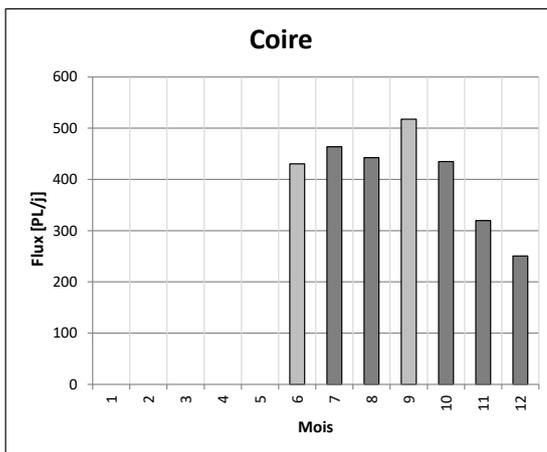
**Direction 2 : Bellinzone** (Agrégation par heure)



## 3.4 Détection de véhicules

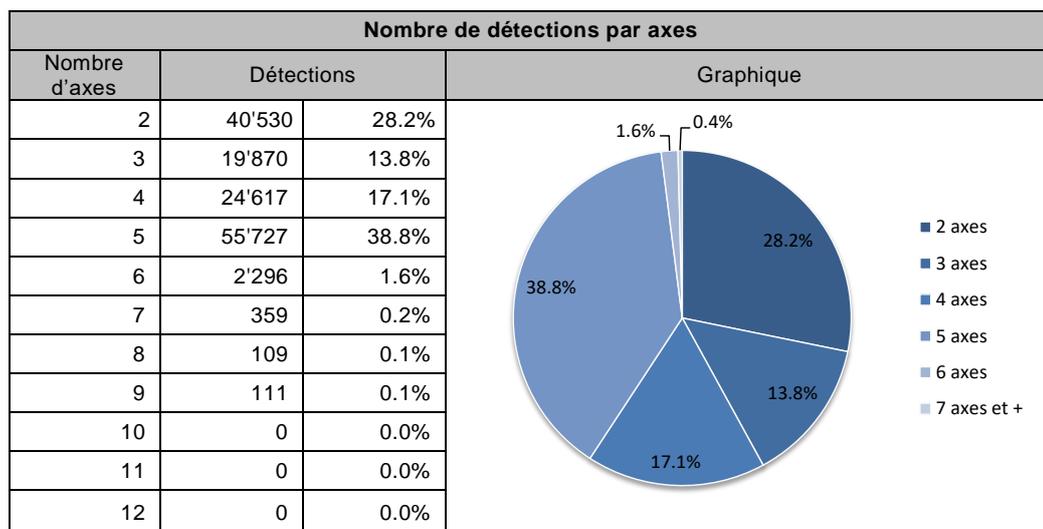
### 3.4.1 Par mois

Nombre de détections par mois		
Mois	Direction 1 : Coire	Direction 2 : Bellinzone
Janvier	-	-
Février	-	-
Mars	-	-
Avril	-	-
Mai	-	-
Juin	2'547	2'221
Juillet	14'373	12'931
Août	13'719	10'053
Septembre	15'465	12'638
Octobre	13'488	11'237
Novembre	9'586	9'479
Décembre	7'768	8'114



*Remarque : Le calcul des répartitions mensuelles prend en compte l'intégrité des données (jours manquants et pertes de données). Mois de juin, juillet (440), septembre et octobre (440) : valeurs de détections non estimées, valeurs journalières estimées.*

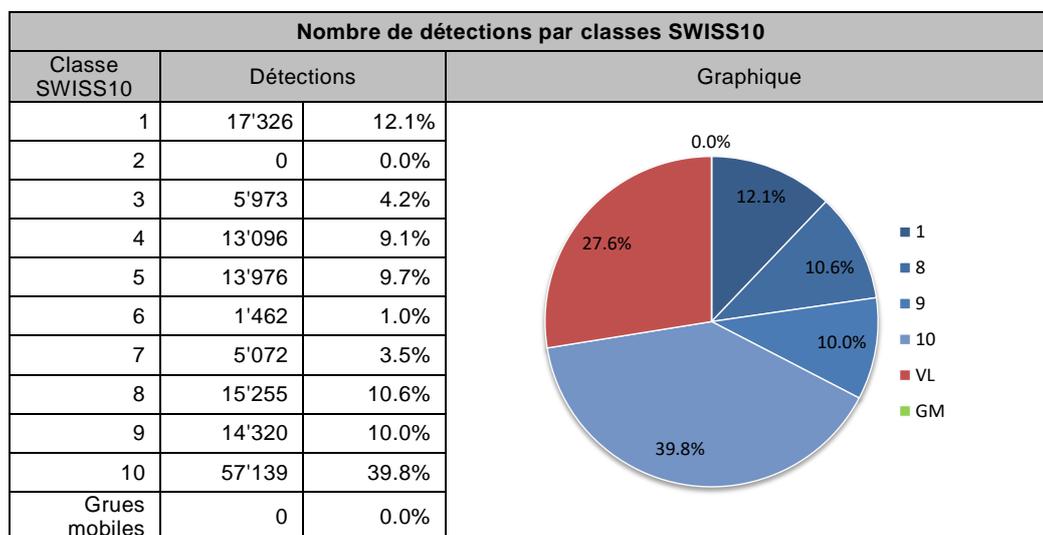
### 3.4.2 Par nombre d'axes



### 3.4.3 Par classes SWISS10

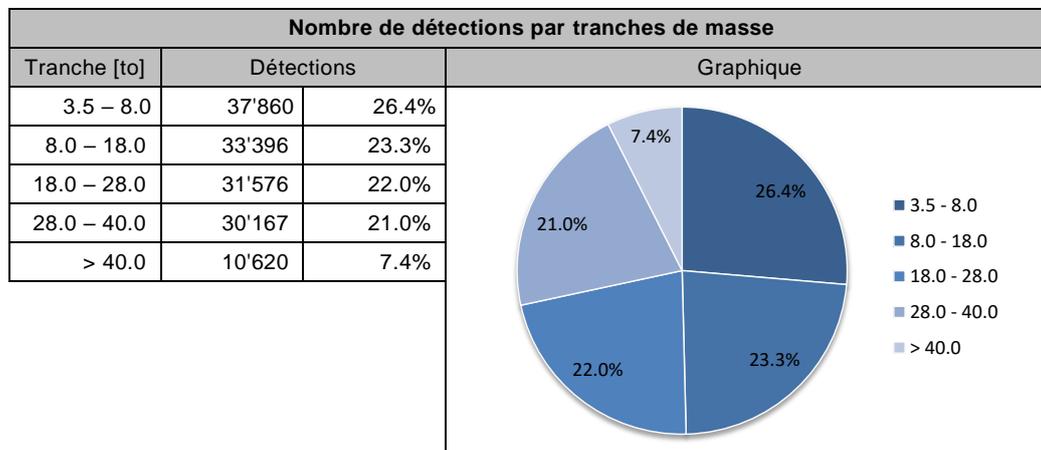
#### Classes de véhicules Swiss 10 [4]

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 39'579 enregistrements (classes 2 à 7, 27.6%) sont classifiés parmi les catégories assimilables aux véhicules légers alors que leurs enregistrements font référence à des véhicules lourds.

