

Évaluation d'un capteur infrarouge de trafic

Certu

centre d'Études sur les réseaux,
les transports, l'urbanisme
et les constructions publiques
9, rue Juliette Récamier
69456 Lyon Cedex 06
téléphone: 04 72 74 58 00
télécopie: 04 72 74 59 00
www.certu.fr

Avis aux lecteurs

La collection Rapports d'étude du Certu se compose de publications proposant des informations inédites, analysant et explorant de nouveaux champs d'investigation. Cependant l'évolution des idées est susceptible de remettre en cause le contenu de ces rapports.

Le Certu publie aussi les collections :

Dossiers : Ouvrages faisant le point sur un sujet précis assez limité, correspondant soit à une technique nouvelle, soit à un problème nouveau non traité dans la littérature courante. Le sujet de l'ouvrage s'adresse plutôt aux professionnels confirmés. Le Certu s'engage sur le contenu mais la nouveauté ou la difficulté des sujets concernés implique un certain droit à l'erreur.

Références : Cette collection comporte les guides techniques, les ouvrages méthodologiques et les autres ouvrages qui, sur un champ donné assez vaste, présentent de manière pédagogique ce que le professionnel courant doit savoir. Le Certu s'engage sur le contenu.

Débats : Publications recueillant des contributions d'experts d'origines diverses, autour d'un thème spécifique. Les contributions présentées n'engagent que leurs auteurs.

Catalogue des publications disponible sur <http://www.certu.fr>

NOTICE ANALYTIQUE

Organisme commanditaire : CERTU : Centre d'études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions publiques 9, rue Juliette Récamier 69456 Lyon Cedex 06 - Tél : 04 72 74 58 00 - Fax : 04 72 74 59 00			
Titre : Evaluation d'un capteur infrarouge de trafic			
Sous-titre :		Date d'achèvement : Juin 2003	Langue : Français
Organisme auteur : CETE Normandie-Centre 10 Chemin de la Poudrière - BP 245 - 76121 Le Grand-Quevilly Cedex		Rédacteurs ou coordonnateurs : Eric Violette (Département Sécurité et Gestion des Infrastructures)	Relecteur assurance qualité : Alexis Bacelar, CERTU
Remarques préliminaires : Dans le cadre de la densification et du renouvellement des capteurs de trafic, la Société des Autoroutes Paris-Normandie cherche à mettre en oeuvre des technologies de détection qui s'implantent hors chaussée. Dans cette optique et après des essais préliminaires encourageants, le capteur infrarouge de trafic ASIM a été retenu pour évaluation.			
Résumé : Dans ce rapport, l'évaluation du capteur infrarouge ASIM est décrite selon les procédures des normes NF P 99-300 et NF P 99-330 et du guide CERTU « Méthodologie d'évaluation des nouveaux capteurs pour le trafic routier ». Deux types de mesures sont réalisées : - mesures de débit : le capteur se situe dans la classe D d'exactitude de la norme NFP99-300 (erreur supérieure à $\pm 10\%$: tendance à sur compter sur la voie de droite (PL pris pour deux VL) et sous compter sur la voie de gauche (deux VL très près vus comme un PL). D'autre part, les motos et les véhicules circulant à cheval ne sont généralement pas pris en compte. - mesures de vitesse : le capteur se situe aussi dans la classe D d'exactitude de la norme NFP99-300 qui est la moins exigeante : les performances varient selon les conditions météorologiques et selon la nature des véhicules (vitesses majorées pour les PL et minorées pour les VL). Globalement, ce capteur n'est pas d'une grande précision. Il est cependant utilisé par la Société des Autoroutes Paris-Normandie pour calculer des temps de parcours à partir de vitesse moyenne et possède deux avantages : - il est hors chaussée. - il contient un bus multipoints qui permet de connecter jusqu'à 10 capteurs sur un même PC.			
Mots clés : Evaluation, Capteur de trafic, infrarouge, débit, vitesse		Diffusion : Libre	
Nombre de pages : 34 pages	Prix :	Confidentialité : NON	Bibliographie : OUI

SOMMAIRE

Préambule	7
1. Définition du matériel à tester	9
2. Définition du site de test	12
3. Objectifs du test	14
4. Eléments de contexte	14
5. Définition des scénarios	14
6. Conduite des essais	15
7. Systèmes de référence	15
7.1 Mesures de débit	15
7.2 Mesure de vitesse	16
8. Déroulement des essais	16
8.1 Mesures de débit	16
8.2 Mesure de vitesse	17
9. Analyse des résultats de comptage	17
9.1 Analyse quantitative	17
9.1.1 Analyse quantitative sur la voie de gauche	18
9.1.2 Analyse quantitative sur la voie de droite	21
9.2 Analyse qualitative	24
9.2.1 Dépouillement de la séquence n°7 voie de gauche	24
9.2.2 Dépouillement de la séquence n°6 voie de droite	24
10. Analyse des mesures de vitesse	25
10.1 Présentation des résultats	25
10.2 Analyse quantitative	26
10.3 Récapitulatif des situations analysées	32
11. Conclusions	33
11.1 Mesures de débit	33
11.2 Mesures de vitesse	33
12. Bibliographie	35
13. Liste des figures	36
14. Liste des tableaux	36

Préambule

Dans le cadre de l'application « temps de parcours » en cours de développement sur l'autoroute A13, la SAPN cherche d'une part, à densifier son système de recueil de données de trafic et d'autre part, à remplacer les systèmes existants dans des cas particuliers (zones de travaux, etc.). Pour ce faire, elle souhaite mettre en oeuvre des technologies de détection qui puissent s'implanter hors chaussée.

Dans le cadre d'essais préliminaires menés par la SAPN, les résultats obtenus à l'aide de capteurs IR de la société ASIM, comparativement à une station de mesure de trafic dotée de boucles électromagnétiques, sont encourageants. Ces résultats concernent les mesures de débit et de vitesse ainsi que la discrimination VL/PL à partir d'un critère de longueur.

Aussi, la SAPN a souhaité engager une procédure d'évaluation de la performance de ce capteur avant d'envisager sa généralisation. En outre, l'application « temps de parcours » repose principalement sur la mesure de la vitesse des véhicules.

Le CERTU a manifesté son intérêt pour les travaux menés au sujet de ces capteurs. Ainsi, les essais décrits dans le présent document ont été conduits selon une convention signée le 18 décembre 2001 entre le CERTU, la SAPN et le CETE Normandie-Centre.

L'objectif principal des essais concerne l'évaluation de la performance du capteur ASIM IR254. Dans ce cas, cette évaluation doit s'effectuer en référence avec les normes NF P 99-300 et NF P 99-330 actuellement en vigueur [1][2]. Ces normes définissent respectivement la nature des mesures, les classes d'exactitude ainsi que les procédures d'essai à mettre en oeuvre lorsqu'elles existent.

De plus, pour assister les évaluateurs dans leur démarche, un document intitulé « Méthodologie d'évaluation des nouveaux capteurs de trafic routier » a été élaboré par le CERTU [3]. La démarche mise en oeuvre dans ces essais s'appuie sur ce document.

1. Définition du matériel à tester

Le matériel à tester est un capteur infrarouge, développé par la société suisse ASIM sous l'appellation IR254, destiné à la fois au comptage des véhicules, à la mesure de la vitesse et de la longueur des véhicules. Il est constitué de deux capteurs, d'un logiciel d'acquisition et d'une boîte de jonction de communication.

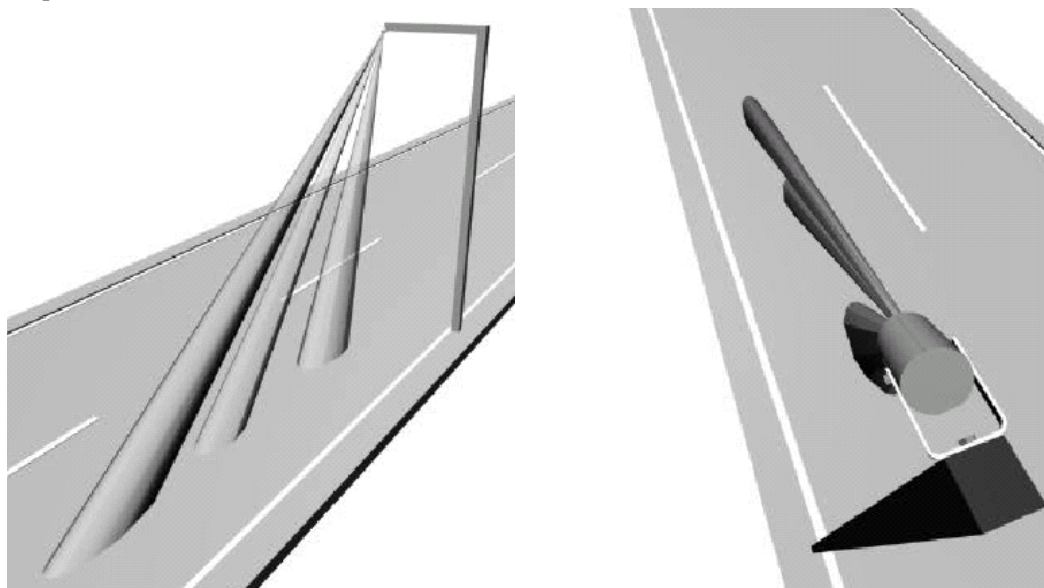


Figure 1 : vue du capteur ASIM

Ce capteur se compose d'une combinaison de sondes thermiques dynamiques et statiques de rayonnement. Les possibilités de détection statique et de comptage sont basées sur le traitement des signaux de plusieurs zones de détection séparées à l'aide d'un microprocesseur. L'analyse et la combinaison des différents signaux permet le comptage des véhicules et l'identification d'un véhicule immobile.

