



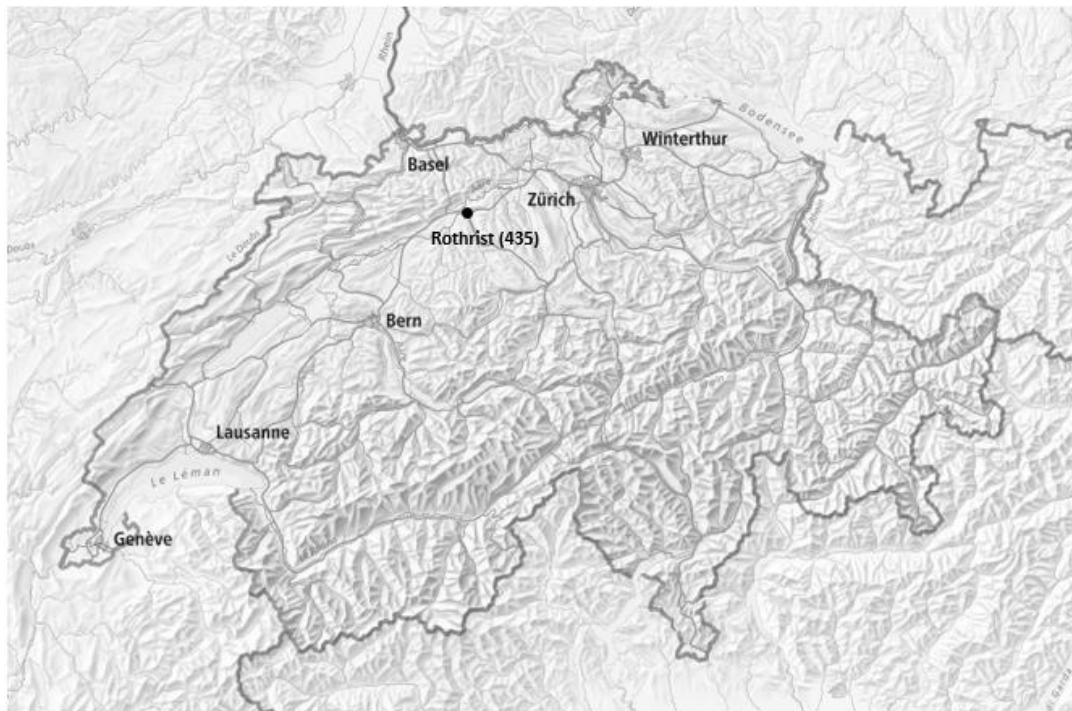
Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK  
Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication  
DETEC  
Dipartimento federale dell'ambiente, dei trasporti, dell'energia e delle comunicazioni DATEC

**Bundesamt für Strassen**  
**Office fédéral des routes**  
**Ufficio federale delle Strade**

## Rothrist - 2016

### *Evaluation et traitement des données WIM*



Ittigen, 30.11.2017

# 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\_2016\_435

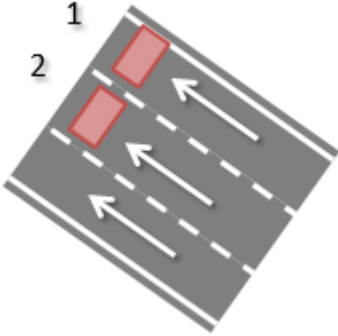
Version 1

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 .....	9
3.4.1	Par mois .....	9
3.4.2	Par nombre d'axes .....	10
3.4.3	Par classes SWISS10 .....	10
3.4.4	Par tranches de masse .....	11
3.4.5	Silhouettes prédominantes.....	11
<b>4</b>	<b>Modèle selon norme SN 640 320 .....</b>	<b>12</b>
4.1	Répartition entre les voies de circulation .....	12
4.2	Facteurs d'équivalence par classes de véhicules .....	12
4.3	Facteurs d'équivalence par catégories de véhicules .....	12
4.4	Facteur d'équivalence moyen .....	13
4.5	Classe de trafic pondéral équivalent actuelle selon SN 640 324.....	13
4.6	Tendance pour l'estimation du taux d'accroissement annuel .....	13
<b>5</b>	<b>Caractéristiques des poids lourds .....</b>	<b>14</b>
5.1	Caractéristiques des catégories de poids lourds .....	14
5.2	Caractéristiques globales de l'échantillon .....	18
<b>6</b>	<b>Modèle selon norme SIA 261 .....</b>	<b>20</b>
6.1	Modèle de charge 1 selon SIA 261 .....	20
6.1.1	Charge concentrée Q .....	20
6.1.2	Charge répartie q .....	20
<b>7</b>	<b>Tendances.....</b>	<b>21</b>
7.1	Evolution de la répartition horaire annuelle.....	21
7.2	Evolution de la détection par mois .....	22
7.3	Evolution du modèle de la norme SN 640 320 .....	23
7.3.1	Evolution des facteurs d'équivalence par classes de véhicules .....	23
7.3.2	Evolution des facteurs d'équivalence par catégories de véhicules.....	24
7.3.3	Evolution du facteur d'équivalence moyen .....	24
7.3.4	Evolution du trafic pondéral équivalent journalier .....	24
7.4	Evolution du modèle de la norme SIA 261.....	25
7.4.1	Evolution des quantiles de la charge concentrée Q .....	25
7.4.2	Evolution des quantiles de la charge répartie q .....	26
<b>8</b>	<b>Niveau de confiance .....</b>	<b>27</b>
	<b>Bibliographie .....</b>	<b>28</b>

# 1 Fiche de station

Station	Canton	RN	N° ASTRA	Filiale	UT	Directions	Voies
Rothrist	AG	A1/A2	435	F3	VIII	1	1x3
Situation							
				435 - Direction Berne			
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							
Perte potentielle de données	15.07.2016 – 02 : 00 à 00 : 00 16.07.2016 – 00 : 00 à 02 : 00 24.11.2016 – 07 : 57 à 10 : 47 30.11.2016 – 07 : 02 à 07 : 16 06.12.2016 – 08 : 28 à 11 : 33						
<i>Evènements particuliers</i>							
<i>Décisions</i>							
<i>Concaténation</i>							
Nom de fichiers :	2016_435_concat.log						
Nombre d'enregistrements :	13'055'552						
Nombre de jours effectifs :	364.7						

## 2 Intégrité des données

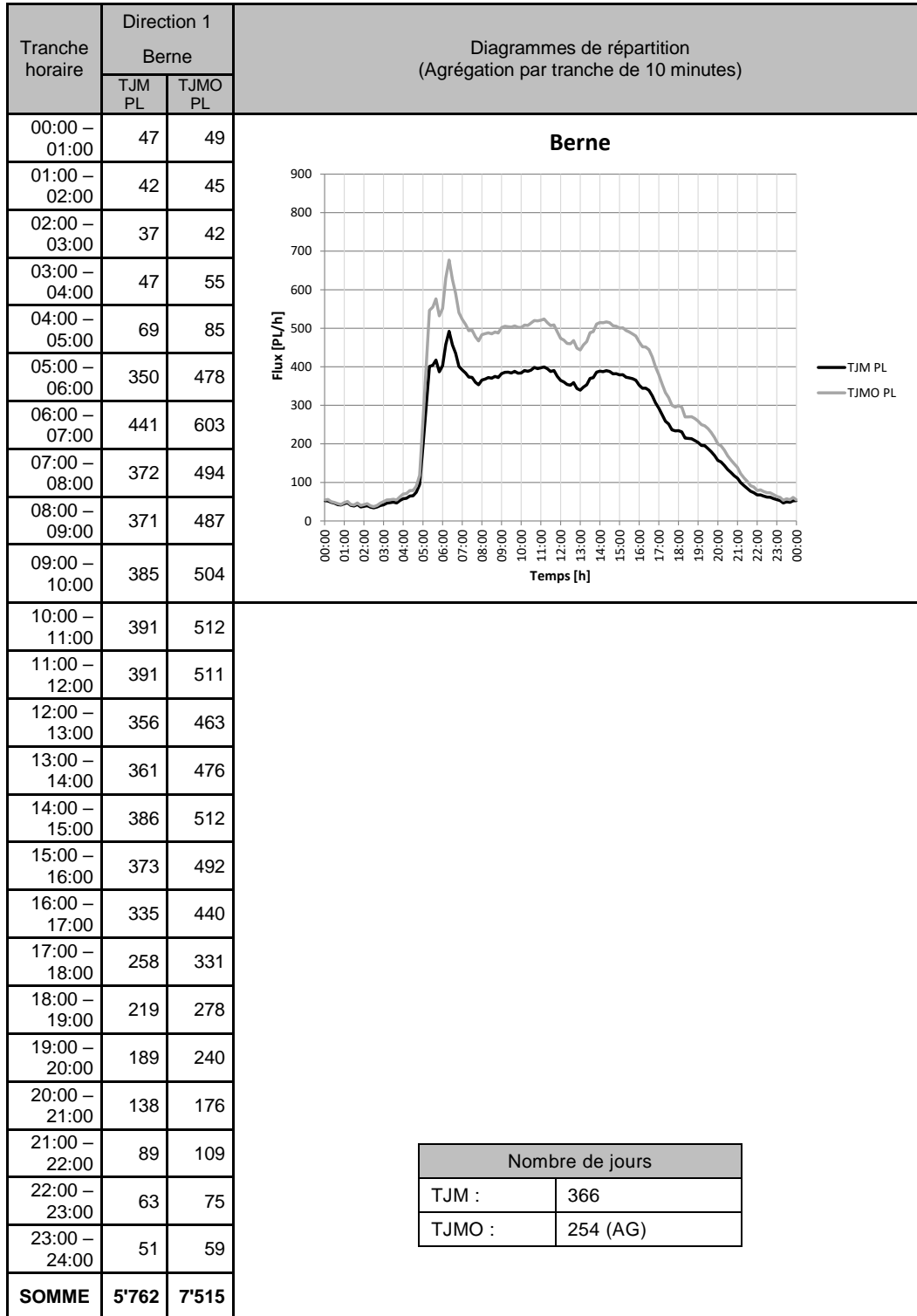
Documents de référence : [5] [6] [7] [8] [9] [10] [11]