### 3.4.4 Par tranches de masse



### 3.4.5 Silhouettes prédominantes

Selon [6] : « Est décrite comme classe prédominante du trafic poids lourds toute silhouette dont la part se monte à plus de 1% du nombre total de poids lourds »

Silhouettes prédominantes					
Configuration		Silhouette	SWISS10	Détections	
S/S/Tr	0 - - - - - 0 + - - - - 000		10	40'479	28.2%
S/S	<i>Non-cohérent</i>			16'958	11.8%
S/S	0 - - - - - 0		1	13'312	9.3%
S/S/Ta	0 - - - - - 0 + - - - - 00		10	10'067	7.0%
S/S	0 - - - - - 0		8	10'008	7.0%
S/S/S	<i>Non-cohérent</i>			8'347	5.8%
S/S/Tr	<i>Non-cohérent</i>			6'111	4.3%
S/S/Ta	<i>Non-cohérent</i>			5'797	4.0%
S/S/Ta	0 - - - - - 0 + - - - - 00 - -		9	4'026	2.8%
S/Ta/S/S	0 - - - - - 00 + 0 - - - - - 0		9	3'769	2.6%
S/Ta	<i>Non-cohérent</i>			3'718	2.6%
S/Ta	0 - - - - - 00		1	3'213	2.2%
S/Ta	0 - - - - - 00		8	2'222	1.5%
S/S/S/S	0 - - - - - 0 + 0 - - - - - 0		9	2'088	1.5%
S/Ta/Ta	0 - - - - - 00 + - - - - 00 - -		9	1'859	1.3%
Autres silhouettes selon SN 640 320					
S/S/S	0 - - - - - 0 + - - 0 - -		10	978	0.7%
S/S/S/S	0 - - - - - 0 + - - - - 0 - 0		10	518	0.4%
S/S/S/Ta	0 - - - - - 0 + 0 - - - - 00		9	202	0.1%
Ta/Tr	00 - - 000		Non-classé (8)	71	0.0%
Ta/Ta	00 - - - 00		8	21	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 : Coire	Direction 2 : Bellinzone	Sur la base de :
2x1 voies	53.1%	46.9%	Nombre de détections
	52.0%	48.0%	Masse totale
	56.9%	43.1%	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 : Coire	Direction 2 : Bellinzone	Norme 2011	Direction 1 : Coire	Direction 2 : Bellinzone	Norme 2011
	0.62	0.54	0.7	0.61	0.50	0.6
	1.05	0.77	1.4	1.44	0.96	2.1
	0.69	0.03	1.5	1.19	0.03	2.7
	2.73	0.90	1.9	6.43	1.85	3.0
	1.37	1.10	0.5	1.34	1.01	0.5
	2.53	1.44	1.7	2.56	1.38	1.8
	1.66	1.02	1.8	1.79	1.02	2.2
	3.49	2.18	2.0	4.65	2.75	2.2
	2.32	1.49	2.0	2.35	1.43	1.9
	3.14	3.35	1.7	3.57	3.88	1.6
	4.16	2.20	1.3	4.60	2.41	1.0
	2.24	1.70	2.5	2.81	1.98	2.6
	1.81	1.32	1.2	2.66	1.84	0.9
	2.77	2.24	0.7	2.99	2.36	0.6
	1.08	0.97	1.4	1.51	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 : Coire	Direction 2 : Bellinzone	Norme 2011	Direction 1 : Coire	Direction 2 : Bellinzone	Norme 2011
1 : Bus, car	2.43	1.99	2.3	2.68	2.15	2.3
8 : Camion	0.72	0.60	0.9	0.81	0.62	1.0
9 : Train routier	2.37	2.27	1.9	2.87	2.64	2.0
10 : Véhicule articulé	3.13	1.88	1.7	4.10	2.31	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 : Coire	Direction 2 : Bellinzone	Norme 2011	Direction 1 : Coire	Direction 2 : Bellinzone	Norme 2011
Silhouettes (2-6 axes)	1.83	1.57	1.6	2.33	1.88	1.7
	99.1%	99.5%		99.1%	99.5%	
Catégories	2.55	1.83		3.20	2.16	
	63.1%	71.9%		63.1%	71.9%	
Classes	2.56	1.84		3.21	2.17	
	61.0%	70.0%		61.0%	70.0%	

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

##### Chaussées souples et semi-rigides

##### Direction 1 : Coire

$$TF_0 = \frac{76'946PL}{189.6 \text{ jours}} \cdot 1.83 = 744 \text{ ESAL/jour} \rightarrow \text{Trafic de classe T4 : Lourd}$$

##### Direction 2 : Bellinzone

$$TF_0 = \frac{66'673PL}{186.0 \text{ jours}} \cdot 1.57 = 565 \text{ ESAL/jour} \rightarrow \text{Trafic de classe T4 : Lourd}$$

##### Chaussées rigides et combinées

##### Direction 1 : Coire

$$TF_0 = \frac{76'946PL}{189.6 \text{ jours}} \cdot 2.33 = 949 \text{ ESAL/jour} \rightarrow \text{Trafic de classe T4 : Lourd}$$

##### Direction 2 : Bellinzone

$$TF_0 = \frac{66'673PL}{186.0 \text{ jours}} \cdot 1.88 = 674 \text{ ESAL/jour} \rightarrow \text{Trafic de classe T4 : Lourd}$$

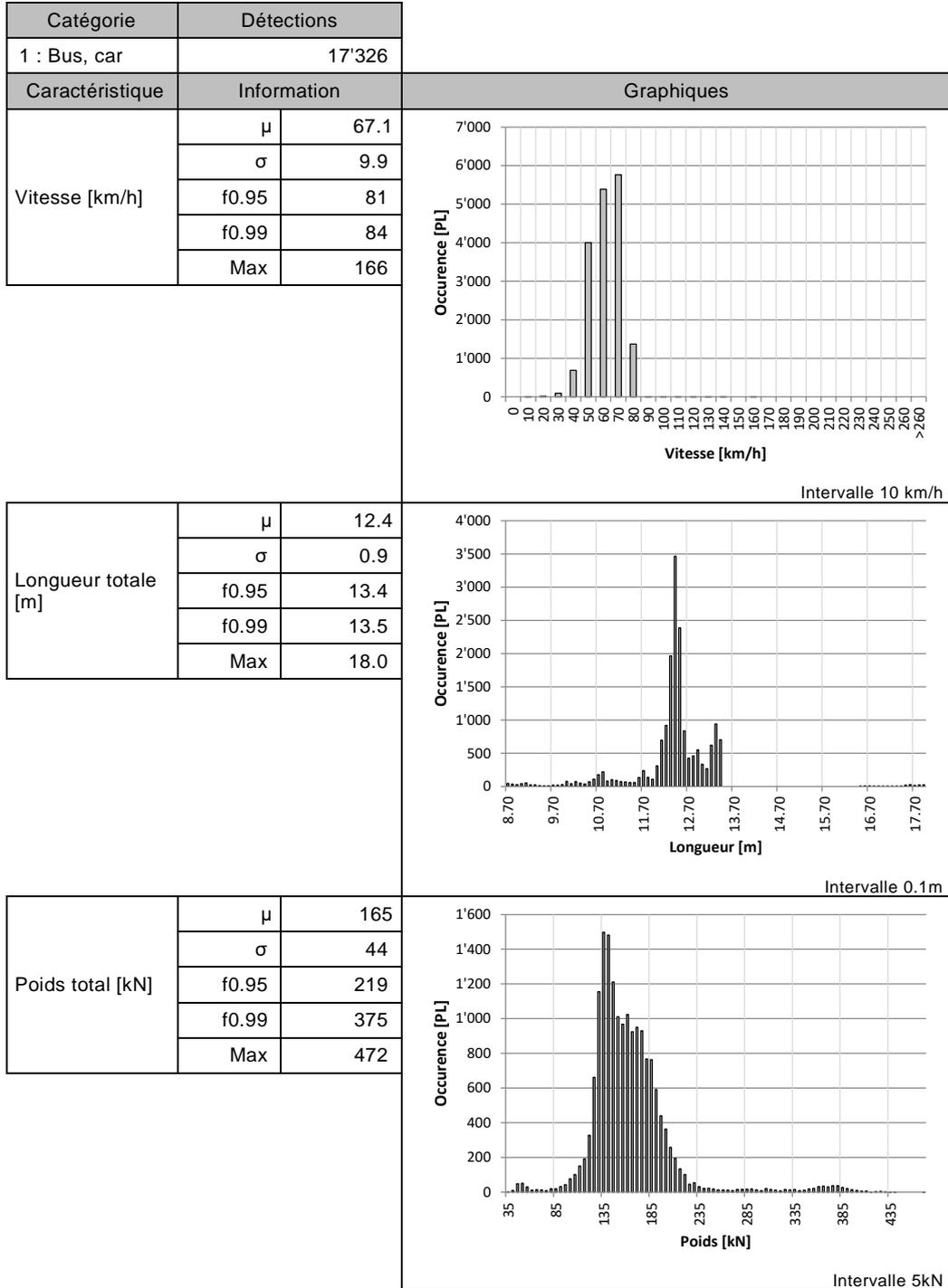
#### 4.6 Tendence pour l'estimation du taux d'accroissement annuel