Le délai entre les signaux de trois zones de détection formant deux distances de mesure dans la direction de circulation fournit l'information de vitesse. La période d'activation du canal statique donne le temps d'occupation pour des véhicules se déplaçant ou immobiles. À partir de la vitesse et du temps d'occupation, le détecteur calcule la longueur de véhicule.

Un détecteur est exigé par voie de circulation face au trafic et avec l'angle approprié. La communication des données de différents détecteurs est faite avec un bus de données simple de RS 485.



Figures 2 et 3 : vues de côté et de dessus en perspective du capteur ASIM

Tableau 1 : fiche d'identification du capteur à tester (selon [3])

Fabricant ou distributeur					
Société : ASIM					
Personne à contacter : Mr STEINBACH Bertrand				Tél. : 41 55 285 99 66	
Email : www.bsteinbach@asim.ch				Fax : 41 55 285 99 00	
Matériel					
Nom commercial : IR 254					
Référence :		N° série		Date de fabrication	
Logiciel : 7006939		N° de version 1.21 (VG) et 1.32 (VD)		Date de la version	
Stade de développement					
Prototype	+ ^{de} série	Présérie	Série		
Caractéristiques techniques					
Type de capteur :	Electromagnétique	Vidéo	Ultrason	Piézo	
	Radar Doppler	Tuyau pneumatique	Acoustique		
Autre : Capteur infrarouge					
Alimentation	12 V DC	24 V DC	110V AC	220V AC	autonome
Autre : 9V à 24V DC					
Consommation : 8 mA					
Dimension mm : (L / l / H) 120x80x80					
Poids : 0.8 kg					
Type de fixation : bride					
Environnement de fonctionnement.					
Température : -40 à +70 °C					
Humidité : 95%					
Etanchéité : IP65					
Interface de communication :		RS 232	RS 422	RS 485	USB
Autre : + une boîte de jonction IR485		RJ 45			
Nature des mesures effectuées par le matériel					
Documentations fournies					
Notice commerciale	Référence	Version		Date	
Notice d'utilisation	Référence	Version		Date	
Notice d'installation	Référence	Version		Date	
Notice technique	Référence	Version		Date	
Notice de maintenance	Référence	Version		Date	

Tableau 2 : fiche d'identification du site de test (selon [3])

Localisation	
Département :	Yvelines 78
Site rase campagne ou périurbain	
Type de route :	Autoroute Voie rapide urbaine Route nationale Route départementale
N° de route :	A13 P.R. : 44+500 N° de section : Orgeval/Mantes
Site technique N°5 sens 1	
Gestionnaire du site : SAPN	
Personne à contacter : Nom : Jérôme FERRE	
Tel : 02 35 18 39 76	
Fax : 02 35 18 39 79	
Email : J.ferre@sapn-autoroutes.fr	
Description du site	
Nombre de voies de circulation et sens de circulation :	3x3 voies avec BAU Sens Paris → Province
Largeur de chaque voie de circulation :	Voie de gauche : 3.5m Voie de droite : 3.5m BAU : 2.5m
Présence d'un terre plein central ?	OUI
Présence d'un carrefour à feux à +/- 100 m ?	NON
Présence d'un passage piéton contrôlé par signaux lumineux à +/- 100 m ?	NON
Le stationnement est-il autorisé ? Des 2 côtés ?	NON
Des véhicules arrêtés (files d'attente aux feux, stationnement illicite, etc.) sont-ils présents de manière récurrente sur le site ? NON	
Le site est-il emprunté par des véhicules de transport en commun ? NON	
Type et fréquence ?	
En période nocturne, le site est-il éclairé ? NON	
Caractéristiques de la chaussée	
Chaussée rectiligne à +/- 25 m de la zone de mesure ? OUI	
Pente longitudinale inférieure à 2 % ? OUI	
Pente transversale inférieure à 3 % ? OUI	
Séparation des voies de circulation par une ligne continue ? NON	
Orientation des voies de circulation par rapport au nord magnétique ? Est / ouest	
Connaissance du trafic au droit du site	
La section correspond-elle à un point de mesure permanent ? OUI MJA :	
La section correspond-elle à un point de mesure secondaire ou temporaire ? : NON MJA :	
Le site est-il équipé d'un matériel de comptage par voie de circulation : OUI	
par sens de circulation : OUI	
Vitesse maximum autorisée : 110 km/h	
Interdiction de dépasser ? NON	
Interdiction de circuler pour les PL ? NON Si non : % PL. = %	
Dans le cas de double sens : problème de chevauchement de la ligne axiale ? (motos par exemple).	
Autres particularités : (interdictions ou prescriptions particulières ; flux de véhicules ou de piétons particuliers : sortie d'usine, sortie d'école etc. ; fermeture périodique de la voie pour entretien, inondations etc.).	
Facilités et/ou contraintes	
Présence d'un portique ou d'un ouvrage d'art ? OUI PMV	
Présence d'un poteau ? NON	
Présence d'un abri ou d'un local technique ? OUI	
Présence de fourreaux et de regards pour le passage des câbles ? OUI	
Raccordement au réseau EDF basse tension ? OUI	
Raccordement au réseau téléphonique ? OUI	
Raccordement possible par radio ? OUI	
Présence d'une ligne moyenne tension ? NON	
Présence d'une ligne haute tension ? NON	
Présence d'un émetteur de radiocommunications dans l'environnement du site ? NON	
Autres facilités offertes par le site ?	

2. Définition du site de test

Le site de test est localisé sur l'autoroute A13, au PK 44+500, au droit du site technique n°5. Sur cette section l'autoroute est à 2x3 voies avec Bande d'Arrêt d'Urgence (BAU). La vitesse est limitée à 110 km/h.

Les capteurs sont implantés en hauteur selon les directives du constructeur. L'implantation retenue permet de détecter la présence et la vitesse des véhicules sur deux voies de circulation. A cet effet, le premier capteur est implanté au-dessus de la voie de droite et le second capteur est implanté au-dessus de la voie de gauche. L'unité de traitement est localisée dans le site technique à proximité immédiate des capteurs et au PCI de la SAPN aux Essarts.

La fiche descriptive ci-contre est commune aux deux capteurs sauf pour les paramètres suivants :

- **Capteur voie de gauche** : H= 5.50 m, inclin = 45°, longueur de ref = 1.75 m
- **Capteur voie de droite** : H= 6.50 m, inclin = 45°, longueur de ref = 1.80 m

Les photos suivantes illustrent le site d'implantation des capteurs sur A13 au PR 44+500 sens 1.



Figure 4 : site d'implantation des deux capteurs IR 254



Figure 5 : implantation sur voie de droite



Figure 6 : implantation sur voie de gauche

3. Objectifs du test

L'objectif principal du test est d'évaluer les performances du capteur ASIM IR 254. Cette évaluation s'effectue selon la norme NF P 99-300 [1] et NF P 99-330 [2]. En effet, ces normes définissent respectivement la nature des mesures, les classes d'exactitude ainsi que les procédures d'essai à mettre en œuvre.

Initialement, il est prévu d'évaluer la performance du capteur pour les mesures de débit, vitesse individuelle et débit classifié. L'évaluation des débits classifiés n'a pas été réalisée.

4. Éléments de contexte

Les éléments de contexte pris en compte pour la définition des scénarios de test sont les suivants :

- luminosité : indifférente à priori,
- météo : indifférente à priori,
- conditions de trafic : fluide, dense, saturé,
- implantation du capteur : voie de gauche, voie de droite.

Sur le site d'implantation du capteur, la situation fluide est la plus fréquente. Les situations de trafic dense se produisent le vendredi soir (trafic > 1000 véh/h). Les conditions saturées sont aléatoires. Elles surviennent généralement en cas d'incident.