Filtre des données (démarche pas à pas)	
1)	Véhicules de moins de 3.5 tonnes (10'907'160 enregistrements).
2)	2'148'392 enregistrements direction D1.
3)	Longueur totale nulle (0 enregistrements).
4)	Longueur totale supérieure à 26.00m (2'303 enregistrements).
5)	Poids nul sur un des axes (0 enregistrements).
6)	Entraxe inférieur à 60cm (22'987 enregistrements).
7)	Poids total supérieur à 65 tonnes (3'364 enregistrements, hors grues mobiles).
8)	Poids sur un axe supérieur à 18 tonnes (2'404 enregistrements, hors grues mobiles).
9)	Longueur totale inférieure à 4.00m (16'608 enregistrements).
<i>Décisions</i>	
1)	Exclusion (2016_435_u3500.log).
2)	-
3)	-
4)	Exclusion.
5)	-
6)	Exclusion.
7)	Exclusion.
8)	Exclusion.
9)	Exclusion.
<i>Fichiers</i>	
Nom de fichier de traitement statistique :	2016_435.log
Nombre d'enregistrements :	2'100'726
Nom de fichier d'exclusions :	2016_435_exclus.log
Nombre d'enregistrements :	47'666

Sur un total de 13'055'552 enregistrements, 10'907'160 ont été séparés en raison de leur appartenance aux véhicules légers (< 3.5 tonnes) et 47'666 enregistrements (2.22%) ont été exclus du jeu de données de base en raison d'incohérences potentielles de données.

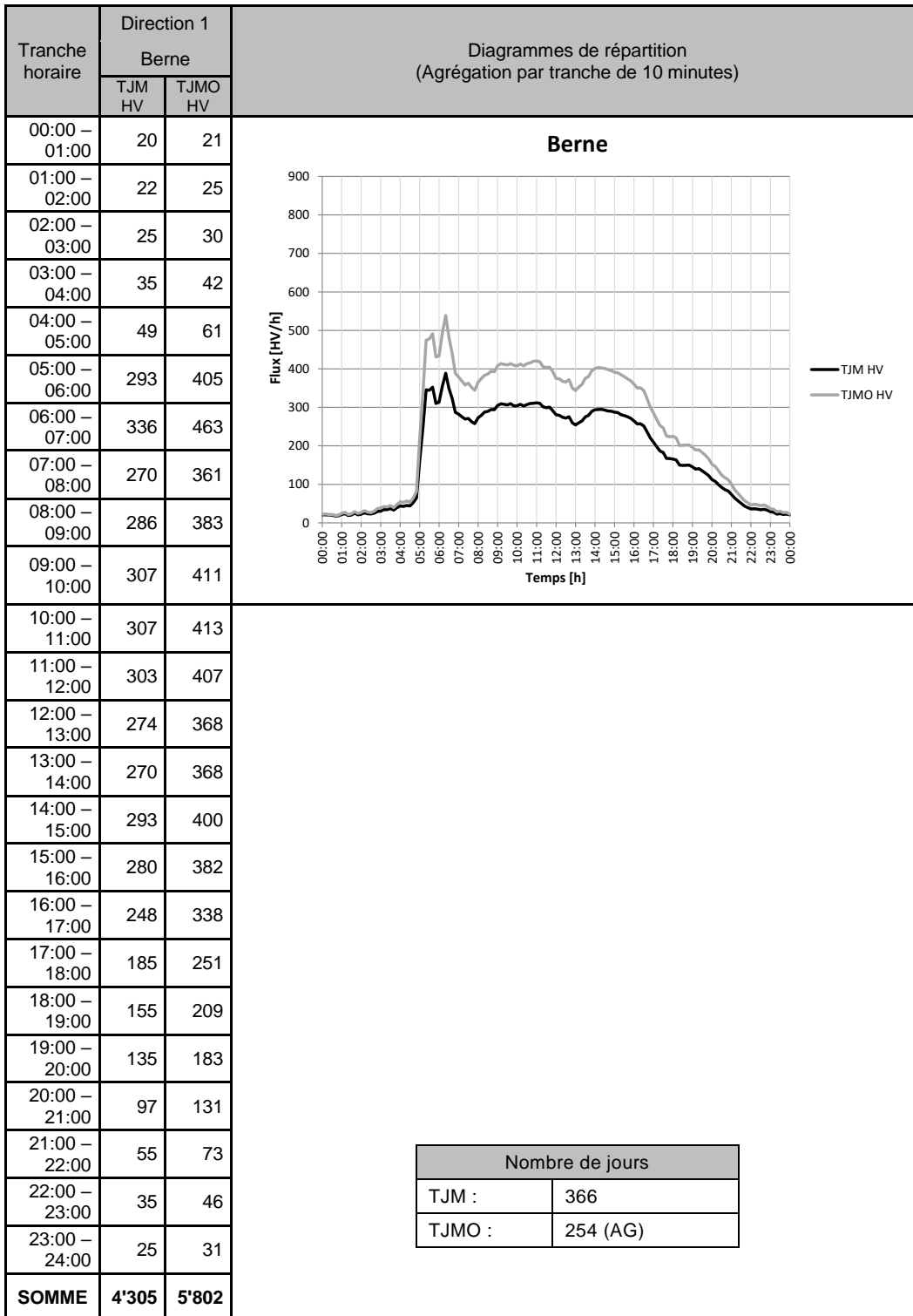
### 3 Traitements statistiques

#### 3.1 Répartition horaire annuelle



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

### 3.2 Répartition horaire annuelle HV (> 10 tonnes)

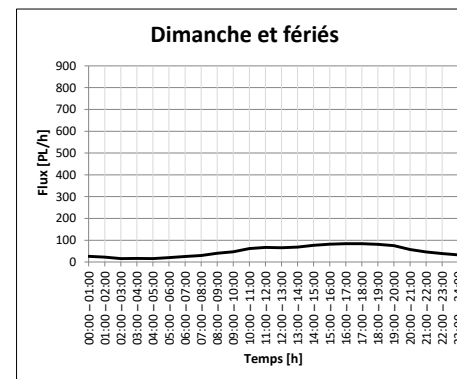
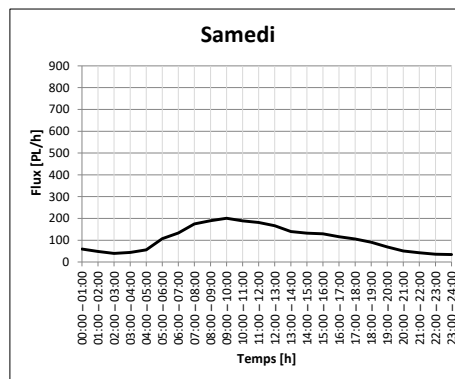
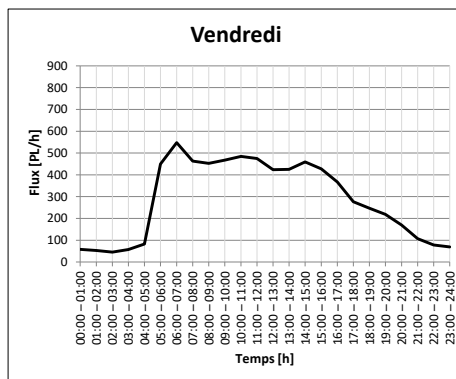
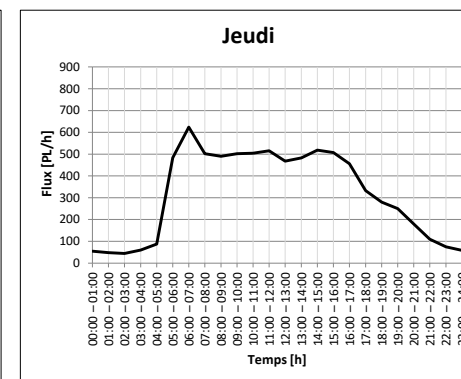
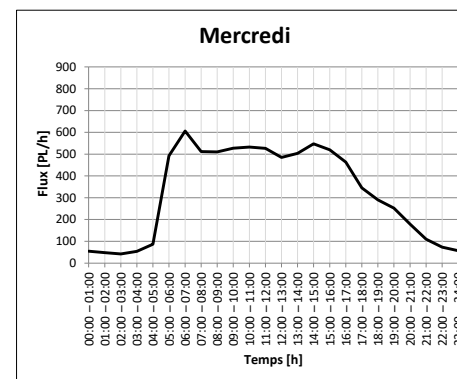
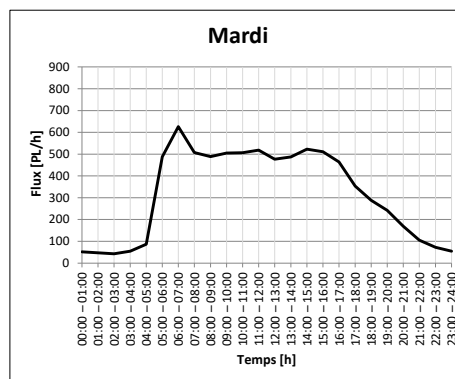
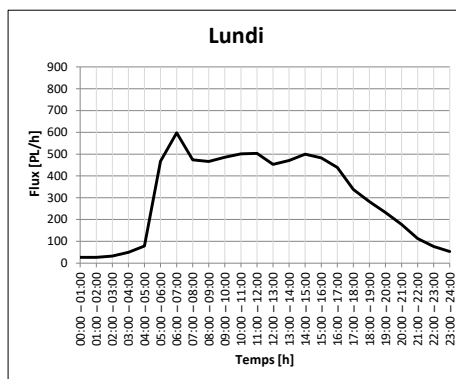


Remarque : Le calcul des répartitions horaires prend en compte l'intégrité des données (jours manquants et pertes de données).