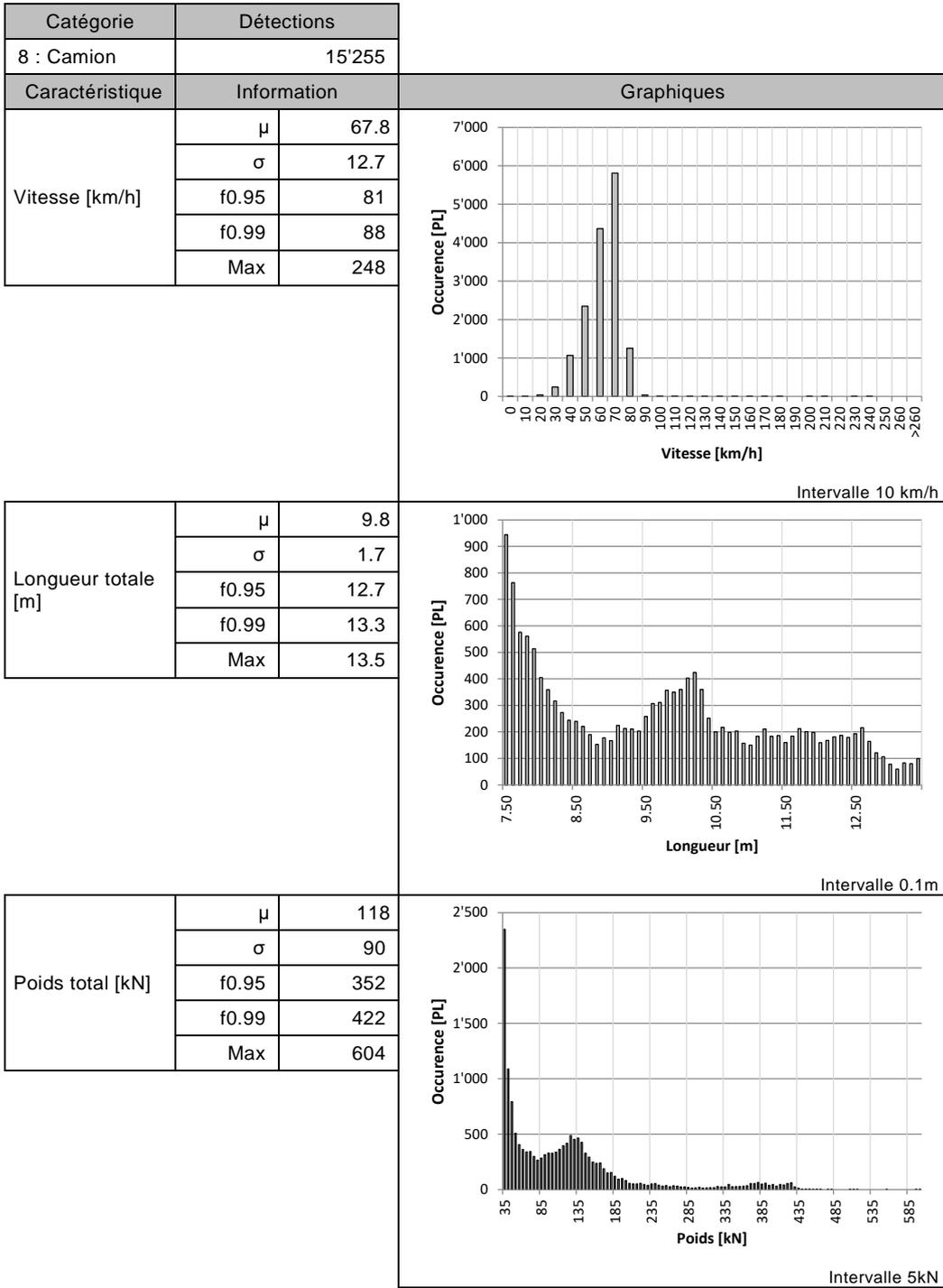
Tendance pour l'estimation du taux d'accroissement annuel		
Direction 1 : Coire	Direction 2 : Bellinzone	Sur la base de :
-	-	Nombre de détections
-	-	Masse totale
-	-	Trafic pondéral équivalent total W

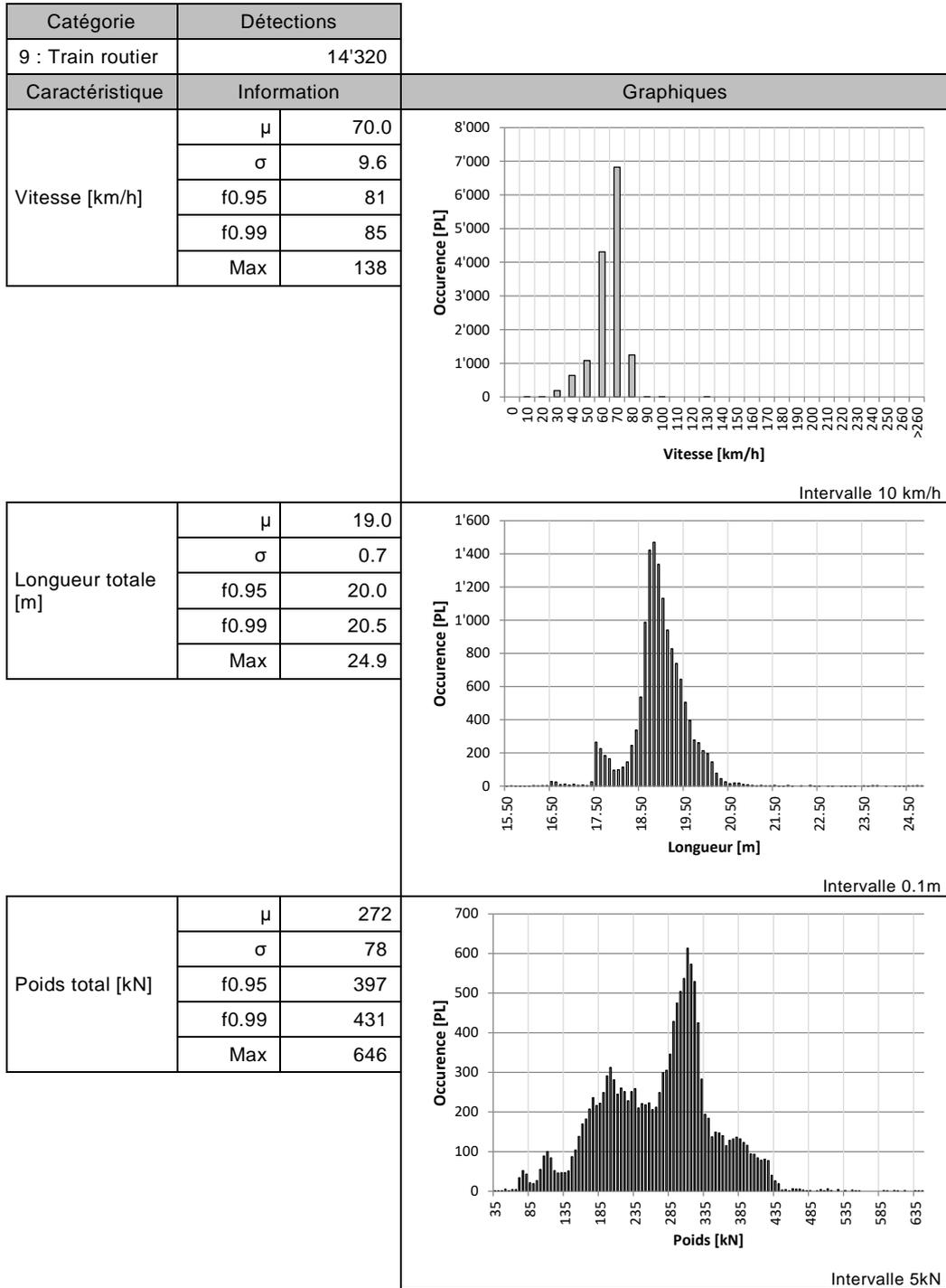
Cette section sera déterminée lorsque des tendances seront établies (plusieurs rapports annuels)