Sur la voie de droite, on observe un trafic mixte de véhicules légers et de poids lourds qui circulent généralement à des vitesses peu élevées. Sur la voie de gauche, le trafic est essentiellement constitué de véhicules légers qui peuvent circuler à des vitesses très rapides.

5. Définition des scénarios

Elle résulte de la définition des éléments de contexte. Le tableau ci-dessous rappelle les scénarios retenus.

	Fluide	Dense	Saturé
Voie de droite	X		
Voie de gauche	X		

6. Conduite des essais

Les essais sont menés en deux parties distinctes suivant la nature des grandeurs à tester et la voie de circulation considérée.

- **Vitesse instantanée VI** : échantillon de 100 véhicules par conditions de trafic (classe B de la norme NF P99-300).
- **Débit tous véhicules QT** : 30 séquences de 400 véhicules par conditions de trafic (classe A de la norme NF P99-300).

7. Systèmes de référence

7.1 Mesures de débit

La référence de débit utilisée est un comptage visuel effectué a posteriori à partir d'enregistrements vidéo réalisés sur le site et synchronisés avec les mesures. Les images sont issues d'une caméra de surveillance, localisée au PR 45+100, mise au point de telle façon que l'on puisse compter les véhicules voie par voie.



Figure 7 : Image fournie par la caméra de surveillance au PR 45+100. Les cadres rouges représentent les taches infrarouges des capteurs situés sur PMV. Tous les véhicules passant dans ces cadres sont comptabilisés.

7.2 Mesure de vitesse

La vitesse de référence est obtenue à l'aide d'un cinémomètre radar de type MESTA 208 installé à proximité des points de mesure des capteurs ASIM IR 254.



Figure 8 : Mesta 208 installé dans le TPC pour la mesure de référence sur voie de gauche

8. Déroulement des essais

8.1 Mesures de débit

Les essais ont été réalisés selon le calendrier suivant :

- Tests voie de gauche :
 - le 25/02/02 de 10h00 à 19h00
 - le 27/02/02 de 10h00 à 19h00
 - le 01/03/02 de 10h00 à 19h00

- Tests voie de droite :
 - le 25/02/02 de 10h00 à 19h00
 - le 27/02/02 de 10h00 à 19h00
 - le 01/03/02 de 10h00 à 19h00
 - le 13/03/02 de 09h00 à 12h00
 - le 15/03/02 de 09h00 à 11h00

Parmi ces enregistrements, trente échantillons par voie d'au moins 400 véhicules ont été sélectionnés selon les recommandations de la norme NF P 99-330. Ces échantillons sont clairement identifiables sur les vidéos comme sur les fichiers de mesures fournis par le capteur. Enfin, ils ne comportent aucune erreur de transmission (capteur vers PCI) ni de dégradation quelconque.

8.2 Mesure de vitesse

Les essais ont été réalisés selon le calendrier suivant :

■ Tests voie de gauche :

le 24/01/02 de 10h40 à 12h00 trafic moyen : 500 véh/h

le 24/01/02 de 14h00 à 16h00 trafic moyen : 800 véh/h

La série de mesures du matin a servi d'étalonnage du capteur, pour recentrer les valeurs relevées l'après-midi autour de la moyenne de référence et, par la suite, réajuster les paramètres (longueur de référence = 1.75 m) du capteur.

■ Tests voie de droite :

le 30/01/02 de 10h40 à 12h30 trafic moyen : 600 véh/h

le 30/01/02 de 14h20 à 16h00 trafic moyen : 650 véh/h

Les paramètres du capteur ont été modifiés d'après la série de mesure effectuée sur le capteur voie de gauche soit : longueur de référence = 1.80 m.

Durant ce test, nous avons différencié les vitesses des poids lourds de celles des véhicules légers.

■ Période de pluie dense :

le 24/01/02 de 14h00 à 14h35 trafic moyen : 700 véh/h

Durant le test du capteur voie de gauche, une pluie dense s'est abattue sur le site de test de 14h00 à 14h35 ce qui a influencé de façon importante sur les mesures.

9. Analyse des résultats de comptage

9.1 Analyse quantitative

Pour toutes les séries de mesures, nous avons tenu compte des motos et des véhicules circulant à cheval sur deux voies de circulation adjacentes. Les résultats sont exprimés en fonction des références ainsi constituées.

On admet que l'incertitude (**Irèf**) sur le comptage de référence est de 1 véhicule par séquence. Pour respecter la relation $\text{Irèf} / \text{Emax} \leq 1/4$, nous avons choisi des séquences d'au moins 400 véhicules afin d'évaluer le système avec une erreur maximale de 1% (**Emax**). Cette erreur correspond à la classe A de la fonction comptage de la norme NF P 99-300.

9.1.1 Analyse quantitative sur la voie de gauche

Les résultats obtenus pour la voie de gauche sont consignés ci-dessous :

Tableau 3 : comptage sur la voie de gauche

COMPTAGE VOIE DE GAUCHE SUR A13 SITE 5 SENS 1 PR 44+500										Dates
Séquence	Asim	Ref	Véhicules à cheval	Motos	Total sur la voie	Ecart abs tous véhicules	Ecart rel tous véhicules (%)	Ecart abs sans motos et vl à cheval	Ecart rel sans motos et vl à cheval (%)	
1	434	430	36	0	466	-32	-6,87	4	0,93	25/02/02
2	432	433	26	3	462	-30	-6,49	-1	-0,23	
3	504	506	27	3	536	-32	-5,97	-2	-0,40	
4	435	438	31	1	470	-35	-7,45	-3	-0,68	
5	424	415	27	0	442	-18	-4,07	9	2,17	
6	438	430	19	1	450	-12	-2,67	8	1,86	
7	437	425	12	2	439	-2	-0,46	12	2,82	
8	421	423	12	3	438	-17	-3,88	-2	-0,47	
9	426	417	10	6	433	-7	-1,62	9	2,16	
10	443	440	10	3	453	-10	-2,21	3	0,68	
11	413	403	13	4	420	-7	-1,67	10	2,48	
12	458	461	27	2	490	-32	-6,53	-3	-0,65	01/03/02
13	407	401	26	1	428	-21	-4,91	6	1,50	
14	429	430	27	4	461	-32	-6,94	-1	-0,23	
15	429	425	29	4	458	-29	-6,33	4	0,94	
16	418	430	12	2	444	-26	-5,86	-12	-2,79	
17	415	421	19	2	442	-27	-6,11	-6	-1,43	
18	435	423	19	2	444	-9	-2,03	12	2,84	
19	446	442	20	1	463	-17	-3,67	4	0,90	
20	433	442	10	4	456	-23	-5,04	-9	-2,04	
21	427	431	14	6	451	-24	-5,32	-4	-0,93	
22	447	446	12	4	462	-15	-3,25	1	0,22	
23	415	421	8	3	432	-17	-3,94	-6	-1,43	
24	400	409	7	3	419	-19	-4,53	-9	-2,20	
25	421	441	27	3	471	-50	-10,62	-20	-4,54	25/02/02
26	419	438	17	1	456	-37	-8,11	-19	-4,34	
27	411	425	26	2	453	-42	-9,27	-14	-3,29	
28	432	454	25	3	482	-50	-10,37	-22	-4,85	
29	420	436	26	4	466	-46	-9,87	-16	-3,67	
30	423	430	24	3	457	-34	-7,44	-7	-1,63	
Total	12892	12966	598	54	13618	-726	-5,33	-74	-0,57	
Moyenne						-25	-5,45	-2	-0,54	

A partir des écarts obtenus pour chacune des séquences, on procède à la vérification de la normalité de la distribution des écarts en mettant en oeuvre le test de SHAPIRO-WILK, préconisé par la norme NF X 06-50.