### 3.3 Répartition horaire journalière

Jours	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche et fériés
Nombre (AG)	48	52	52	51	51	52	60

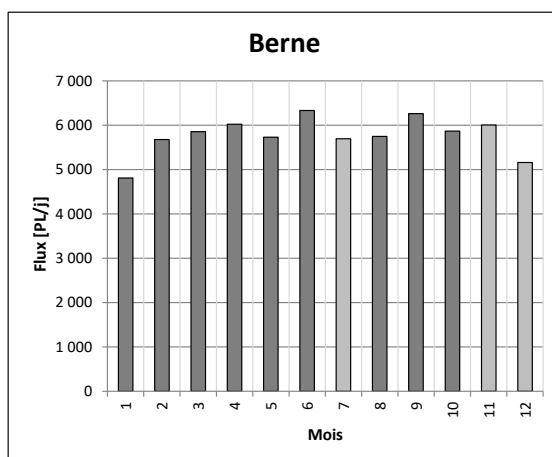
**Direction 1 : Berne** (Agrégation par heure)



## 3.4 Détection de véhicules

### 3.4.1 Par mois

Nombre de détections par mois	
Mois	Direction 1 : Berne
Janvier	149'101
Février	164'621
Mars	181'448
Avril	180'659
Mai	177'689
Juin	189'999
Juillet	170'850
Août	178'221
Septembre	187'872
Octobre	181'962
Novembre	178'912
Décembre	159'392



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

### 3.4.2 Par nombre d'axes

Nombre de détections par axes			
Nombre d'axes	Détections		Graphique
2	476'521	22.7%	
3	229'806	10.9%	
4	720'420	34.3%	
5	618'228	29.4%	
6	34'757	1.7%	
7	7'786	0.4%	
8	3'837	0.2%	
9	9'359	0.4%	
10	0	0.0%	
11	0	0.0%	
12	0	0.0%	

(12 erreurs, véhicules avec 1 seul axe)

### 3.4.3 Par classes SWISS10

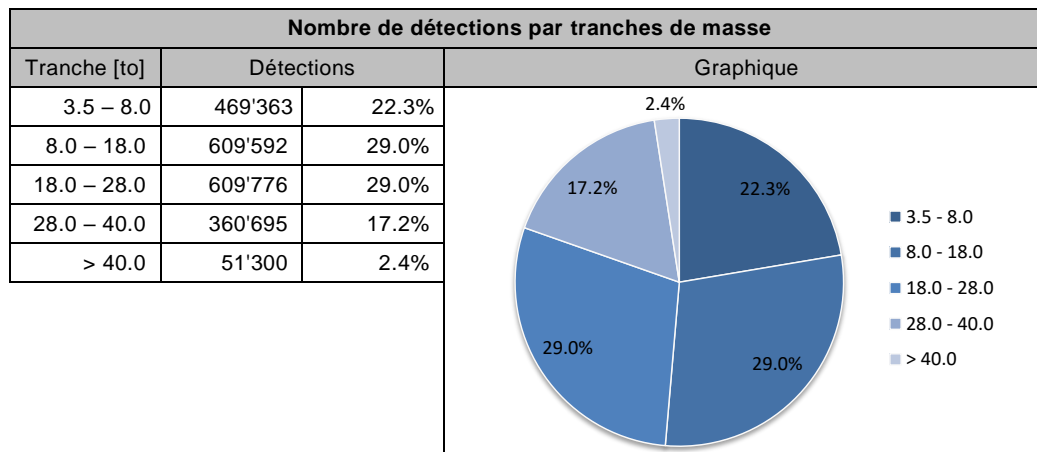
#### Classes de véhicules Swiss 10 [4]

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		

Nombre de détections par classes SWISS10			
Classe SWISS10	Détections		Graphique
1	65'608	3.1%	
2	0	0.0%	
3	140'191	6.7%	
4	146'159	7.0%	
5	127'931	6.1%	
6	46'883	2.2%	
7	55'677	2.7%	
8	369'554	17.6%	
9	348'698	16.6%	
10	799'581	38.1%	
Grues mobiles	444	0.0%	

On constate que 516'841 enregistrements (classes 2 à 7, 24.6%) 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	381'593	18.2%
S/S/Ta	0 - - - - 0 + - - - - 00		10	277'731	13.2%
S/S	0 - - - - 0		8	222'691	10.6%
S/S	<i>Non-cohérent</i>			211'964	10.1%
S/S/Ta	<i>Non-cohérent</i>			156'508	7.5%
S/S/S/S	0 - - - - 0 + 0 - - - - 0		9	155'329	7.4%
S/Ta/S/S	0 - - - - 00 + 0 - - - - 0		9	77'183	3.7%
S/S/S	<i>Non-cohérent</i>			68'102	3.2%
S/S/S	0 - - - - 0 + - - 0 - -		10	58'438	2.8%
S/S/Tr	<i>Non-cohérent</i>			52'952	2.5%
S/S/Ta	0 - - - - 0 + - - - 00 - -		9	51'635	2.5%
S/Ta	0 - - - - 00		8	49'529	2.4%
S/S	0 - - - - 0		1	38'192	1.8%
S/Ta/Ta	0 - - - - 00 + - - - 00 - -		9	33'268	1.6%
Ta/Ta	<i>Non-cohérent</i>			28'255	1.3%
S/S/S/S	0 - - - - 0 + - - - - 0 - 0		10	27'479	1.3%
Autres silhouettes selon SN 640 320					
S/Ta	0 - - - - 00		1	14'201	0.7%
Ta/Tr	00 - - 000		Non-classé (8)	7'817	0.4%
S/S/S/Ta	0 - - - - 0 + 0 - - - 00		9	2'686	0.1%
Ta/Ta	00 - - - 00		8	968	0.0%

Légendes : S : essieu simple, Ta : essieu tandem, Tr : essieu tridem

## 4 Modèle selon norme SN 640 320







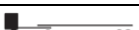
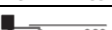

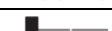
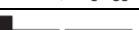
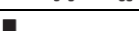
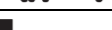


Documents de référence : [1] [2] [6] [12]

### 4.1 Répartition entre les voies de circulation

Répartition entre les voies de circulation				
Configuration	Direction 1 : Berne			Sur la base de :
		2	1	
1x3 voies	NI	29.2%	70.8%	Nombre de détections
	NI	23.9%	76.1%	Masse totale
	NI	23.3%	76.7%	Trafic pondéral équivalent total W

Légende : 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 : Berne	Norme 2011	Direction 1 : Berne	Norme 2011
	0.83	0.7	0.78	0.6
	1.04	1.4	1.36	2.1
	2.85	1.5	5.10	2.7
	2.37	1.9	5.47	3.0
	1.30	0.5	1.20	0.5
	1.34	1.7	1.28	1.8
	1.28	1.8	1.35	2.2
	2.19	2.0	2.71	2.2
	1.64	2.0	1.59	1.9
	1.90	1.7	2.05	1.6
	1.89	1.3	2.00	1.0
	1.74	2.5	2.08	2.6
	1.22	1.2	1.66	0.9
	2.24	0.7	2.36	0.6
	0.93	1.4	1.22	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 : Berne	Norme 2011	Direction 1 : Berne	Norme 2011
1 : Bus, car	1.80	2.3	1.96	2.3
8 : Camion	0.88	0.9	0.93	1.0
9 : Train routier	1.65	1.9	1.79	2.0
10 : Véhicule articulé	1.76	1.7	2.06	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 : Berne	Norme 2011	Direction 1 : Berne	Norme 2011
Silhouettes (2-6 axes)	1.28	1.6	1.50	1.7
	98.1%		98.1%	
Catégories	1.56		1.77	
	69.2%		69.2%	
Classes	1.57		1.78	
	66.9%		66.9%	

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

##### *Chaussées souples et semi-rigides*

Direction 1 : Berne

$$TF_0 = \frac{2'100'714PL}{364.7 \text{ jours}} \cdot 1.28 \cdot 76.7\% = 5'661 \text{ ESAL/jour} \rightarrow \text{Trafic de classe T6 : Extr. lourd}$$

##### *Chaussées rigides et combinées*

Direction 1 : Berne

$$TF_0 = \frac{2'100'714PL}{364.7 \text{ jours}} \cdot 1.50 \cdot 76.7\% = 6'606 \text{ ESAL/jour} \rightarrow \text{Trafic de classe T6 : Extr. lourd}$$