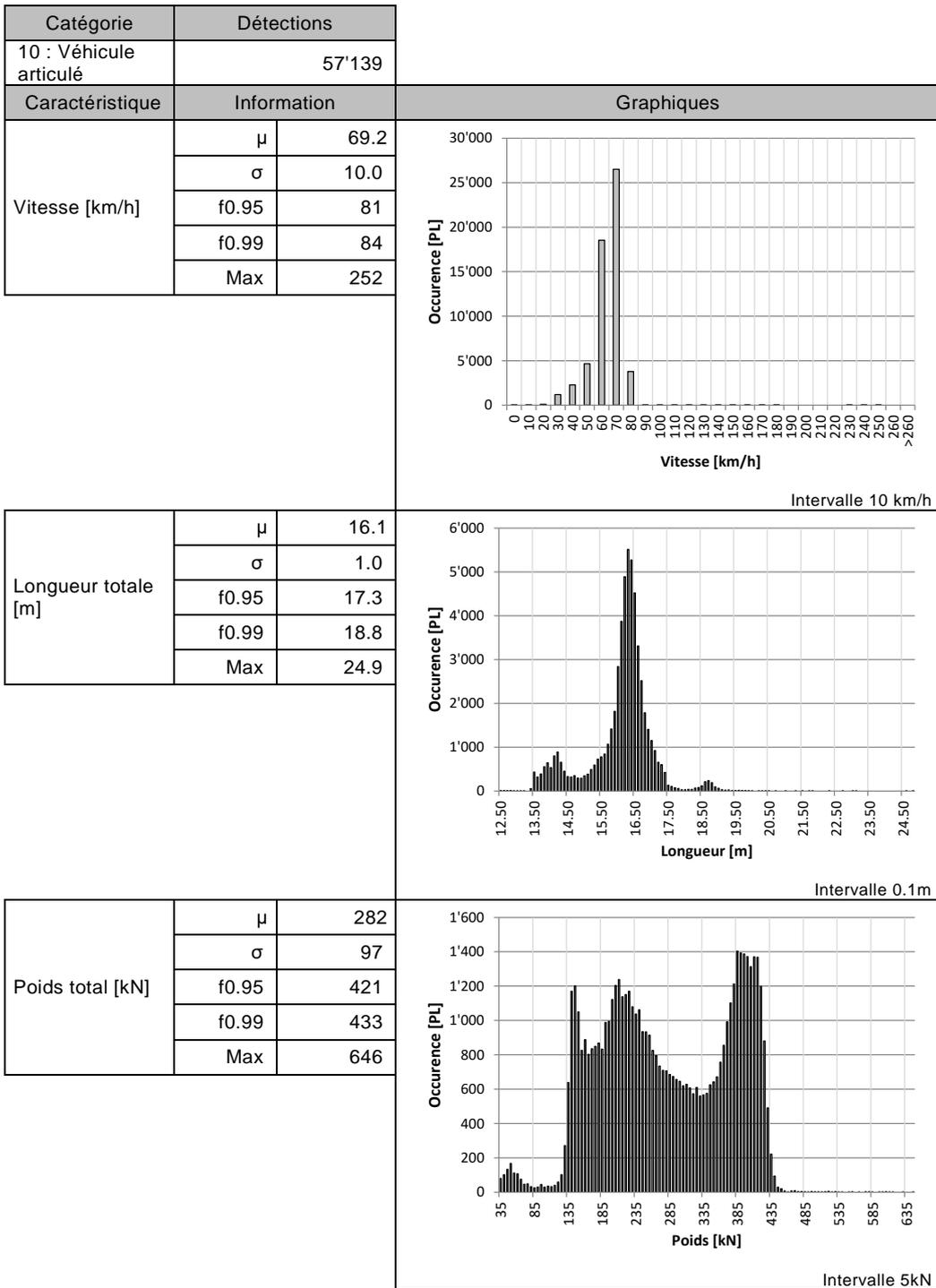
## 5 Caractéristiques des poids lourds

### 5.1 Caractéristiques des catégories de poids lourds



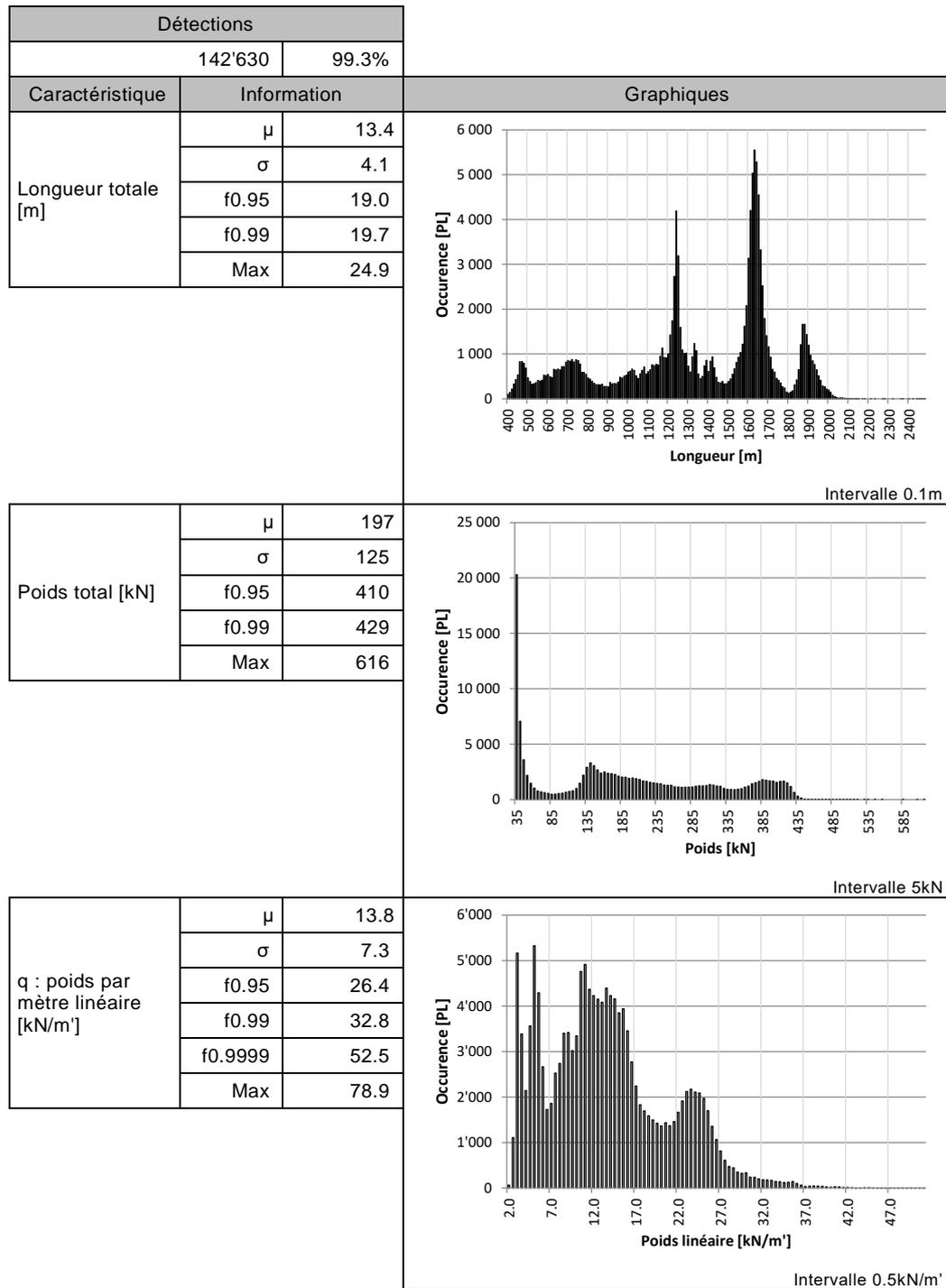


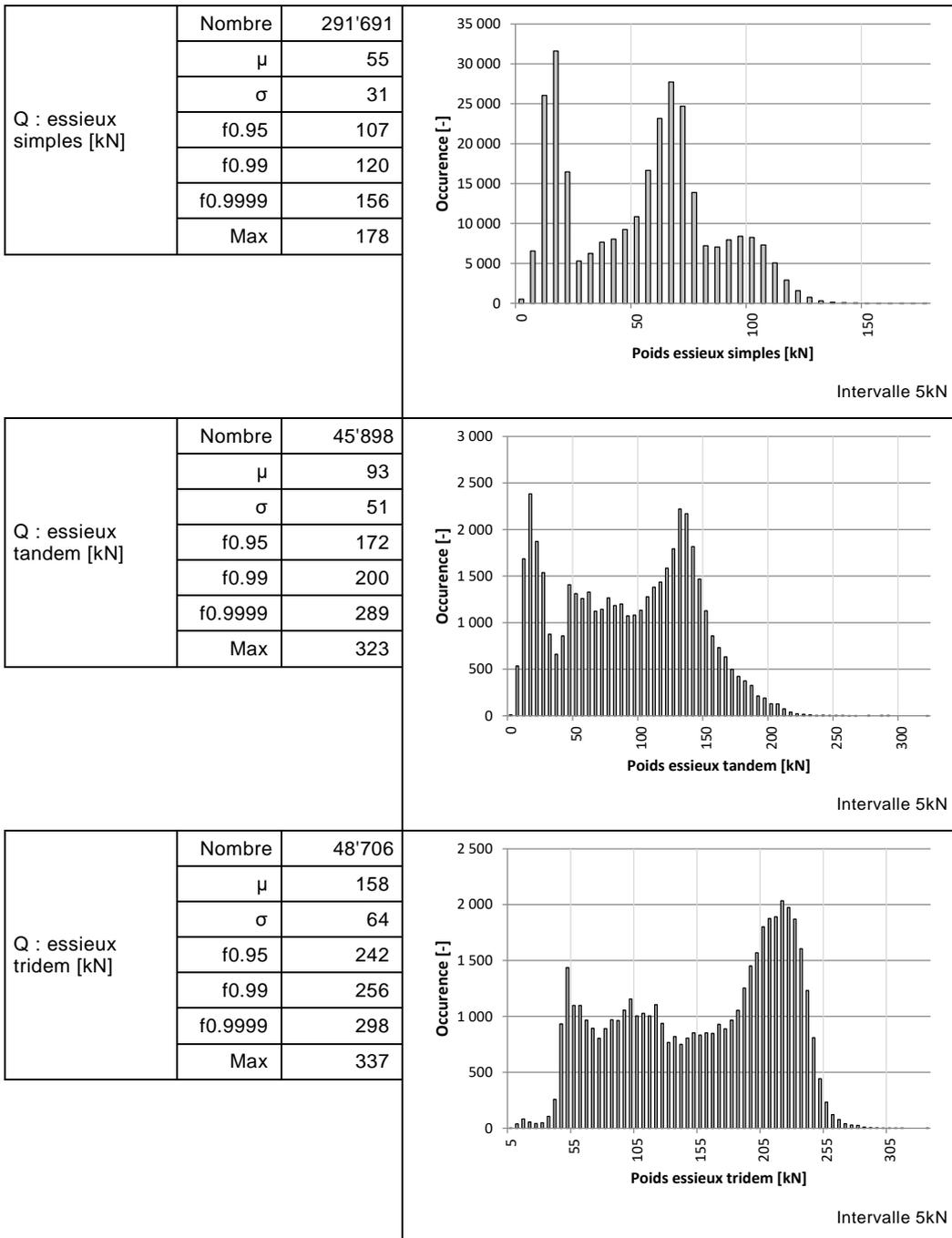




## 5.2 Caractéristiques globales de l'échantillon

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



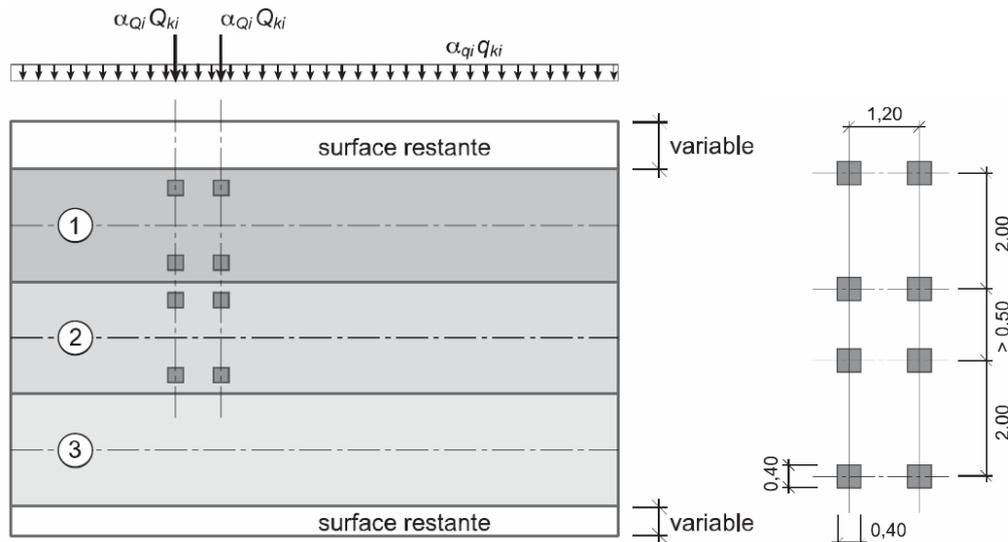


## 6 Modèle selon norme SIA 261

Document de référence : [3]