Vérification de la normalité de la distribution des écarts sans tenir compte des véhicules à cheval et des motos.

i	xi	(xi-xm) ²	i	xi	(xi-xm) ²	di	ai (table)	ai * di
7	-4,85	0,00185	4	2,84	0,00114	0,0768	0,4254	0,03268
17	-4,54	0,00159	5	2,82	0,00113	0,0736	0,2944	0,02166
16	-4,34	0,00144	7	2,48	0,00091	0,0682	0,2487	0,01696
15	-3,67	0,00098	14	2,17	0,00074	0,0584	0,2148	0,01254
3	-3,29	0,00076	20	2,16	0,00073	0,0545	0,1870	0,01020
5	-2,79	0,00051	2	1,86	0,00058	0,0465	0,1630	0,00758
14	-2,20	0,00027	12	1,50	0,00042	0,0370	0,1415	0,00523
4	-2,04	0,00022	10	0,94	0,00022	0,0298	0,1219	0,00363
13	-1,63	0,00012	9	0,93	0,00022	0,0256	0,1036	0,00265
2	-1,43	0,00008	1	0,90	0,00021	0,0233	0,0862	0,00201
1	-1,43	0,00008	17	0,68	0,00015	0,0211	0,0697	0,00147
11	-0,93	0,00001	24	0,22	0,00006	0,0115	0,0537	0,00062
10	-0,68	0,00000	3	-0,23	0,00001	0,0045	0,0381	0,00017
9	-0,65	0,00000	16	-0,23	0,00001	0,0042	0,0227	0,00009
8	-0,47	0,00000	19	-0,40	0,00000	0,0008	0,0076	0,00001

$$W = b^2 / Z^2$$

avec :

$$b = \sum a_i \cdot d_j \text{ (pour } i=1 \text{ à } n/2)$$

$$Z^2 = \sum (x_j - x_m)^2 \text{ (pour } j=1 \text{ à } n)$$

soit :

$$b = 0.1175042$$

$$Z^2 = 0.0144409$$

$$W = \mathbf{0.956122}$$

Cette valeur est supérieure à la valeur limite $W\alpha = 0.927$ donnée par les tables pour un risque α égal à 5%. Cela signifie que l'on ne peut pas rejeter l'hypothèse de normalité de la distribution au risque de 5% de rejeter une hypothèse vraie. **La distribution des écarts peut être considérée comme étant une distribution normale sans tenir compte des véhicules à cheval et des motos.**

Vérification de la normalité de la distribution des écarts en tenant compte des véhicules à cheval et des motos.

i	x_i	$(x_i - x_m)^2$	i	x_i	$(x_i - x_m)^2$	d_i	a_i (table)	$a_i * d_i$
7	-10,62	0,00267	4	-0,46	0,00249	0,1016	0,4254	0,04322
17	-10,37	0,00242	5	-1,62	0,00147	0,0876	0,2944	0,02578
16	-9,87	0,00196	7	-1,67	0,00143	0,0820	0,2487	0,02040
15	-9,27	0,00146	14	-2,03	0,00117	0,0724	0,2148	0,01556
3	-8,11	0,00071	20	-2,21	0,00105	0,0591	0,1870	0,01105
5	-7,45	0,00040	2	-2,67	0,00077	0,0478	0,1630	0,00779
14	-7,44	0,00040	12	-3,25	0,00049	0,0419	0,1415	0,00593
4	-6,94	0,00022	10	-3,67	0,00032	0,0327	0,1219	0,00399
13	-6,87	0,00020	9	-3,88	0,00025	0,0299	0,1036	0,00309
2	-6,53	0,00012	1	-3,94	0,00023	0,0260	0,0862	0,00224
1	-6,49	0,00011	17	-4,07	0,00019	0,0242	0,0697	0,00169
11	-6,33	0,00008	24	-4,53	0,00008	0,0180	0,0537	0,00097
10	-6,11	0,00004	3	-4,91	0,00003	0,0120	0,0381	0,00046
9	-5,97	0,00003	16	-5,04	0,00002	0,0093	0,0227	0,00021
8	-5,86	0,00002	19	-5,32	0,00000	0,0053	0,0076	0,00004

$$W = b^2 / Z^2$$

avec :

$$b = \sum a_i \cdot d_j \text{ (pour } i=1 \text{ à } n/2)$$

$$Z^2 = \sum (x_j - x_m)^2 \text{ (pour } j=1 \text{ à } n)$$

soit :

$$b = 0.142415$$

$$Z^2 = 0.020817$$

$$W = \mathbf{0.9743}$$

Cette valeur est supérieure à la valeur limite $W\alpha = 0.927$ donnée par les tables pour un risque α égal à 5%. Cela signifie que l'on ne peut pas rejeter l'hypothèse de normalité de la distribution au risque de 5% de rejeter une hypothèse vraie. **La distribution des écarts peut être considérée comme étant une distribution normale en tenant compte des véhicules à cheval et des motos.**

On peut ainsi procéder à la détermination de l'intervalle de confiance de l'écart moyen. Cet intervalle est donné par la relation :

$$U' = x_0 \pm k' \sigma \text{ (avec un niveau de confiance } P=1-\alpha)$$

avec : U' intervalle de confiance en %

x_0 valeur moyenne des écarts en %

k' coefficient (annexe A de la norme NF P 99-330)

σ écart-type des écarts en %

Pour $P = 95\%$, et pour un échantillon de taille $n=30$, l'annexe A de la norme NF P 99-330 donne une valeur de k' égale à 2.55.

- sans tenir compte des véhicules à cheval et des motos :

$$U' = -0.54\% \pm 2.55 \times 2.23\%$$

Intervalle de confiance : **-6.2% < U' < +5.1%**

- en tenant compte des véhicules à cheval et des motos :

$$U' = -5.45\% \pm 2.55 \times 2.68\%$$

Intervalle de confiance : **-12.3% < U' < +1.4%**

9.1.2 Analyse quantitative sur la voie de droite

Les résultats obtenus pour la voie de droite sont consignés ci-dessous :

Tableau 4 : comptage sur la voie de droite

COMPTAGE VOIE DE DROITE SUR A13 SITE 5 SENS 1 PR 44+500										
Séquence	Asim	Ref	Véhicules à cheval	Motos	Total sur la voie	Ecart abs tous véhicules	Ecart rel tous véhicules (%)	Ecart abs sans motos et vl à cheval	Ecart rel sans motos et vl à cheval (%)	Dates
1	415	408	17	0	425	-10	-2,35	7	1,72	01/03/02
2	426	419	14	0	433	-7	-1,62	7	1,67	
3	418	425	15	2	442	-24	-5,43	-7	-1,65	
4	428	425	13	3	441	-13	-2,95	3	0,71	
5	428	431	14	0	445	-17	-3,82	-3	-0,70	
6	399	385	10	1	396	3	0,76	14	3,64	
7	426	440	13	3	456	-30	-6,58	-14	-3,18	
8	445	432	14	2	448	-3	-0,67	13	3,01	
9	437	426	13	1	440	-3	-0,68	11	2,58	
10	419	410	9	1	420	-1	-0,24	9	2,20	
11	423	414	13	0	427	-4	-0,94	9	2,17	
12	427	414	11	0	425	2	0,47	13	3,14	27/02/02
13	425	422	7	0	429	-4	-0,93	3	0,71	
14	430	428	11	1	440	-10	-2,27	2	0,47	
15	423	431	14	1	446	-23	-5,16	-8	-1,86	
16	416	424	11	0	435	-19	-4,37	-8	-1,89	
17	419	432	6	2	440	-21	-4,77	-13	-3,01	
18	429	403	10	1	414	15	3,62	26	6,45	25/02/02
19	423	384	11	0	395	28	7,09	39	10,16	
20	411	375	9	0	384	27	7,03	36	9,60	
21	430	384	7	0	391	39	9,97	46	11,98	
22	442	427	8	0	435	7	1,61	15	3,51	
23	420	379	6	1	386	34	8,81	41	10,82	
24	433	414	9	2	425	8	1,88	19	4,59	
25	442	391	10	1	402	40	9,95	51	13,04	
26	433	387	6	0	393	40	10,18	46	11,89	13/03/02
27	445	428	7	1	436	9	2,06	17	3,97	
28	444	430	6	2	438	6	1,37	14	3,26	
29	442	411	6	1	418	24	5,74	31	7,54	15/03/02
30	444	407	11	0	418	26	6,22	37	9,09	
Total	12842	12386	311	13	12710	132	1,04	456	3,68	
Moyenne						4	1,13	15	3,85	

A partir des écarts obtenus pour chacune des séquences, on procède à la vérification de la normalité de la distribution des écarts en mettant en oeuvre le test de SHAPIRO-WILK, préconisé par la norme NF X 06-50.