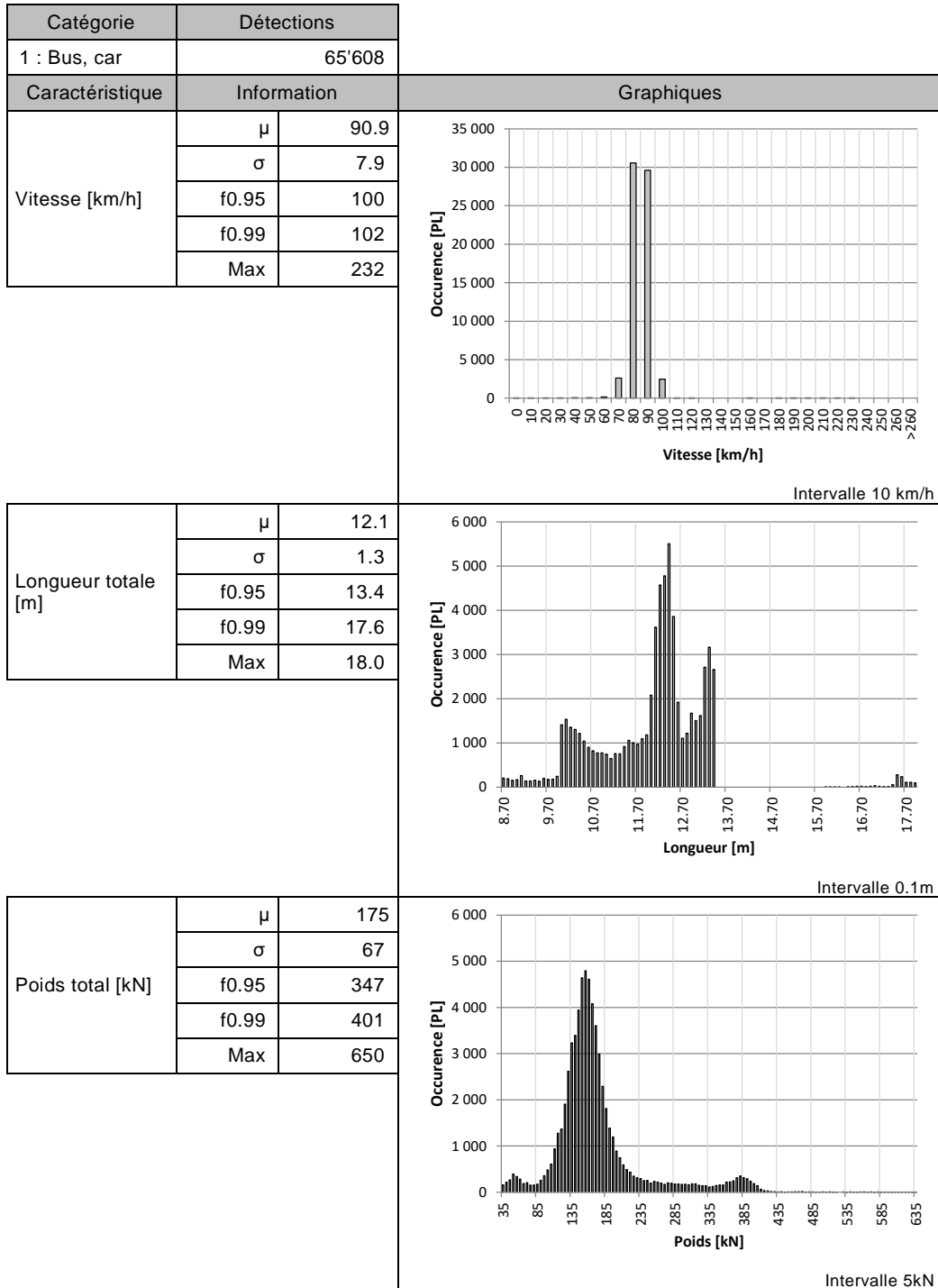
#### 4.6 Tendence pour l'estimation du taux d'accroissement annuel

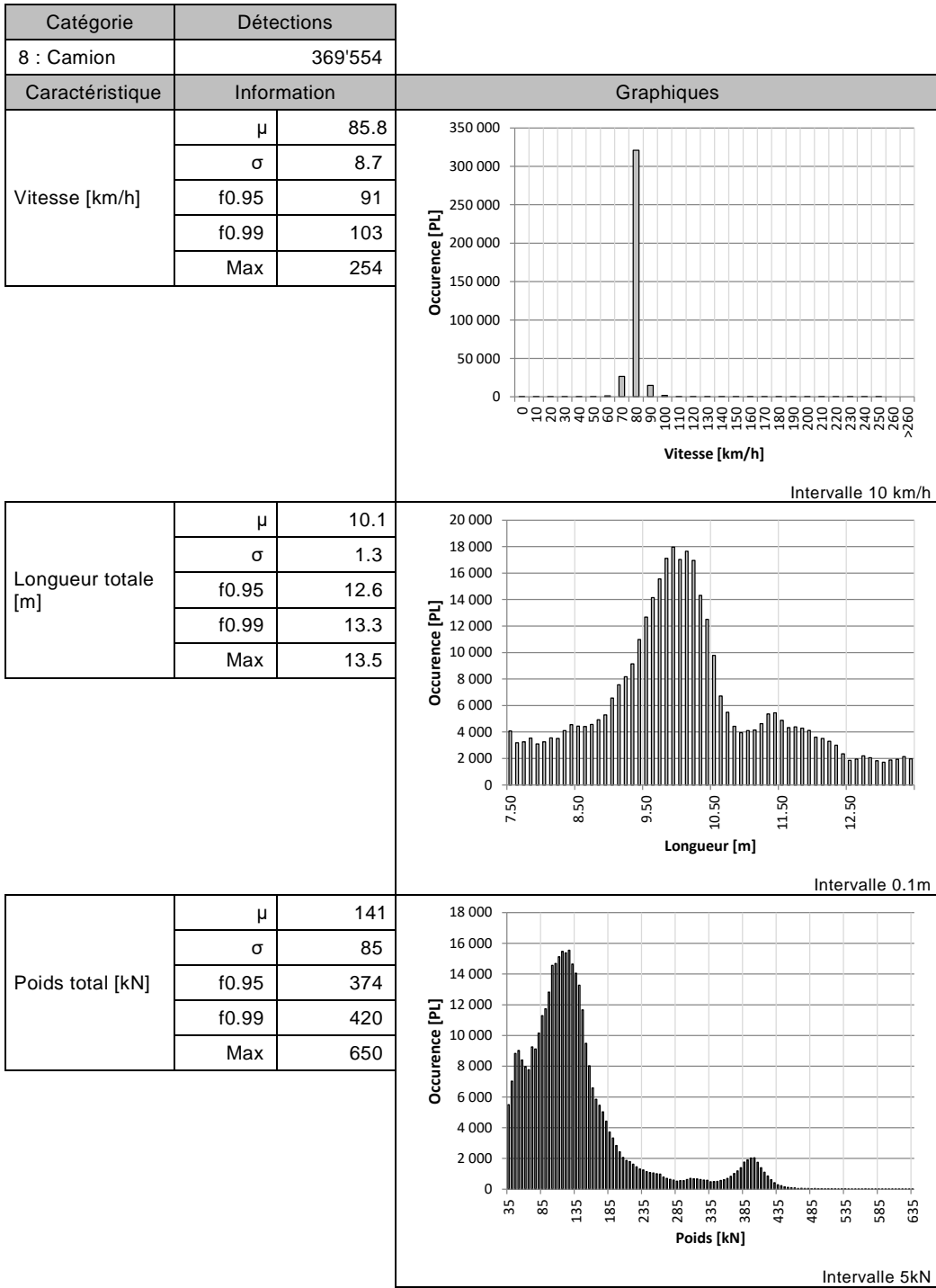
Tendance pour l'estimation du taux d'accroissement annuel	
Direction 1 : Berne	Sur la base de :
+0.3%	Nombre de détections
+0.1%	Masse totale
-0.3%	Trafic pondéral équivalent total W

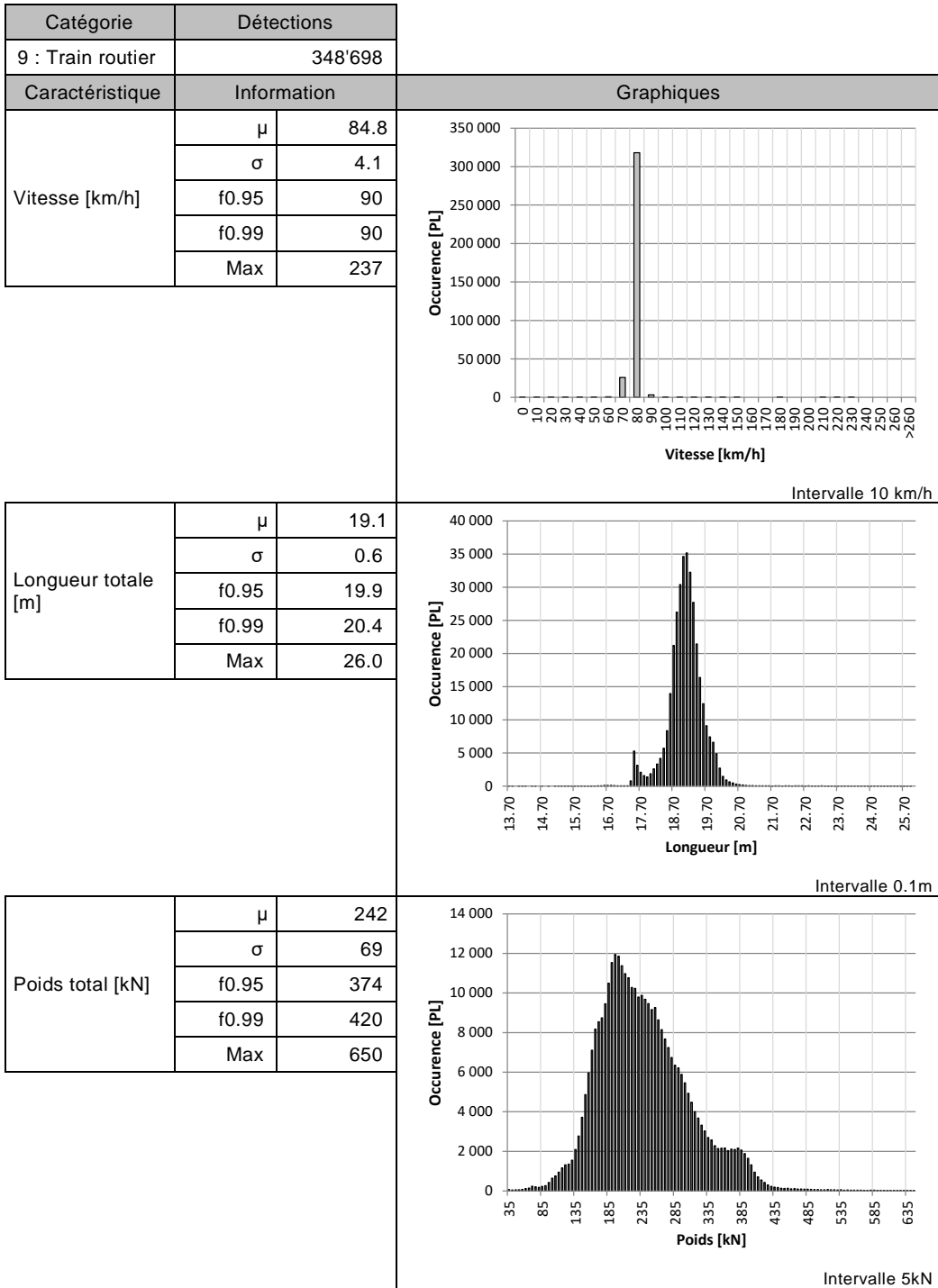
Cette section est déterminée sur la base des rapports annuels 2014, 2015 et 2016.