Les données considérées sont celles des silhouettes détectées de 2 à 6 axes, soit 99.3% 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

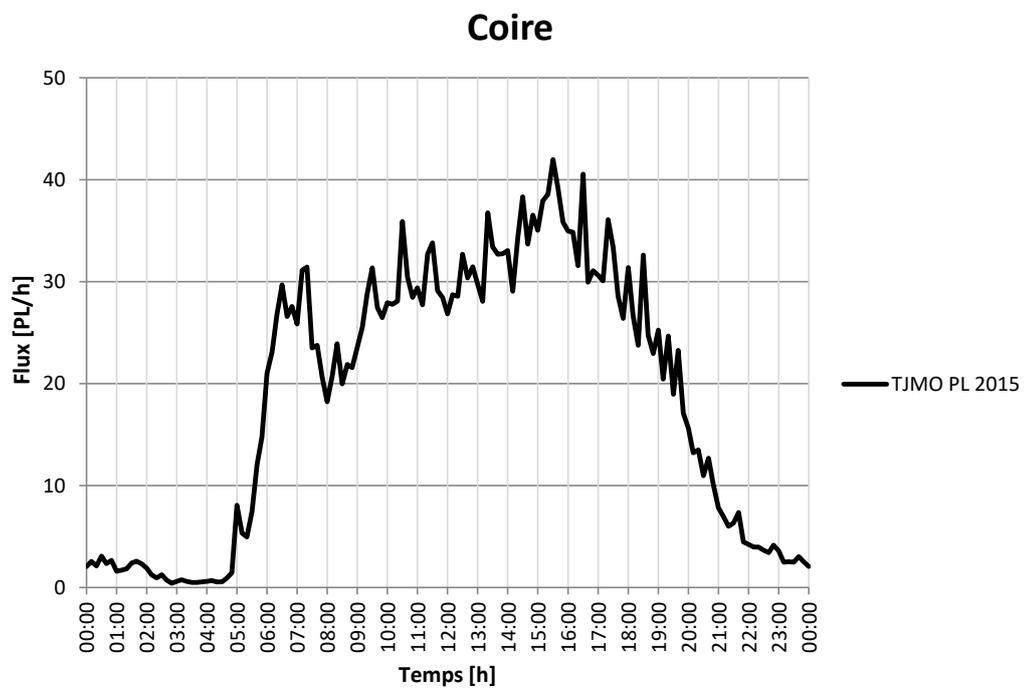
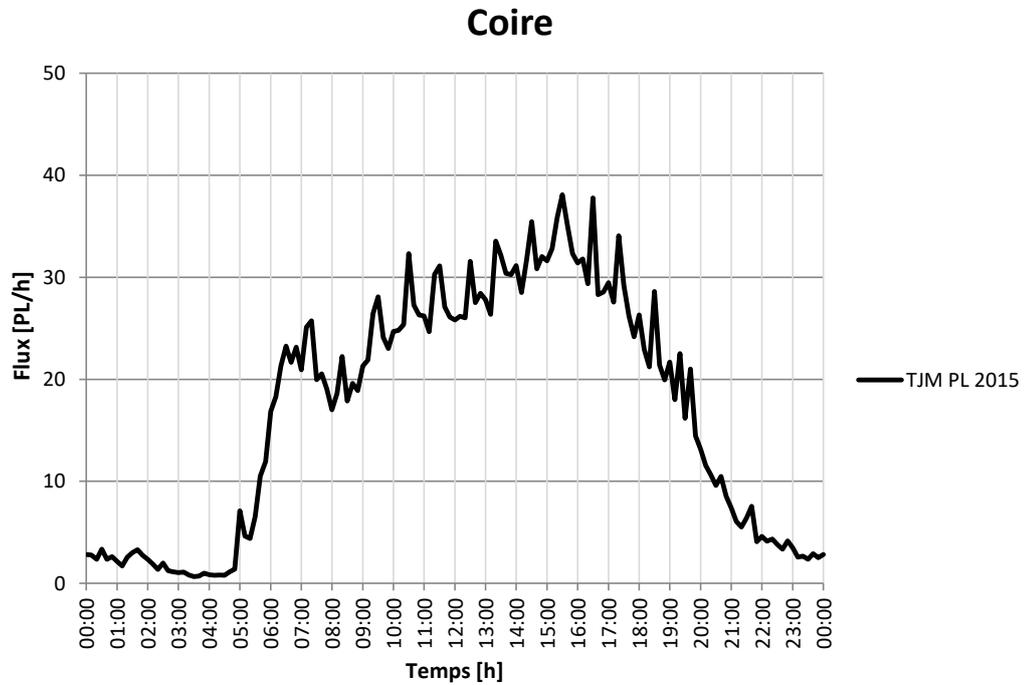
Charge concentrée Q					
Type d'essieu	Charge moy. [kN]	Charge moy. par axe [kN]	f0.95 [kN] (par axe)	f0.99 [kN] (par axe)	f0.9999 [kN] (par axe)
Simple	55	55	107	120	156
Tandem	93	46	172 (86)	200 (100)	289 (145)
Tridem	158	53	242 (81)	256 (85)	298 (99)