Vérification de la normalité de la distribution des écarts sans tenir compte des véhicules à cheval et des motos.

i	x_i	$(x_i - x_m)^2$	i	x_i	$(x_i - x_m)^2$	d_i	a_i (table)	$a_i * d_i$
7	-3,18	0,00495	4	13,04	0,00844	0,1623	0,4254	0,06902
17	-3,01	0,00471	5	11,98	0,00660	0,1499	0,2944	0,04413
16	-1,89	0,00330	7	11,89	0,00645	0,1377	0,2487	0,03425
15	-1,86	0,00326	14	10,82	0,00485	0,1267	0,2148	0,02722
3	-1,65	0,00303	20	10,16	0,00397	0,1180	0,1870	0,02207
5	-0,70	0,00207	2	9,60	0,00330	0,1030	0,1630	0,01678
14	0,47	0,00115	12	9,09	0,00274	0,0862	0,1415	0,01220
4	0,71	0,00099	10	7,54	0,00136	0,0684	0,1219	0,00833
13	0,71	0,00099	9	6,45	0,00067	0,0574	0,1036	0,00595
2	1,67	0,00048	1	4,59	0,00005	0,0292	0,0862	0,00252
1	1,72	0,00046	17	3,97	0,00000	0,0226	0,0697	0,00157
11	2,17	0,00028	24	3,64	0,00000	0,0146	0,0537	0,00079
10	2,20	0,00028	3	3,51	0,00001	0,0132	0,0381	0,00050
9	2,58	0,00016	16	3,26	0,00004	0,0067	0,0227	0,00015
8	3,01	0,00007	19	3,14	0,00005	0,0013	0,0076	0,00001

$$W = b^2 / Z^2$$

avec :

$$b = \sum a_i \cdot d_j \text{ (pour } i=1 \text{ à } n/2)$$

$$Z^2 = \sum (x_j - x_m)^2 \text{ (pour } j=1 \text{ à } n)$$

soit :

$$b = 0.02455033$$

$$Z^2 = 0.0647217$$

$$W = \mathbf{0.931246}$$

Cette valeur est supérieure à la valeur limite $W\alpha = 0.927$ donnée par les tables pour un risque α égal à 5%. Cela signifie que l'on ne peut pas rejeter l'hypothèse de normalité de la distribution au risque de 5% de rejeter une hypothèse vraie. **La distribution des écarts peut être considérée comme étant une distribution normale sans tenir compte des véhicules à cheval et des motos.**

Vérification de la normalité de la distribution des écarts en tenant compte des véhicules à cheval et des motos.

i	xi	(xi-xm) ²	i	xi	(xi-xm) ²	di	ai (table)	ai * di
7	10,18	0,00818	4	-6,58	0,00595	-0,1676	0,4254	-0,07128
17	9,97	0,00782	5	-5,43	0,00431	-0,1540	0,2944	-0,04535
16	9,95	0,00777	7	-5,16	0,00396	-0,1511	0,2487	-0,03757
15	8,81	0,00589	14	-4,77	0,00349	-0,1358	0,2148	-0,02917
3	7,09	0,00355	20	-4,37	0,00303	-0,1146	0,1870	-0,02142
5	7,03	0,00348	2	-3,82	0,00245	-0,1085	0,1630	-0,01769
14	6,22	0,00259	12	-2,95	0,00167	-0,0917	0,1415	-0,01297
4	5,74	0,00212	10	-2,35	0,00122	-0,0809	0,1219	-0,00987
13	3,62	0,00062	9	-2,27	0,00116	-0,0590	0,1036	-0,00611
2	2,06	0,00009	1	-1,62	0,00076	-0,0368	0,0862	-0,00317
1	1,88	0,00006	17	-0,94	0,00043	-0,0282	0,0697	-0,00196
11	1,61	0,00002	24	-0,93	0,00043	-0,0254	0,0537	-0,00136
10	1,37	0,00001	3	-0,68	0,00033	-0,0205	0,0381	-0,00078
9	0,76	0,00001	16	-0,67	0,00033	-0,0143	0,0227	-0,00032
8	0,47	0,00004	19	-0,24	0,00019	-0,0071	0,0076	-0,00005

$$W = b^2 / Z^2$$

avec :

$$b = \sum a_i \cdot d_i \text{ (pour } i=1 \text{ à } n/2)$$

$$Z^2 = \sum (x_j - x_m)^2 \text{ (pour } j=1 \text{ à } n)$$

soit :

$$b = -0.2591001$$

$$Z^2 = 0.0719225$$

$$W = \mathbf{0.933406}$$

Cette valeur est supérieure à la valeur limite $W\alpha = 0.927$ donnée par les tables pour un risque α égal à 5%. Cela signifie que l'on ne peut pas rejeter l'hypothèse de normalité de la distribution au risque de 5% de rejeter une hypothèse vraie. **La distribution des écarts peut être considérée comme étant une distribution normale en tenant compte des véhicules à cheval et des motos.**

On peut ainsi procéder à la détermination de l'intervalle de confiance de l'écart moyen. Cet intervalle est donné par la relation :

$$U' = x_0 \pm k' \sigma \text{ (avec un niveau de confiance } P=1-\alpha)$$

avec : U' intervalle de confiance en %

x_0 valeur moyenne des écarts en %

k' coefficient (annexe A de la norme NF P 99-330)

σ écart-type des écarts en %

Pour $P = 95\%$, et pour un échantillon de taille $n=30$, l'annexe A de la norme NF P 99-330 donne une valeur de k' égale à 2.55.

- sans tenir compte des véhicules à cheval et des motos :

$$U' = 3.85\% \pm 2.55 \times 4.72\%$$

Intervalle de confiance : **-8.2% < U' < +15.9%**

- en tenant compte des véhicules à cheval et des motos :

$$U' = 1.13\% \pm 2.55 \times 4.98\%$$

Intervalle de confiance : **-11.6% < U' < +13.8%**

9.2 Analyse qualitative

9.2.1 Dépouillement de la séquence n°7 voie de gauche

Le tableau ci-dessous indique la prise en compte ou non, par le capteur, des véhicules effectivement passés sur la voie de gauche pendant une séquence de comptage. On remarque que **le capteur sous-compte**. Il y a **18 erreurs** pour une **différence finale de 16 véhicules**.

453	Véhicules effectivement sur la voie
+1	Motocyclette prise en compte par le capteur
-8	Véhicules à cheval non pris en compte par le capteur
-1	Véhicule virtuel pris en compte par le capteur
-7	Véhicules masqués par un autre véhicule
-1	Motocyclette non prise en compte par le capteur
= 437	Véhicules pris en compte par le capteur

9.2.2 Dépouillement de la séquence n°6 voie de droite

Le tableau ci-dessous indique la prise en compte ou non, par le capteur, de véhicules effectivement passés sur la voie de droite pendant une séquence de comptage. On remarque que **le capteur sur-compte**. Il y a **55 erreurs** pour une **différence finale de 39 véhicules**.

391	Véhicules effectivement sur la voie
+34	PL pris en compte comme deux VL
+6	Véhicules à cheval pris en compte par le capteur
+7	Véhicules virtuels pris en compte par le capteur
-2	Véhicules masqués par un autre véhicule
-6	Véhicules à cheval non pris en compte par le capteur
= 430	Véhicules pris en compte par le capteur

10. Analyse des mesures de vitesse

10.1 Présentation des résultats

Pour toutes les séries de mesures, la distribution des écarts peut être considérée comme étant une distribution normale car la taille des échantillons est supérieure à 30 mesures (norme NF P 99-330).

On peut ainsi procéder à la détermination de l'intervalle de confiance de l'écart moyen. Cet intervalle est donné par la relation :

$$U' = x_0 \pm k' \sigma \text{ (avec un niveau de confiance } P=1-\alpha \text{)}$$

avec : U' intervalle de confiance en %

x_0 valeur moyenne des écarts en %

k' coefficient (annexe A de la norme NF P 99-330)

σ écart-type des écarts en %

Pour chaque test, nous retenons : la vitesse moyenne de référence issue du MESTA 208, la vitesse moyenne mesurée par l'IR254, l'erreur absolue moyenne, l'erreur relative moyenne et les écarts types correspondant. Pour information, nous donnons les valeurs minimales et maximales relevées.

10.2 Analyse quantitative

- Voie de gauche temps sec sans correction :

	V Ref (km/h)	V capteur (km/h)	Ecart abs (km/h)	Ecart rel (%)
Moyenne	124.1	121.0	-3.1	-2.5
Ecart type	11.6	11.6	4.7	3.8
V min	97	92	-19	-14.5
V max	158	152	13	11.4

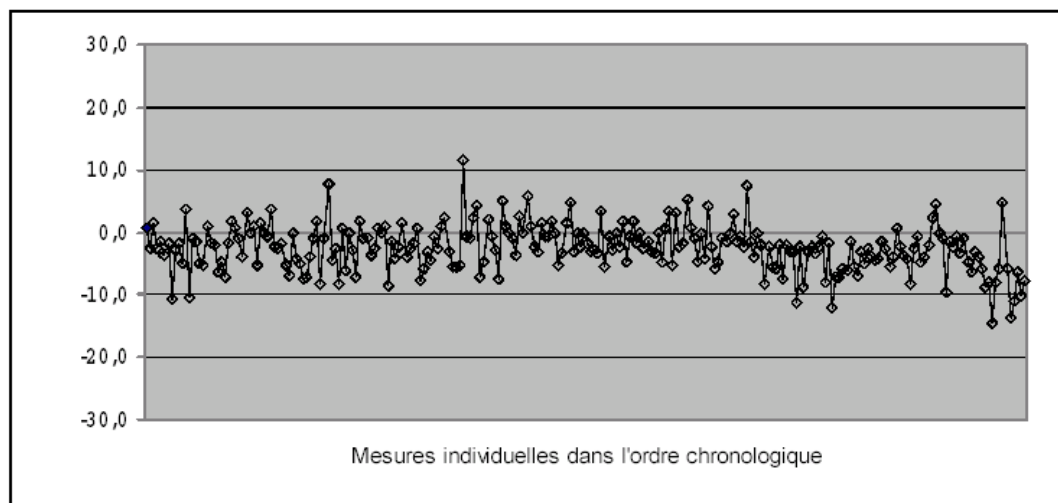


Figure 9 : dispersion des écarts relatifs en % par temps sec sans correction

Pour **P = 95%**, et pour un échantillon de taille **n=250**, l'annexe A de la norme NF P 99-330 donne une valeur de **k'** égale à **2.12**.

$$\text{Soit : } U' = 2.5\% \pm 2.12 \times 3.8\%$$

$$\text{Soit : } -10.4\% < U' < +5.5\%$$

La moyenne des écarts absolus est - **3.1 km/h**. La correction apportée aux valeurs mesurées l'après-midi sera de + **3.1 km/h** pour recentrer les erreurs.