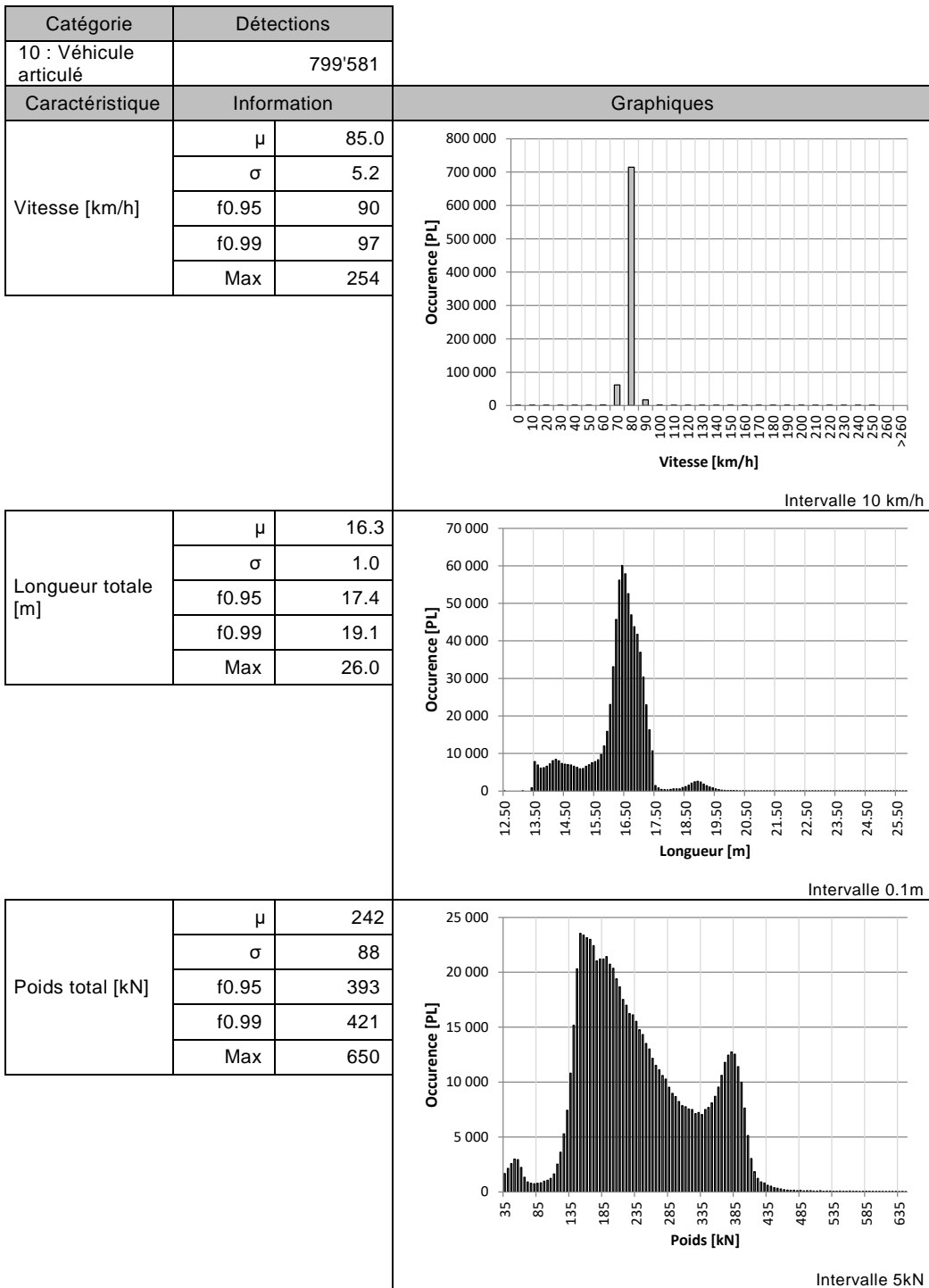
## 5 Caractéristiques des poids lourds

### 5.1 Caractéristiques des catégories de poids lourds



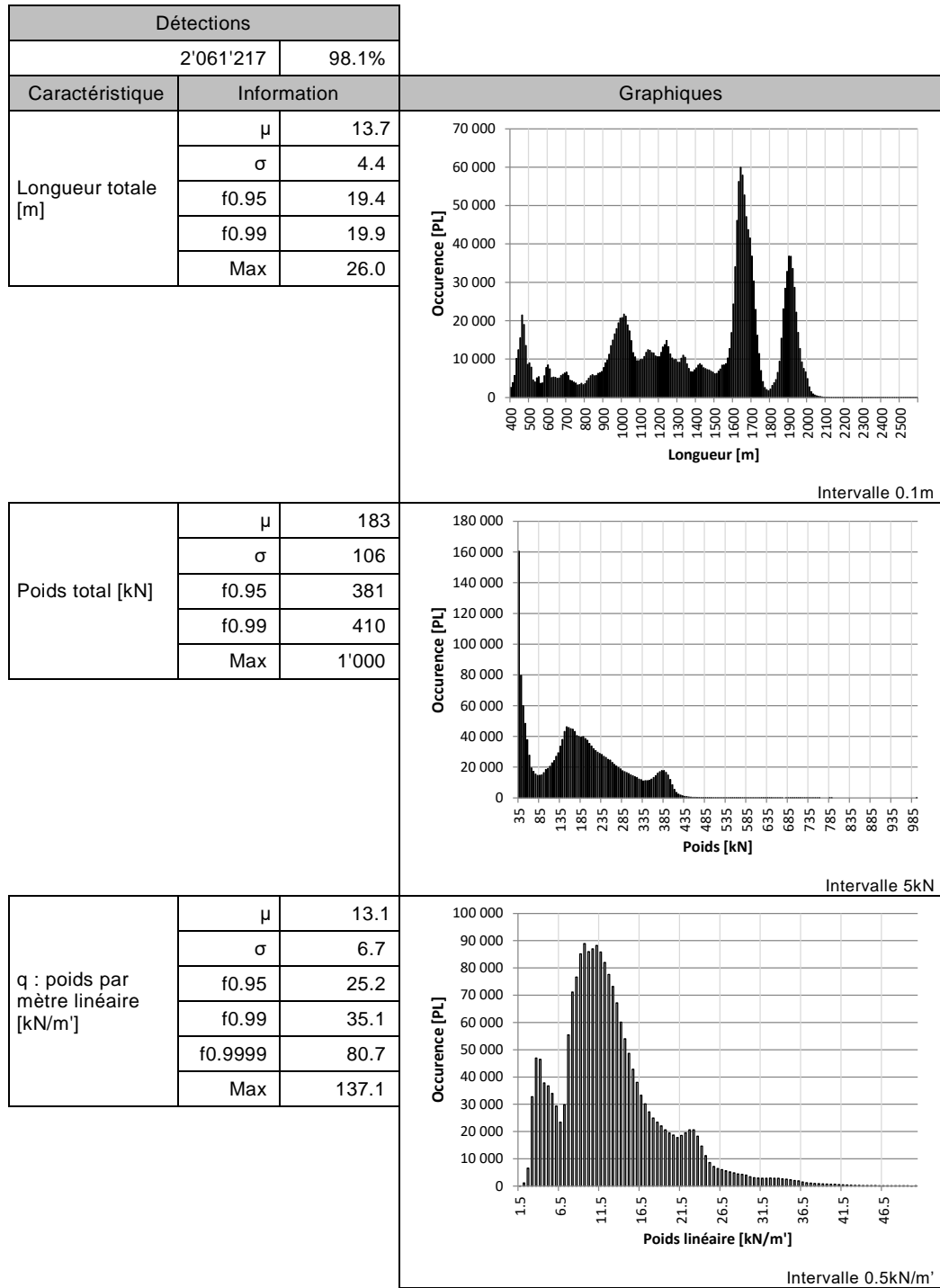


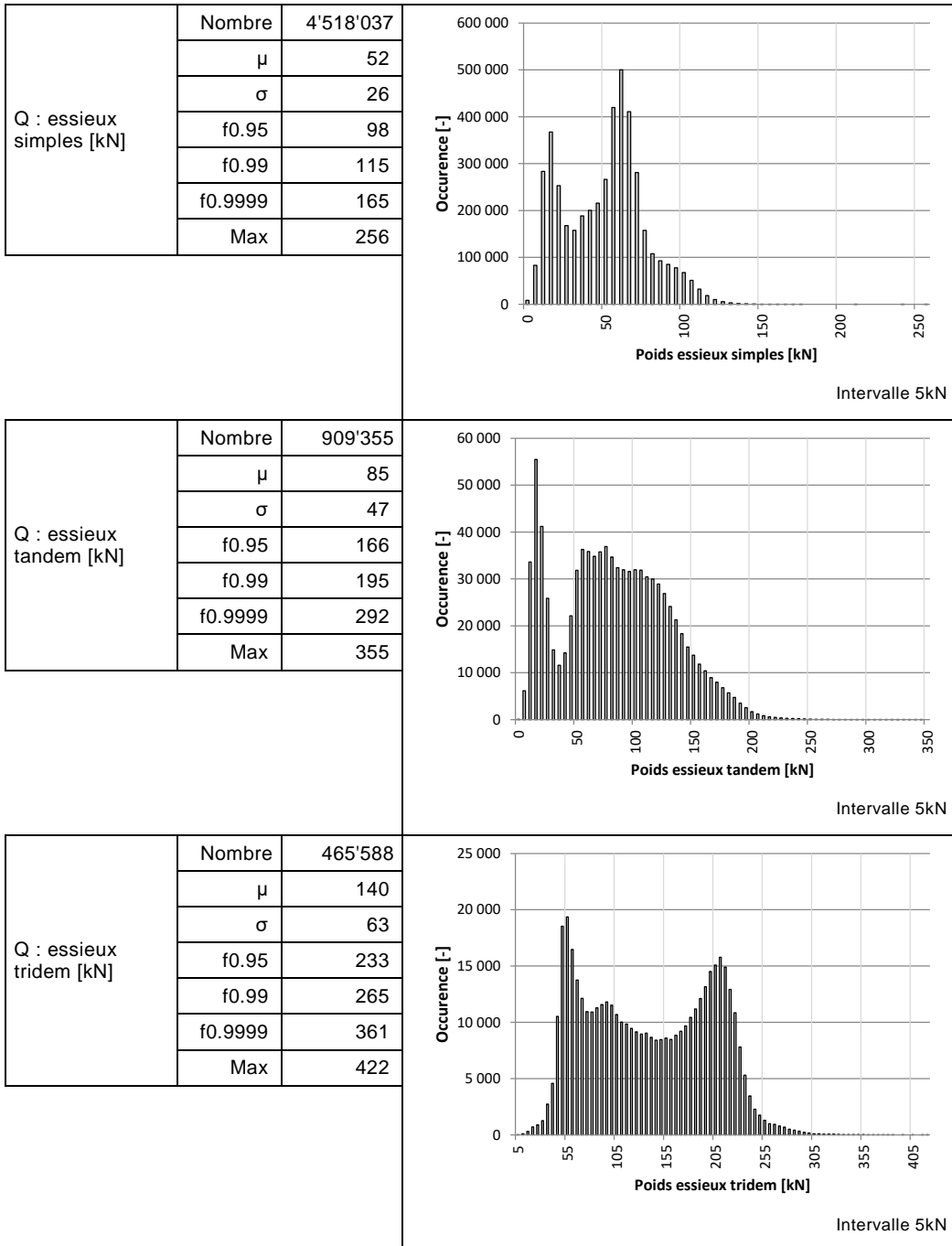




## 5.2 Caractéristiques globales de l'échantillon

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



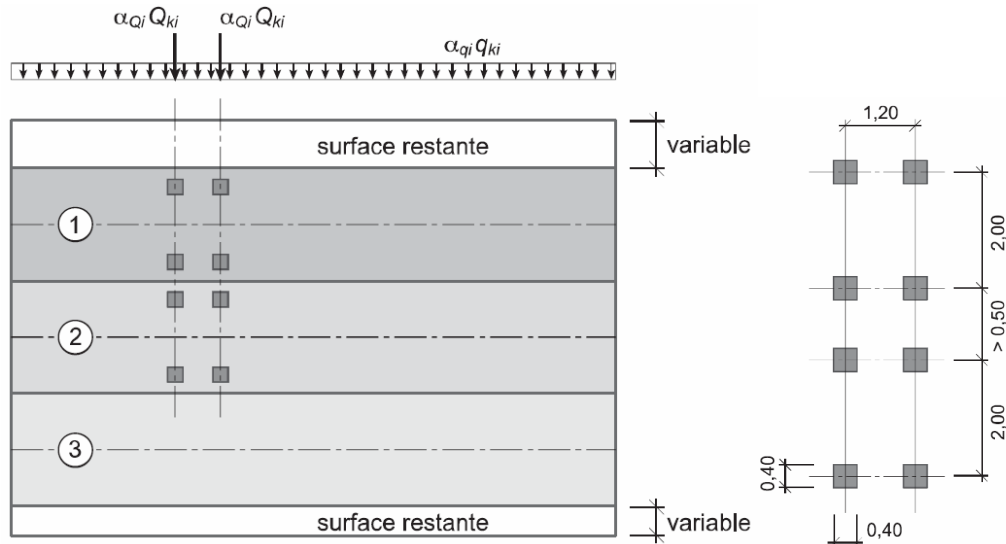


## 6 Modèle selon norme SIA 261

Document de référence : [3]