#### 6.1.2 Charge répartie q

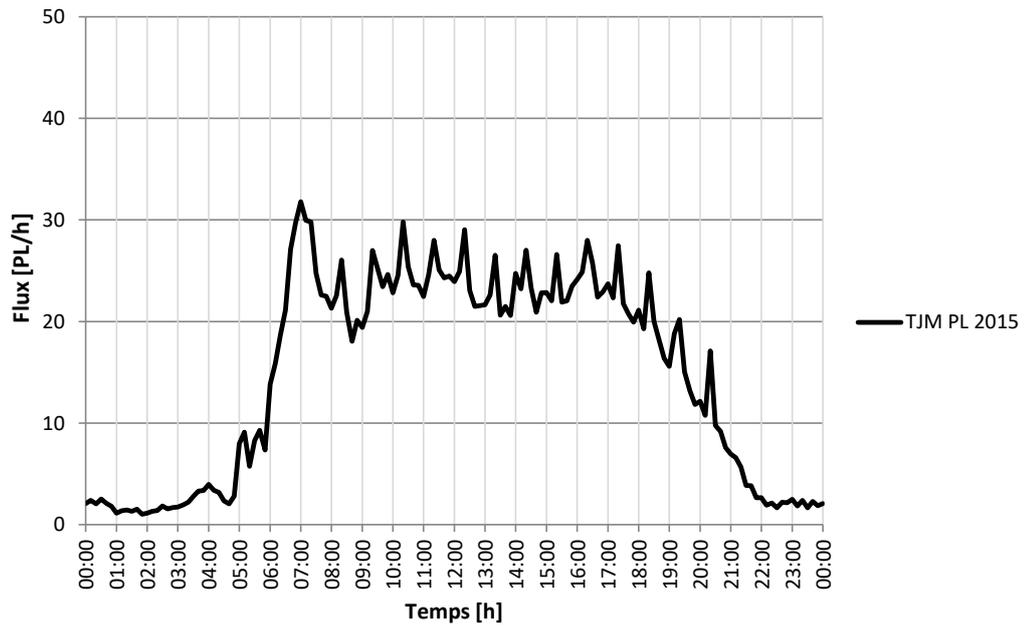
Charge répartie q				
Caractéristique	Charge moy.	f0.95	f0.99	f0.9999
Poids par mètre linéaire [kN/m']	13.8	26.4	32.8	52.5
Poids par surface (largeur 3 m) [kN/m²]	4.6	8.8	10.9	17.5

## 7 Tendances

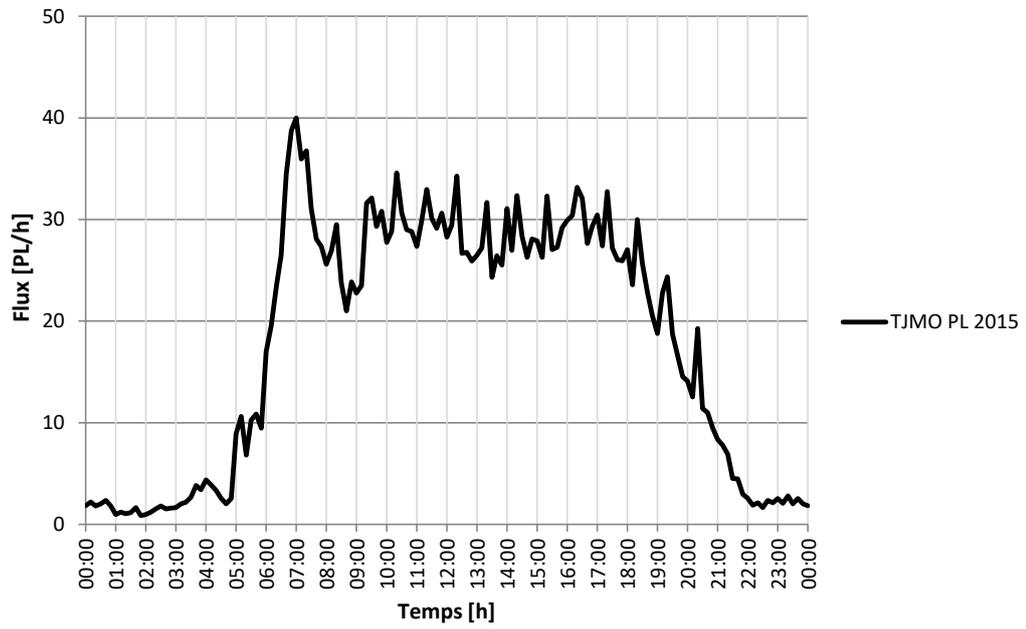
### 7.1 Evolution de la répartition horaire annuelle