- Voie de gauche temps sec avec correction :

	V Ref (km/h)	Vcapt corrigée (km/h)	Ecart abs cor (km/h)	Ecart rel cor (%)
Moyenne	120.1	120.1	0.0	0.1
Ecart type	9.9	10.3	4.3	3.6
V min	96	97.2	-14.9	-12.5
V max	145	144.2	14.2	12.0

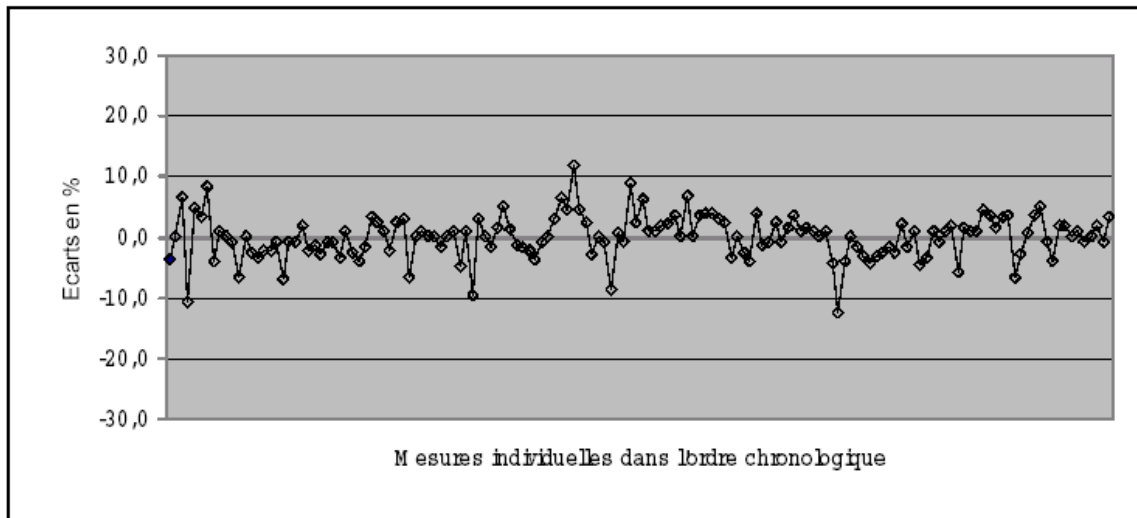


Figure 10 : dispersion des écarts relatifs en % par temps sec avec correction

Pour $P = 95\%$, et pour un échantillon de taille $n=150$, l'annexe A de la norme NF P 99-330 donne une valeur de k' égale à 2.18.

Soit : $U' = 0.1\% \pm 2.18 \times 3.6\%$

Soit : $-7.7\% < U' < +7.8\%$

- Voie de gauche pendant la pluie avec correction :

	V Ref (km/h)	Vcapt corrig ée (km/h)	Ecart abs cor (km/h)	Ecart rel cor (%)
Moyenne	119.8	122.4	2.7	2.2
Ecart type	12.1	17.0	10.8	8.8
Min	97	88.2	-24.9	-18.0
Max	165	166.2	28.2	22.5

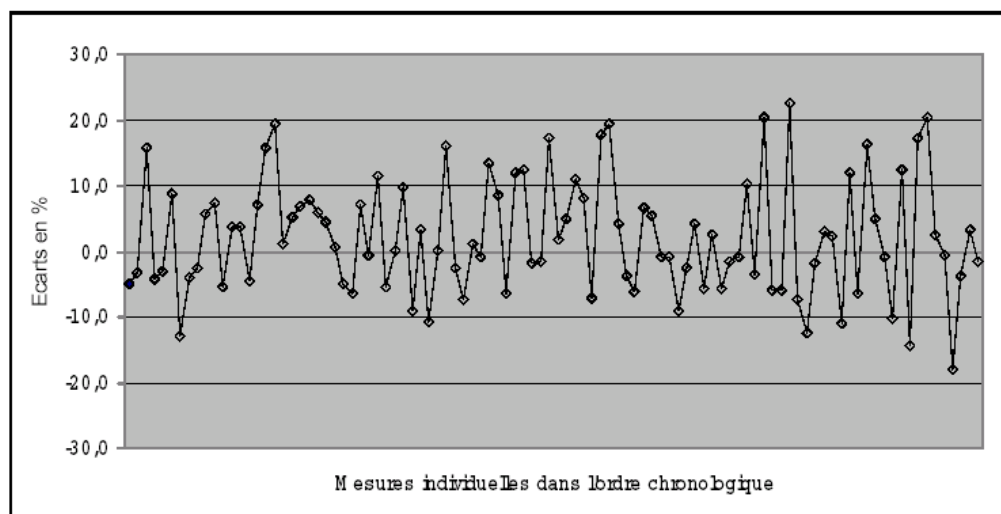


Figure 11 : dispersion des écarts relatifs en % pendant la pluie avec correction

Pour **P = 95%**, et pour un échantillon de taille **n=100**, l'annexe A de la norme NF P 99-330 donne une valeur de **k'** égale à **2.23**.

Soit : **U' = 2.2% ± 2.23 x 8.8%**

Soit : **-17.5% < U' < +21.8%**

- Voie de droite tous les véhicule sans correction :

	V Ref (km/h)	V capteur (km/h)	Ecart abs (km/h)	Ecart rel (%)
Moyenne	96.8	98.0	1.2	1.8
Ecart type	14.2	12.2	7.1	7.4
Min	75	72	-33	-26,0
Max	149	140	23	28,2

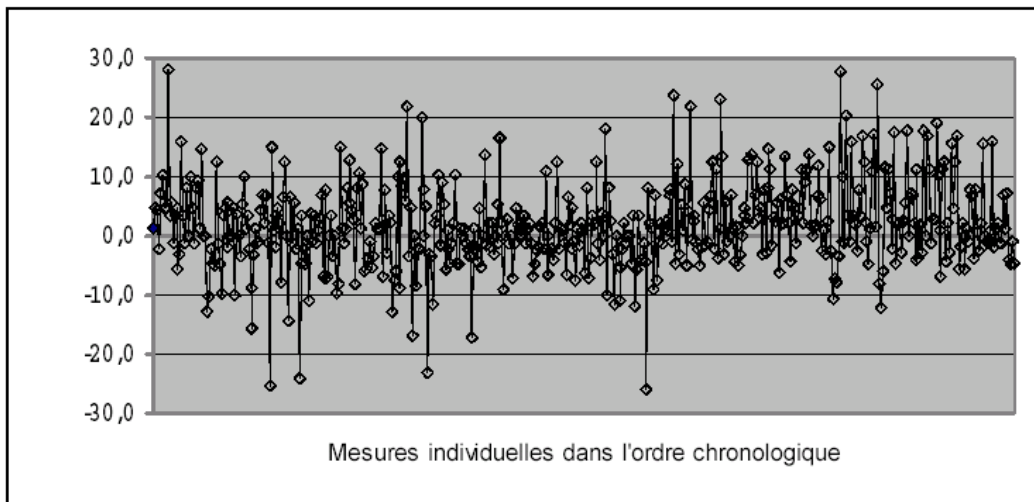


Figure 12 : dispersion des écarts relatifs en % pour tous les véhicules sans correction

La moyenne des écarts absolus est + 1.2 Km/h, nous n'apportons pas de correction aux valeurs mesurées.

Pour **P = 95%**, et pour un échantillon de taille **n=500**, l'annexe A de la norme NF P 99-330 donne une valeur de **k'** égale à **2.07**.