Les données considérées sont celles des silhouettes détectées de 2 à 6 axes, soit 98.1% 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

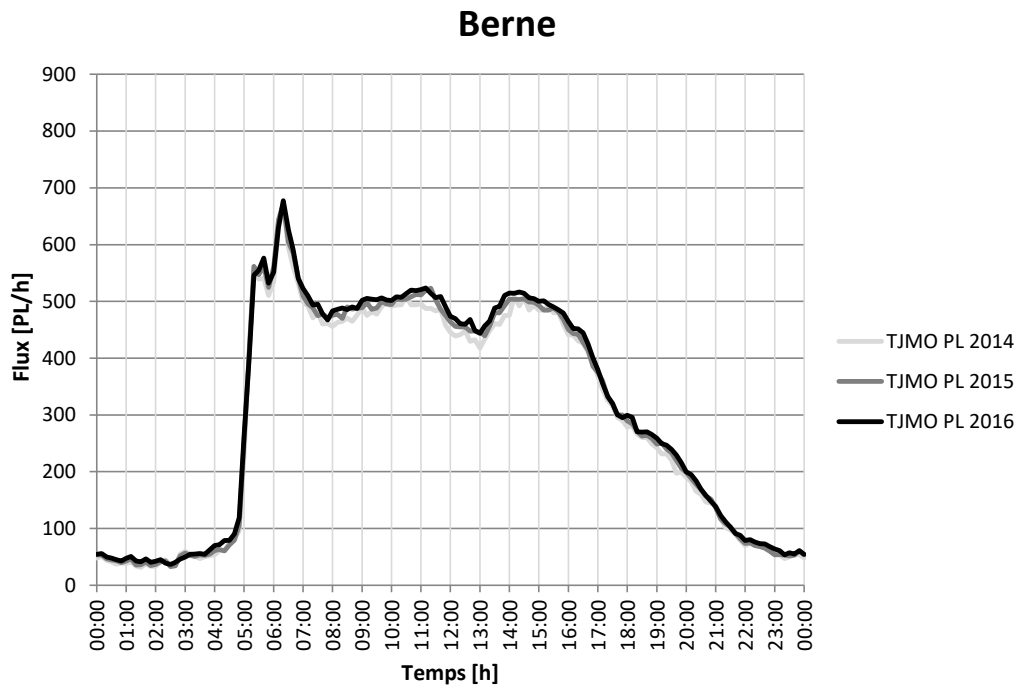
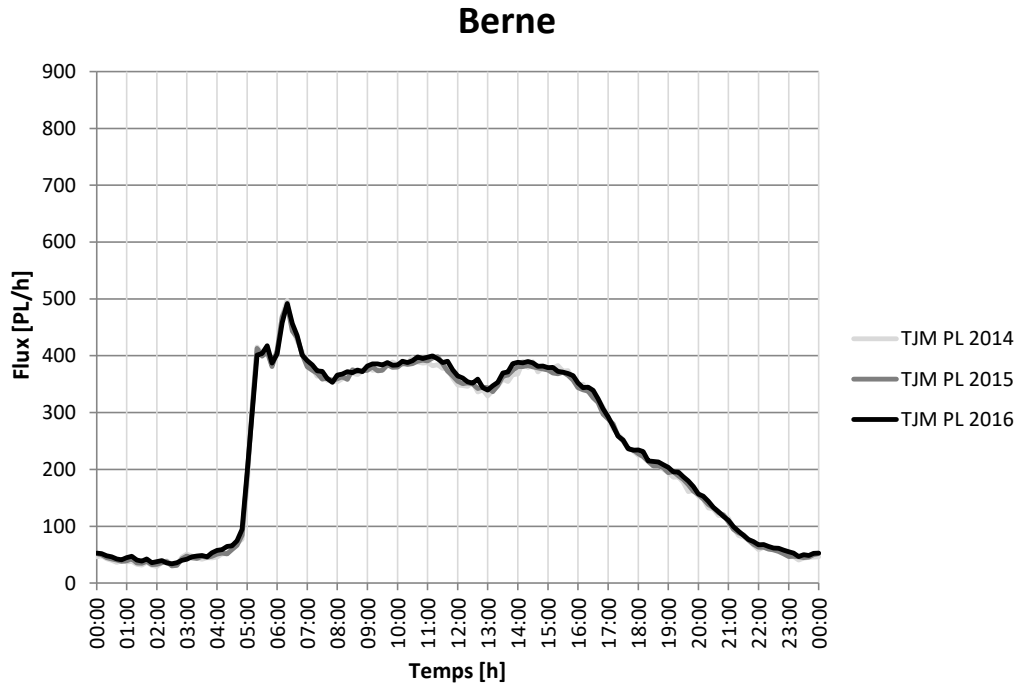
Charge concentrée Q					
Type d'essieu	Charge moy. [kN]	Charge moy. par axe [kN]	f0.95 [kN] (par axe)	f0.99 [kN] (par axe)	f0.9999 [kN] (par axe)
Simple	52	52	98	115	165
Tandem	85	47	166 (83)	195 (98)	292 (146)
Tridem	140	47	233 (78)	265 (88)	361 (120)