### Bellinzone

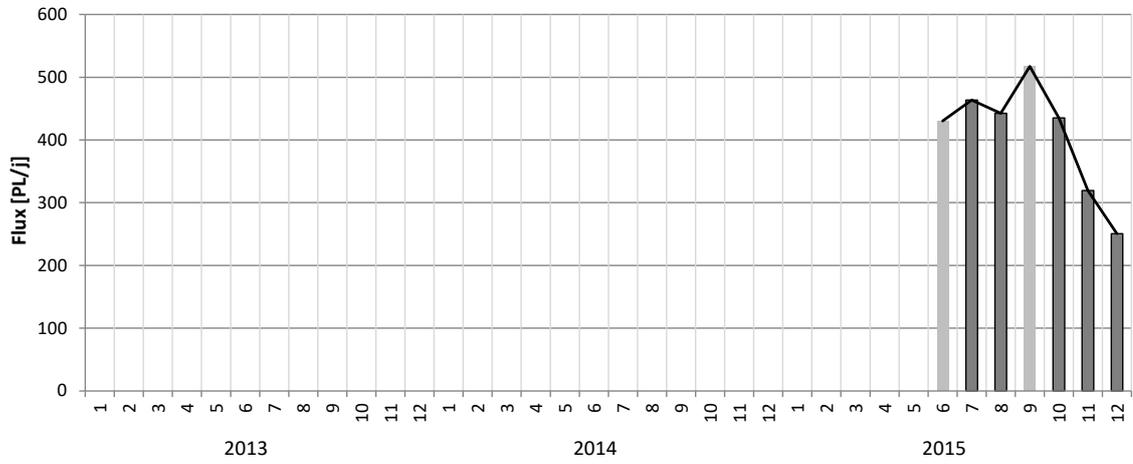


### Bellinzone

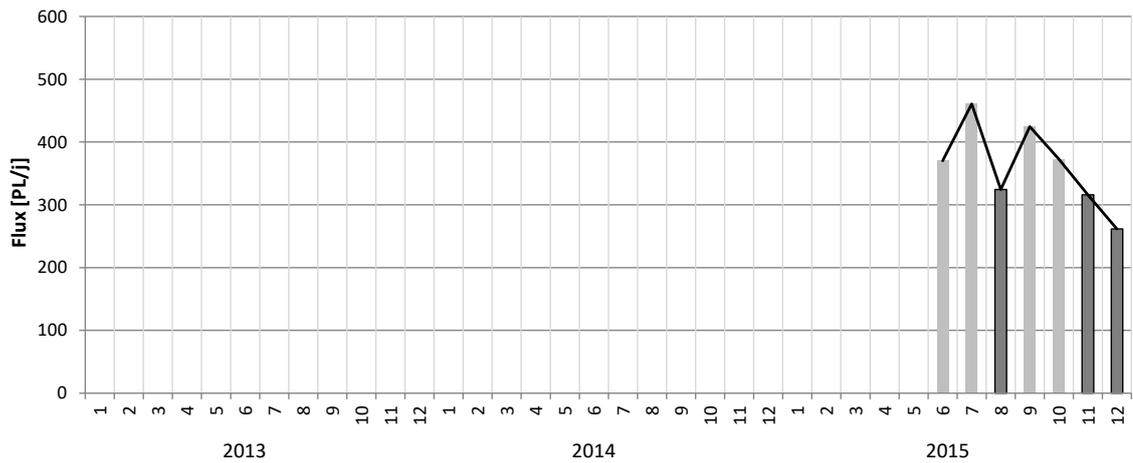


## 7.2 Evolution de la détection par mois

**Coire**



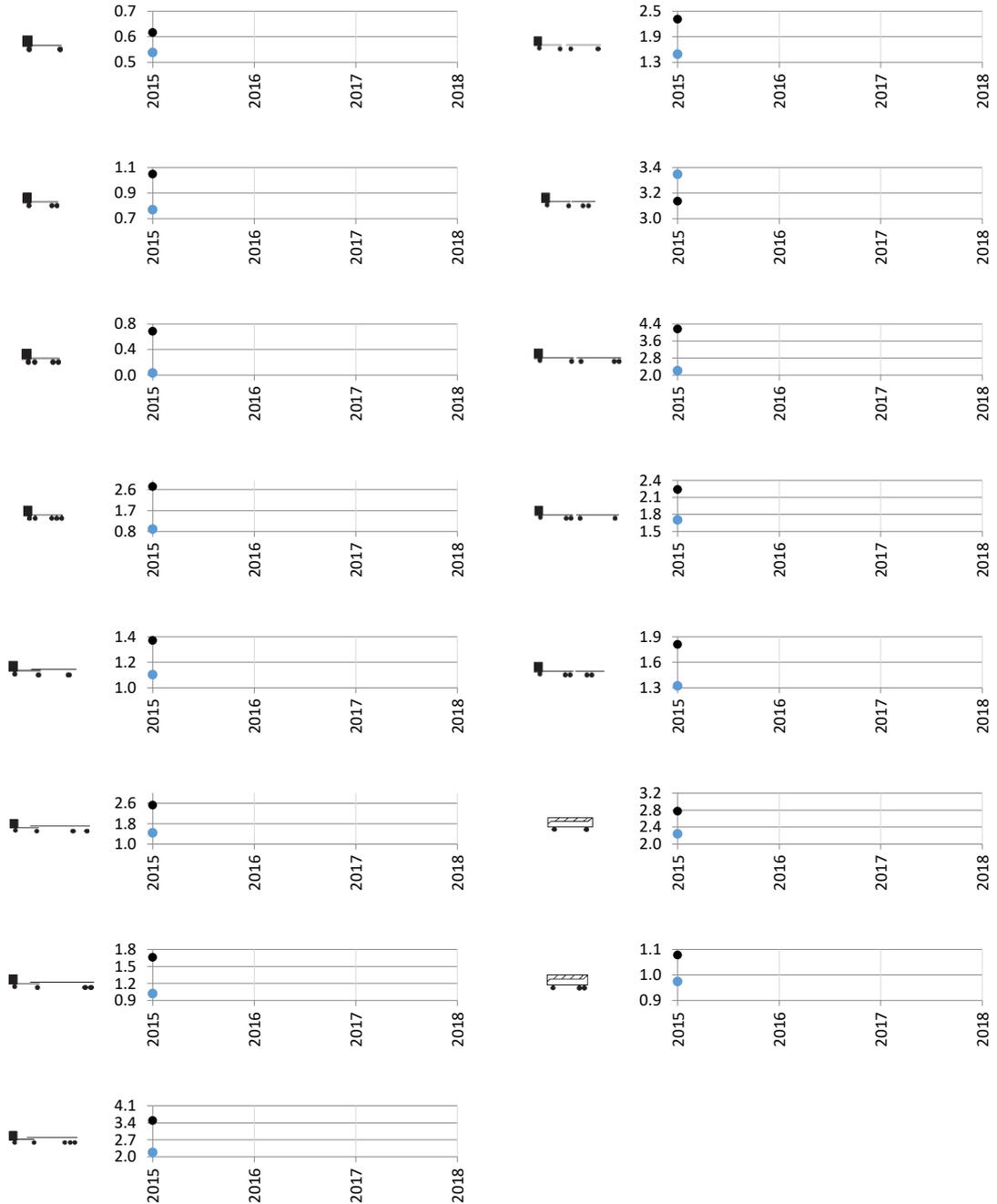
**Bellinzone**



## 7.3 Evolution du modèle de la norme SN 640 320

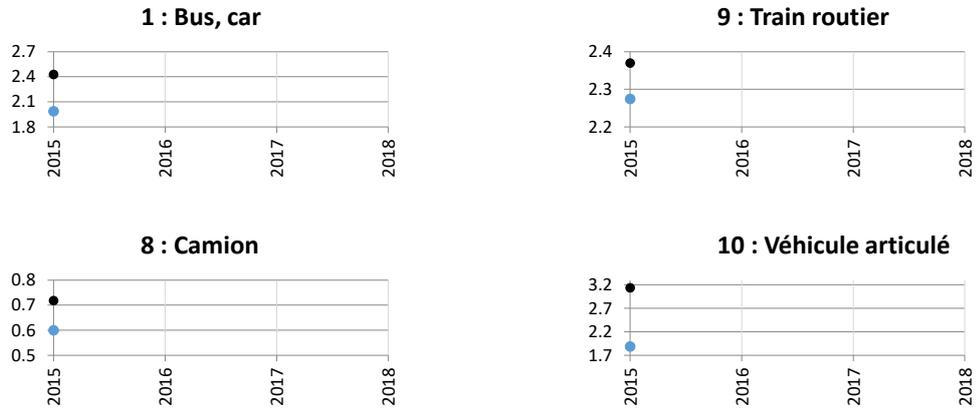
Sont considérées dans ce chapitre uniquement les chaussées souples et semi-rigides.

### 7.3.1 Evolution des facteurs d'équivalence par classes de véhicules



Noir : Direction Coire ; Bleu : Direction Bellinzone.

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



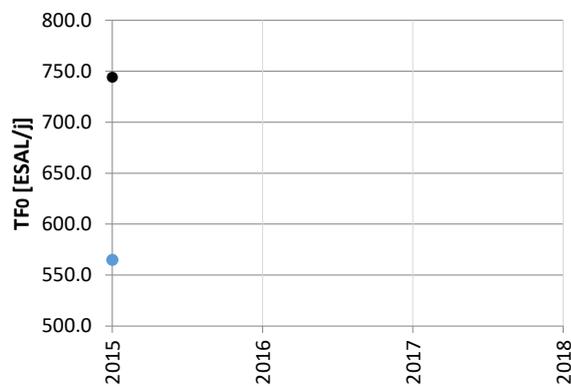
Noir : Direction Coire ; Bleu : Direction Bellinzone.

### 7.3.3 Evolution du facteur d'équivalence moyen



Noir : Direction Coire ; Bleu : Direction Bellinzone.