Soit : **U' = 1.8% ± 2.07 x 7.4%**

Soit : **-13.5% < U' < +17%**

- Voie de droite véhicules légers uniquement sans correction :

	V Ref (km/h)	V capteur (km/h)	Ecart abs (km/h)	Ecart rel (%)
Moyenne	111.0	108.0	-2.9	-2.4
Ecart type	14.2	13.5	6.9	6.3
Min	78	77	-33	-26.0
Max	149	140	23	27.7

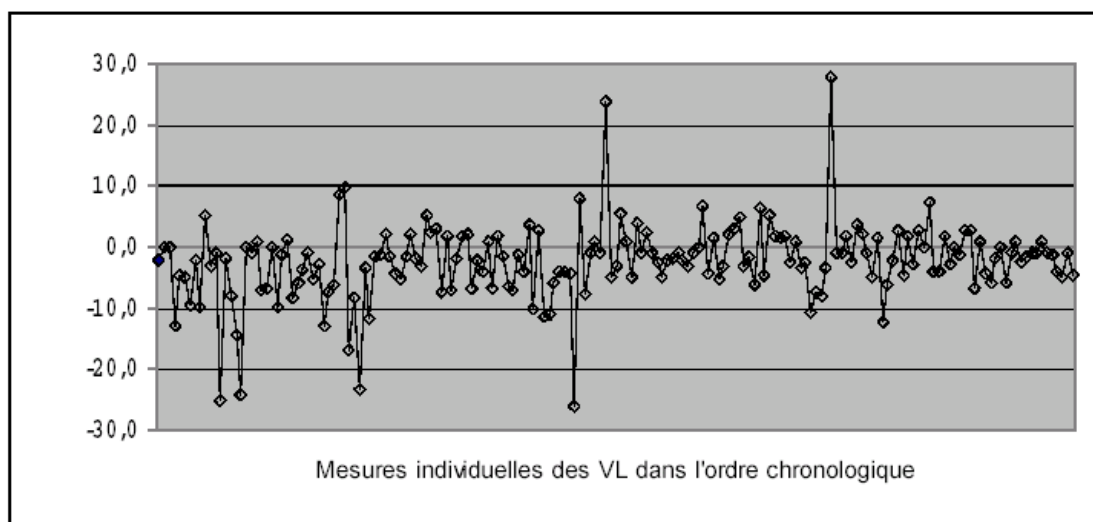


Figure 13 : dispersion des écarts relatifs en % des mesures de vitesse des VL

Pour $P = 95\%$, et pour un échantillon de taille $n=179$, l'annexe A de la norme NF P 99-330 donne une valeur de k' égale à 2.16.

Soit : $U' = -2.4\% \pm 2.16 \times 6.3\%$

Soit : $-16\% < U' < 11.3\%$

- Voie de droite PL uniquement sans correction :

	V Ref (km/h)	V capteur (km/h)	Ecart abs (km/h)	Ecart rel (%)
Moyenne	89.0	92.5	3.5	4.1
Ecart type	5.5	6.7	6.1	6.9
Min	75	72	-16	-17.2
Max	118	113	22	28.2

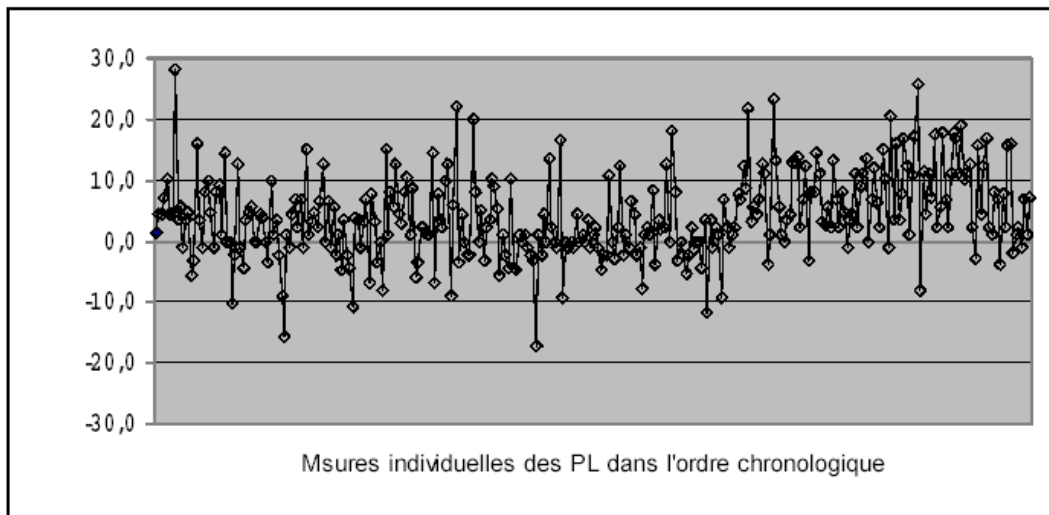


Figure 14 : dispersion des écarts relatifs en % des mesures de vitesse des PL

Pour $P = 95\%$, et pour un échantillon de taille $n=321$, l'annexe A de la norme NF P 99-330 donne une valeur de k' égale à 2.11.

Soit : $U' = 4.1\% \pm 2.11 \times 6.9\%$

Soit : $-10.5\% < U' < 18.6\%$

- Voie de droite et voie de gauche dans la classe de vitesse $50 < V < 130$ sans correction

	V Ref (km/h)	V capteur (km/h)	Ecart abs (km/h)	Ecart rel (%)
Moyenne	89,5	93,6	4,1	4,6
Ecart type	0,6	5,5	5,6	6,2

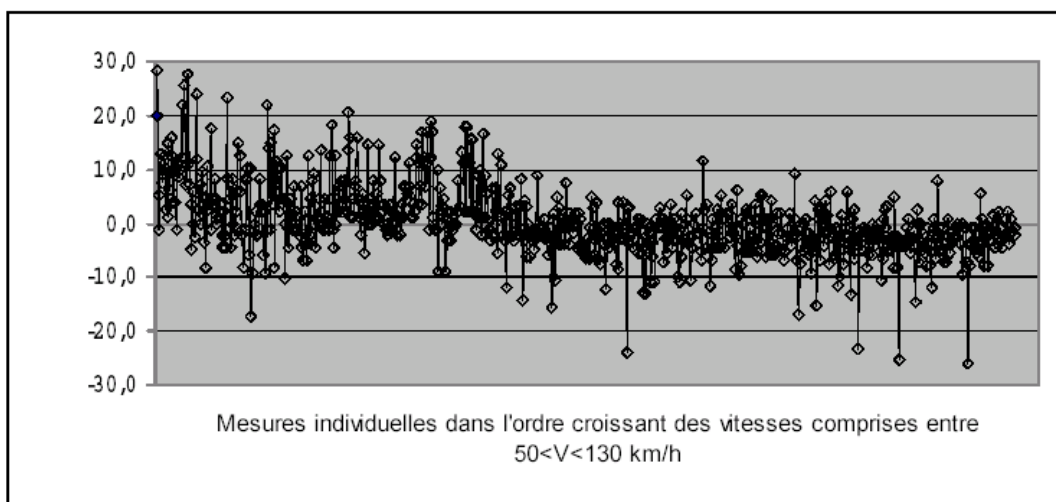


Figure 15 : Dispersion en % des écarts en fonction des vitesses croissantes entre $50 < V < 130$ km/h tous véhicules et sans correction

Pour **P = 95%**, et pour un échantillon de taille **n=778**, l'annexe A de la norme NF P 99-330 donne une valeur de **k'** égale à **2.05**.