#### 6.1.2 Charge répartie q

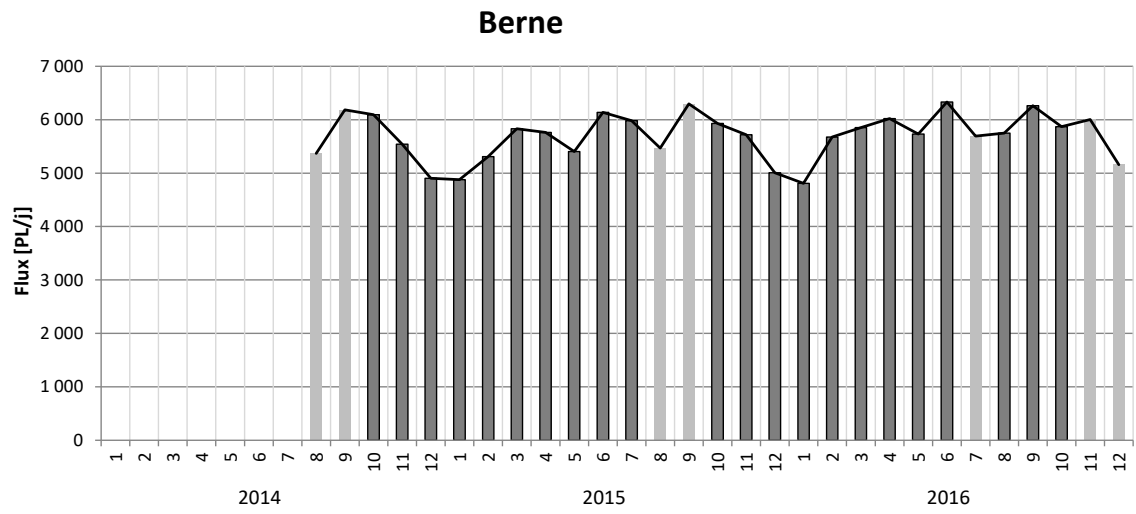
Charge répartie q				
Caractéristique	Charge moy.	f0.95	f0.99	f0.9999
Poids par mètre linéaire [kN/m']	13.1	25.2	35.1	80.7
Poids par surface (largeur 3 m) [kN/m²]	4.4	8.4	11.7	26.9

## 7 Tendances

### 7.1 Evolution de la répartition horaire annuelle



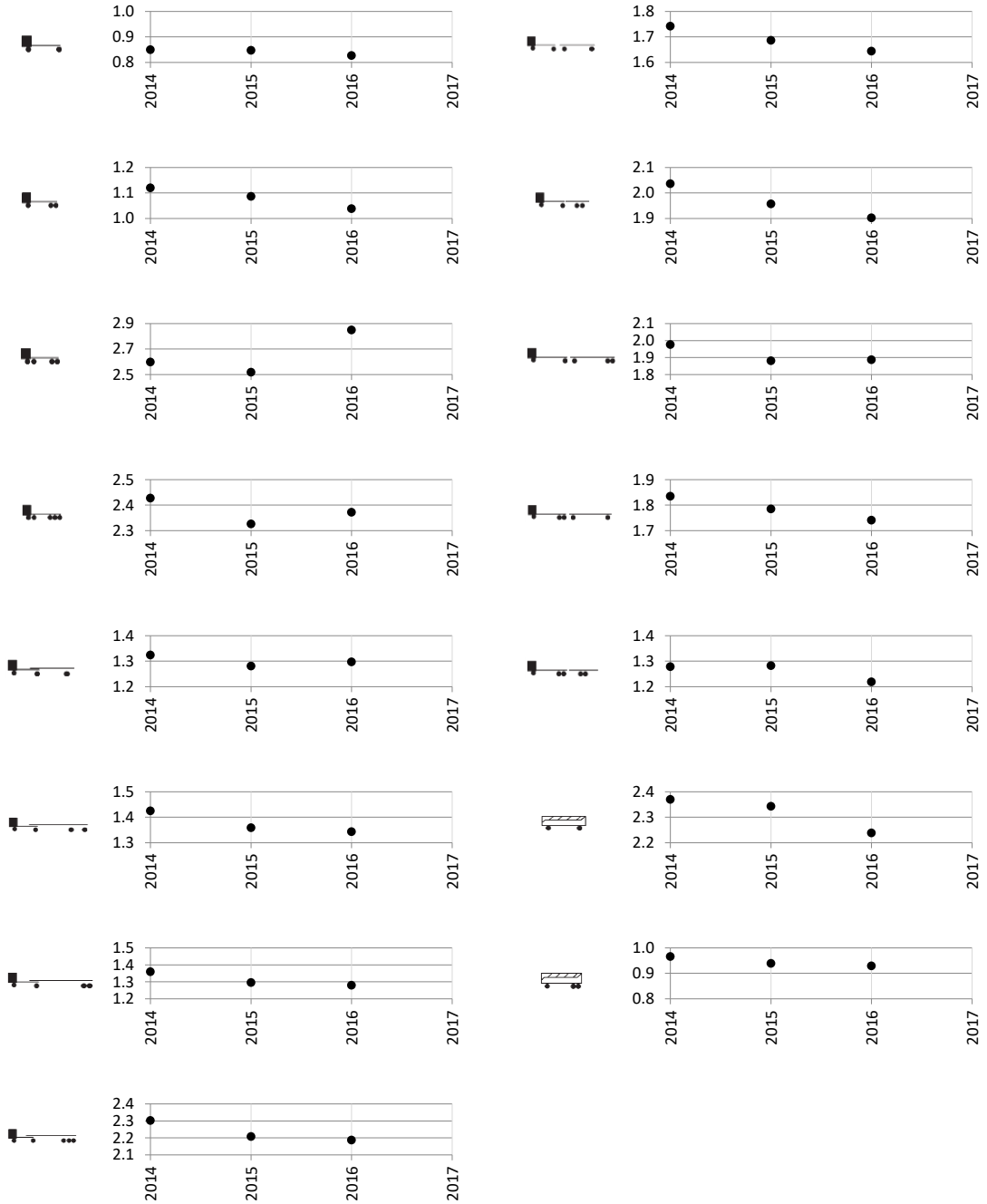
## 7.2 Evolution de la détection par mois



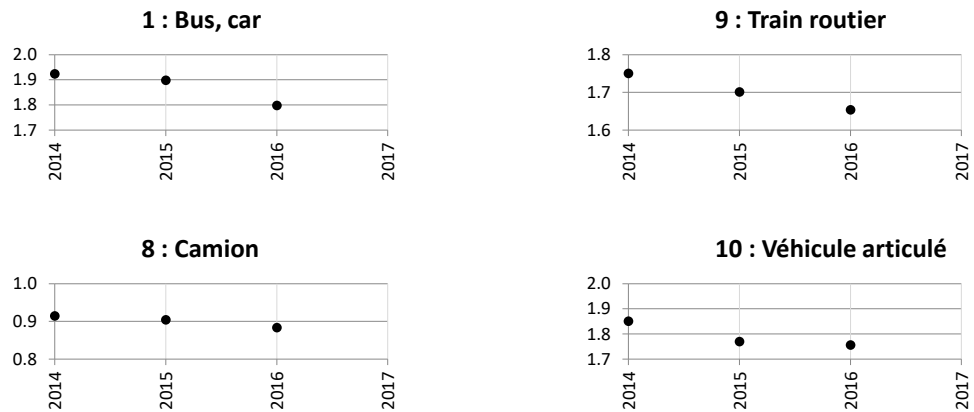
## 7.3 Evolution du modèle de la norme SN 640 320

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

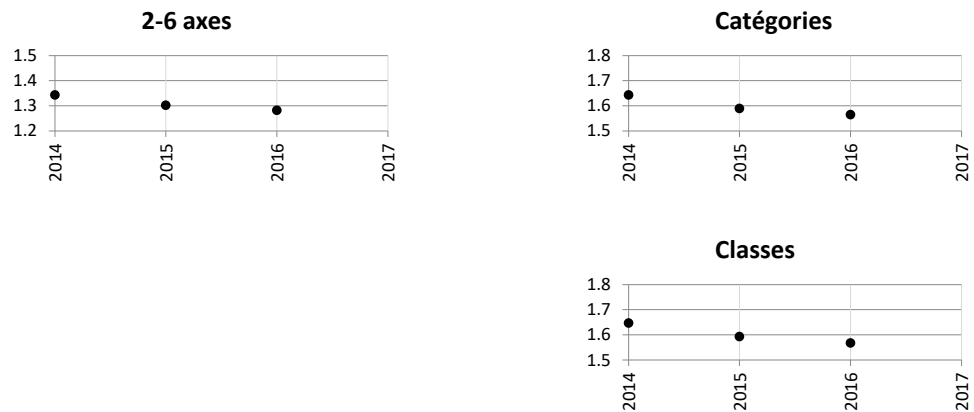
### 7.3.1 Evolution des facteurs d'équivalence par classes de véhicules