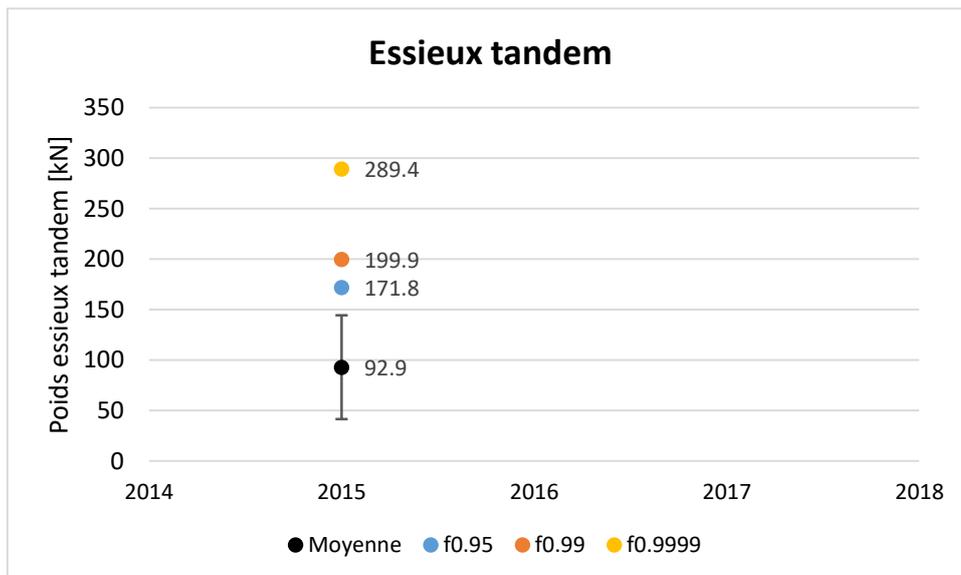
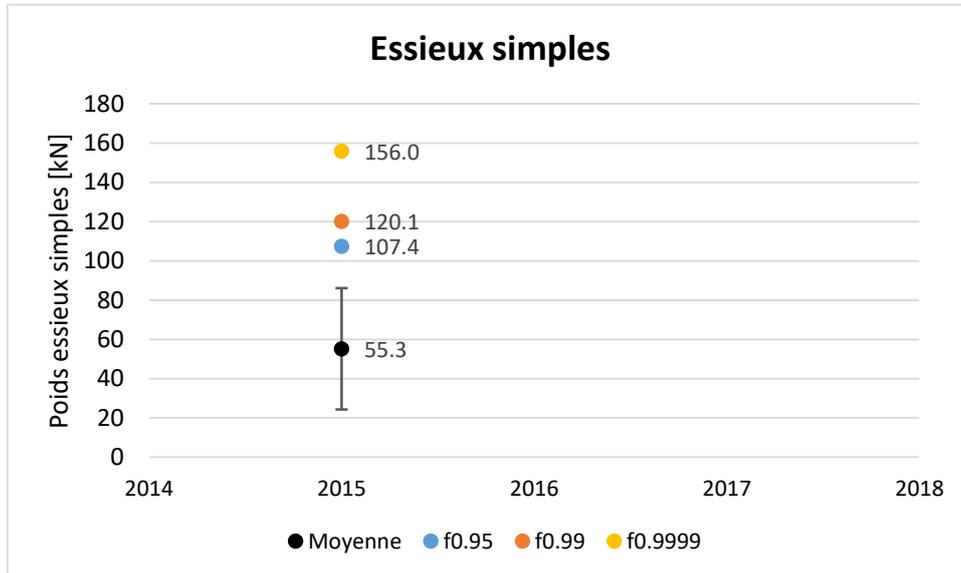
### 7.3.4 Evolution du trafic pondéral équivalent journalier

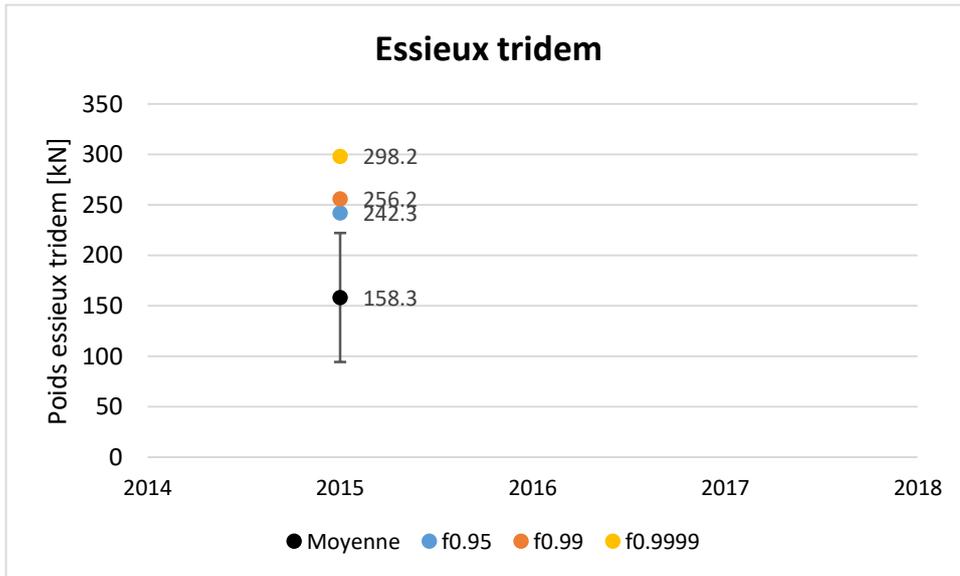


Noir : Direction Coire ; Bleu : Direction Bellinzone.

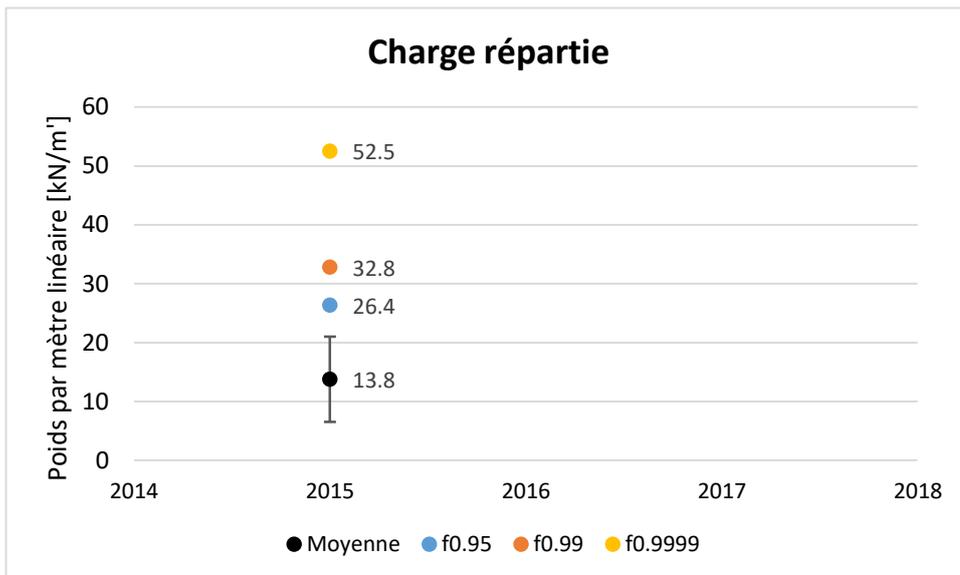
## 7.4 Evolution du modèle de la norme SIA 261

### 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 :	Mise en service en 2015	
Facteurs de corrections relevés :	-	
Application du facteur de correction :	-	
Niveau de confiance à la calibration :	-	
Données pouvant être utilisées pour référence :	Direction Coire : - Direction Bellinzone : -	
Constatations sur la base du traitement des données WIM		
Pertes de données :	~ 1 / 4 jours	
Exclusions :	1.76%	
Cohérence globale des valeurs :	Ecart mesurables, faible nombre d'enregistrements	
Cohérence des tendances de la station :	-	
Classification SWISS10, VT $\geq$ 3.5 to :	27.6%	
Silhouettes incohérentes :	32.4% dont 31.1% potentiellement dus à la classification SWISS10 1.3% d'autres incohérences	
Propositions		
La station a été mise en service en 2015, la confiance dans les données ne peut être évaluée. 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.
-