Soit : **U' = 4.6% ± 2.05 x 6.2%**

Soit : **-8.1% < U' < 17.4%**

- Voie de droite et voie de gauche dans la classe de vitesse **V>130** sans correction

	V Ref (km/h)	V capteur (km/h)	Ecart abs (km/h)	Ecart rel (%)
Moyenne	138,0	133,6	-4,4	-3,2
Ecart type	5,8	7,5	5,4	3,9

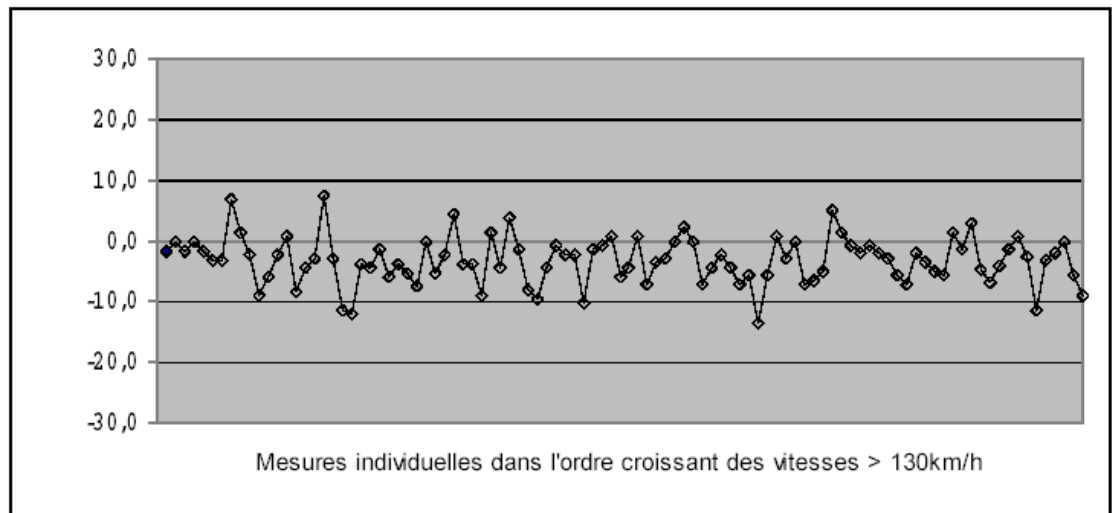


Figure 16 : Dispersion en % des écarts en fonction des vitesses croissantes **V>130** sans correction

Pour **P = 95%**, et pour un échantillon de taille **n=100**, l'annexe A de la norme NF P 99-330 donne une valeur de **k'** égale à **2.23**.

Soit : **U' = -3.2% ± 2.23 x 3.9%**

Soit : **-11.9% < U' < 5.5%**

10.3 Récapitulatif des situations analysées

Tableau 5 : rappel des résultats obtenus pour l'ensemble des situations analysées

Situation	Erreur relative moy	Ecart type	Intervalle de confiance
VG temps sec avec correction (VL)	+0.1 %	3.6 %	-7.7 %<U'<+7.8 %
VG pluie (VL)	+2.2 %	8.8 %	-17.5 %<U'<+21.8 %
VD tous véhicules (VL+PL)	+1.8 %	7.4 %	-13.5 %<U'<+17.0 %
VD uniquement VL	-2.4 %	6.3 %	-16.0 %<U'<+11.3 %
VD uniquement PL	+4.1 %	6.9 %	-10.5 %<U'<+18.6 %
50<V<130 (VD+VG)	+4.6 %	6.2 %	-8.1 %<U'<+17.4 %
V>130 (VD+VG)	-3.2 %	3.9 %	-11.9 %<U'<+5.5 %

11. Conclusions

11.1 Mesures de débit

Les différents essais menés sur le capteur ASIM et décrits dans le chapitre 9 de ce rapport montrent que ce capteur se situe généralement dans la classe D d'exactitude de la norme NF P99-300. Le seuil admissible de la classe D correspond à une erreur supérieure à $\pm 10\%$. Cette classe est la moins exigeante de la norme.

On note cependant que le capteur testé sur la voie de gauche est très proche de la classe C (erreur comprise entre $\pm 6\%$ et $\pm 10\%$).

Bien que les deux capteurs testés appartiennent à la même classe d'exactitude, ils le sont pour des raisons différentes :

- le capteur de la voie de droite a tendance à sur-compter les véhicules, principalement en raison des PL vus comme deux VL,
- le capteur de la voie de gauche a tendance à sous-compter les véhicules, principalement lorsque deux VL sont très près, ils sont vus comme un PL.

D'un point de vue qualitatif, les essais effectués ont montré les principaux éléments suivants :

- les motos ne sont généralement pas prises en compte,
- les véhicules circulant à cheval ne sont généralement pas pris en compte,

11.2 Mesures de vitesse

Les différents essais menés sur le capteur ASIM et décrits dans le chapitre 10 de ce rapport montrent que ce capteur se situe généralement dans la classe D d'exactitude de la norme NF P99-300. Les seuils correspondants à la classe D sont les suivants :

- pour $50 < V \leq 130$ km/h erreur $> \pm 6\%$
- pour $V \geq 130$ km/h erreur $> \pm 10\%$

La classe D de la norme NF P99-300 est la moins exigeante.

D'un point de vue qualitatif, les essais effectués ont montré les principaux éléments suivants :

- les deux versions logicielles testées fournissent des résultats sensiblement différents,
- sous la pluie, la dispersion des mesures augmente sensiblement,
- les véhicules qui circulent à cheval sur deux voies ne sont pas pris en compte,

- lors du passage d'un PL, il est possible qu'un VL virtuel soit généré, avec sa mesure de vitesse correspondante,
- les vitesses mesurées dépendent de la nature du véhicule (VL ou PL),
- les vitesses aberrantes sont marginales (2 cas sur 500).

Les éléments énumérés ci-dessus montrent, entre autres, que ce capteur dispose de performances qui varient selon les conditions météorologiques et selon la nature des véhicules.

En présence de pluie, il a été observé d'une part, une augmentation sensible de la dispersion des mesures délivrées et d'autre part, une augmentation générale des vitesses. Ainsi, le facteur pluie influence à la fois les mesures individuelles et les mesures moyennes.

De même, il a été constaté sur la voie de droite, qui supporte un trafic constitué de PL et de VL, que les vitesses délivrées sont :

- majorées pour les PL,
- minorées pour les VL.

Dans ce cas, les vitesses moyennes calculées peuvent subir des variations qui dépendent de la nature des véhicules pris en compte. Pour une période donnée, si le trafic est principalement constitué de VL, la vitesse moyenne sera inférieure à celle d'une période qui supporte essentiellement un trafic de PL.

12. Bibliographie

- [1] **Norme NF P 99-300**, Novembre 1997, Nature, exactitude des données de trafic routier et séquençement métrologique.
- [2] **Norme NF P 99-330**, Avril 2001, Nature, exactitude des données de trafic routier - Essais.
- [3] CERTU, **Méthodologie d'évaluation des nouveaux capteurs de trafic routier**, collection Dossiers du CERTU, Février 2002.

13. Liste des figures

<i>Figure 1 : vue du capteur ASIM</i>	9
<i>Figure 2 : vue de côté en perspective du capteur ASIM</i>	9
<i>Figure 3 : vue de dessus en perspective du capteur ASIM</i>	9
<i>Figure 4 : site d'implantation des deux capteurs IR 254</i>	12
<i>Figure 5 : implantation sur voie de droite</i>	13
<i>Figure 6 : implantation sur voie de gauche</i>	13
<i>Figure 7 : Image fournie par la caméra de surveillance au PR 45+100. Les cadres rouges représentent les taches infrarouges des capteurs situés sur PMV. Tous les véhicules passant dans ces cadres sont comptabilisés.</i>	15
<i>Figure 8 : Mesta 208 installé dans le TPC pour la mesure de référence sur voie de gauche</i>	16
<i>Figure 9 : dispersion des écarts relatifs en % temps sec sans correction</i>	26
<i>Figure 10 : dispersion des écarts relatifs en % temps sec avec correction</i>	27
<i>Figure 11 : dispersion des écarts relatifs en % pendant la pluie avec correction</i>	27
<i>Figure 12 : dispersion des écarts relatifs en % pour tous les véhicules sans correction</i>	28
<i>Figure 13 : dispersion des écarts relatifs en % des mesures de vitesse des VL</i>	29
<i>Figure 14 : dispersion des écarts relatifs en % des mesures de vitesse des PL</i>	30
<i>Figure 15 : Dispersion en % des écarts en fonction des vitesses croissantes entre 50<V<130 km/h tous véhicules et sans correction</i>	30
<i>Figure 16 : Dispersion en % des écarts en fonction des vitesses croissantes V>130 sans correction</i>	31

14. Liste des tableaux

<i>Tableau 1 : fiche d'identification du capteur à tester (selon [3])</i>	10
<i>Tableau 2 : fiche d'identification du site de test (selon [3])</i>	11
<i>Tableau 3 : comptage sur la voie de gauche</i>	18
<i>Tableau 4 : comptage sur la voie de droite</i>	21
<i>Tableau 5 : rappel des résultats obtenus pour l'ensemble des situations analysées</i>	32

© ministère de l'Équipement, des Transports, du Logement, du Tourisme et de la Mer
centre d'Études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions publiques

Toute reproduction intégrale ou partielle, faite sans le consentement du Certu est illicite (loi du 11 mars 1957).
Cette reproduction par quelque procédé que ce soit, constituerait une contrefaçon sanctionnée par les articles 425 et suivants du code pénal.

Reprographie: CETE de Lyon ☎ (+33) (0) 4 72 14 30 30 (septembre 2003)
Dépôt légal: 3^e trimestre 2003
ISSN: 1263-2570
ISRN: Certu/RE -- 03-07 -- FR

Certu
9, rue Juliette-Récamier
69456 Lyon cedex 06
☎ (+33) (0) 4 72 74 59 59
Internet <http://www.certu.fr>