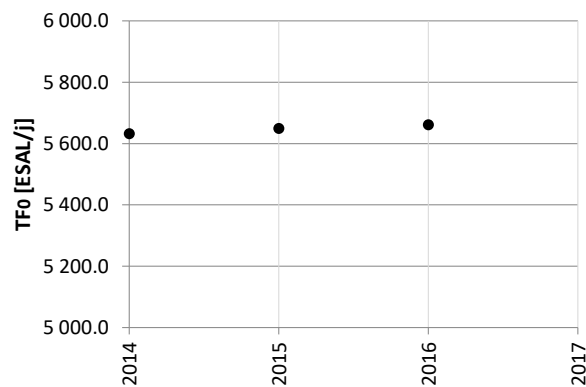
### 7.3.2 Evolution des facteurs d'équivalence par catégories de véhicules



### 7.3.3 Evolution du facteur d'équivalence moyen

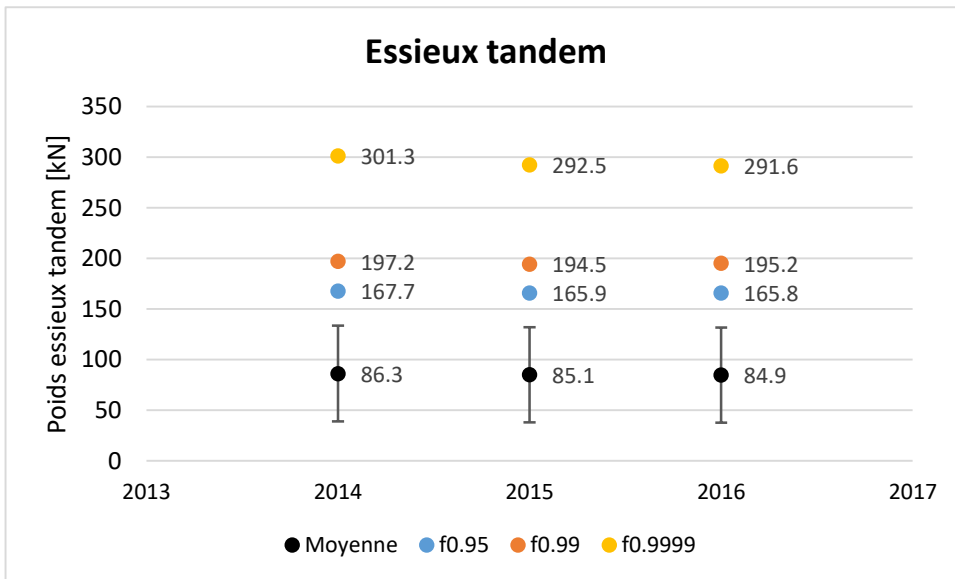
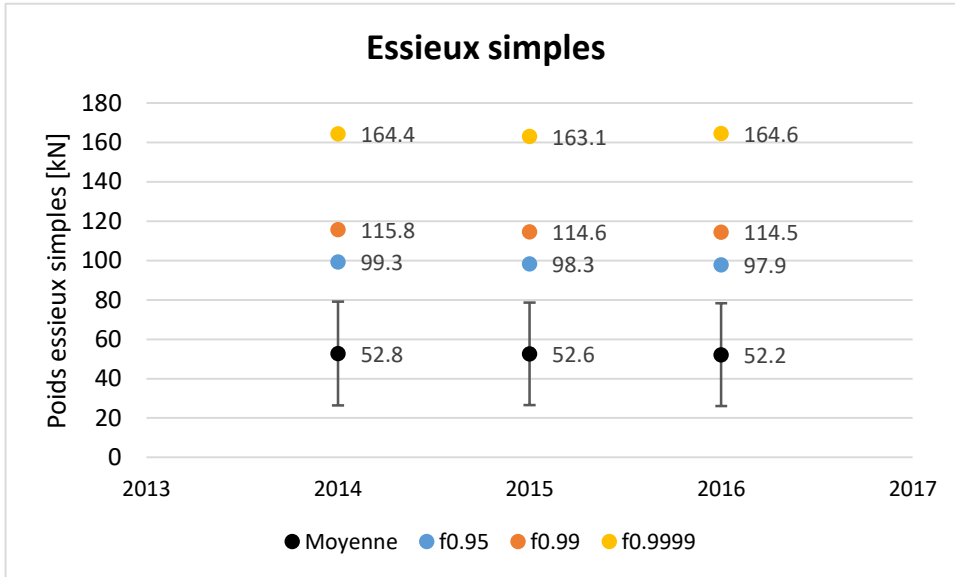


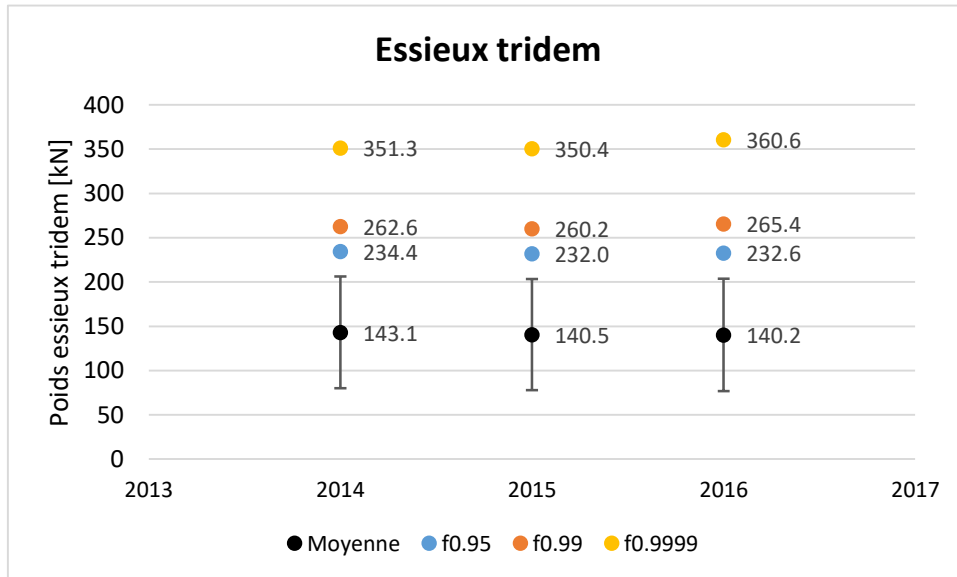
### 7.3.4 Evolution du trafic pondéral équivalent journalier



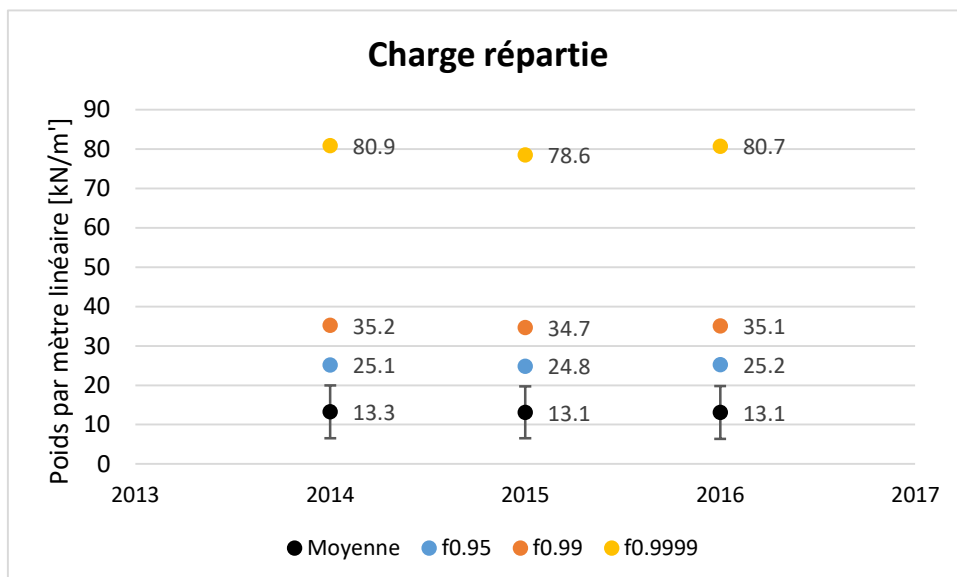
## 7.4 Evolution du modèle de la norme SIA 261

### 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 :	Direction Berne : 22.09.2015	
Facteurs de corrections relevés :	Direction Berne : -0.66%/-1.99%	
Application du facteur de correction :	Direction Berne : Non/Oui	
Niveau de confiance à la calibration :	Direction Berne : Très bon/Très bon	
Données pouvant être utilisées pour référence :	Direction Berne : 2015 – 2016	
Constations sur la base du traitement des données WIM		
Pertes de données :	~ 2 jours	
Exclusions :	2.22%	
Cohérence globale des valeurs :	En ordre	
Cohérence des tendances de la station :	En ordre	
Classification SWISS10, VT $\geq$ 3.5 to :	24.6%	
Silhouettes incohérentes :	29.4% dont 27.3% potentiellement dus à la classification SWISS10 2.1% d'autres incohérences	
Propositions		
La confiance dans les données est bonne. 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.
-