Présentation des essais routiers du projet de recherche CSA surcharges

Éric Klein[1], Éric Purson[1], Gérald Gentil[1] et Bernard Jacob[2]

1. Cerema Est, Metz
2. Institut français pour les sciences et technologies des transports, de l'aménagement et des réseaux (IFSTTAR), France

Résumé

Le projet « Contrôle Sanction Automatisé des surcharges » financé par le Ministère français en charge des transports et actuellement menés par l'IFSTTAR et le Cerema a pour objectif de démontrer la faisabilité de la mise en place d'un système de contrôle légale et automatisé des surcharges à partir de dispositifs existants mais à certifier. Le projet est composé de cinq volets d'études et est mené en partenariat avec plusieurs fabricants de systèmes de pesage dynamique. Cet article présente les essais sur route qui sont organisés dans l'Est de la France sur une autoroute gérée par la société SANEF. L'organisation de l'expérimentation, les différents systèmes et capteurs, la méthodologie d'évaluation et les premiers résultats sont présentés ici. Les premières journées de mesures ont été dédiées à l'étalonnage des systèmes. Les mesures réalisées au cours de la première phase du projet montrent des résultats déjà relativement précis et très encourageants. Ces résultats seront présentés lors de la session orale.

Mots-clés : Pesage en marche, Projet de recherche, Surcharges, Application légale de contrôle, Essais sur route.

1. Le projet CSA surcharges

Le projet s'appuie sur les acquis antérieurs des conventions de recherches DGITM/LCPC (IFSTTAR) sur le pesage en marche. Il comporte trois volets d'étude (VE) scientifiques et techniques de R&D (VE2 à VE4), un volet transversal d'études expérimentales (VTEE) hébergeant les expérimentations sur route, et un volet sur la faisabilité de l'homologation (VE1), alimenté par les autres VE.

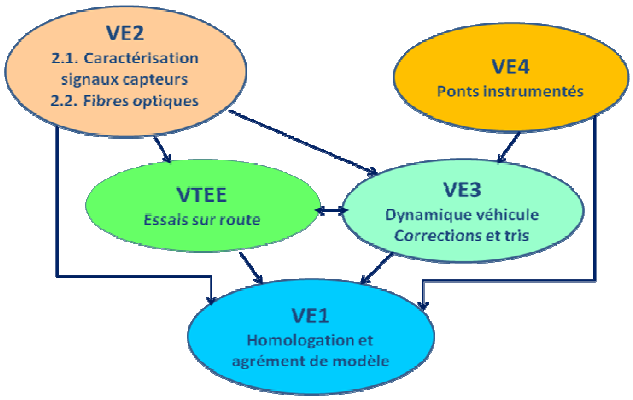


Figure 1 – Organisation des VE du projet et des leurs interactions

Le VE1 Homologation et agrément de modèle est central dans le projet et est alimenté par les autres VE. Il a pour objectif de définir des procédures d'homologation et de certification des systèmes de pesage en marche pour un futur CSA surcharges en liaison avec la métrologie légale et le LNE. Il s'appuiera sur la

comparaison des expériences internationales de contrôle automatisé des surcharges et également sur les expériences des CSA vitesse, interdistances et feux tricolores. Ce VE1 sera en interaction permanente avec les autres VE.

Le VE2 Interactions capteurs/chaussées et réponses des capteurs regroupe les travaux visant à analyser les performances des capteurs et à caractériser leur réponse en conditions contrôlées. Il se compose de 2 parties :

- le VE2.1 vise à caractériser finement le comportement des divers types de capteurs dans les chaussées en fonction des conditions de mesures et des facteurs externes influents sur la pesée,
- le VE2.2 vise au développement d'un système de pesage par fibre optique, plus performant et moins coûteux que les systèmes actuels les plus précis.

Le VE3 Prise en compte de la dynamique véhicules, critères et algorithmes de correction et tri, doit définir et valider critères et algorithmes de tri et des indicateurs de « bonne pesée » associés, permettant aux stations d'identifier elles-mêmes les véhicules pesés à 100% dans les tolérances de la classe A(5) des spécifications COST 323, qui seuls pourront être verbalisés de façon automatique. Les techniques du pesage multicapteur seront utilisées.

Le VE4 Pesage par ponts instrumentés, vise à adapter la technique de pesage par ponts instrumentés au CSA surcharges, donc à rendre opérationnel et conforme aux exigences du CSA surcharges le système existant pour au moins deux types de ponts : les ponts cadres en béton et les ponts métalliques à dalle orthotrope.

Le volet transversal d'études expérimentales (VTEE) porte sur les expérimentations routières. Outre le choix du ou des sites d'essai, de leur instrumentation, et de la réalisation des plans d'expérience, il a vocation à couvrir le recueil des mesures et les analyses selon les spécifications européennes COST323 et la recommandation OIML. Ces données seront ensuite transmises aux autres VE (2, 3 et 4) pour des analyses conjointes plus fines et la validation des modèles ou hypothèses formulées.

2. Principaux objectifs des essais sur route du VTEE

L'objectif des essais sur route est de valider par des séries d'essais contrôlés en situation courante de trafic, la faisabilité métrologique et fonctionnelle de la mise en place d'un CSA surcharges. Deux étapes concourent à cet objectif :

1. démontrer la faisabilité technique et métrologique de l'instrument de mesures. Les mesures fournies par les systèmes retenus pour le CSA surcharges doivent satisfaire les prescriptions de la classe (5) de la recommandation R134 de l'OIML, ce qui correspond aux tolérances de la classe A(5) des spécifications européennes du COST323 mais pour 100% d'une population de mesures ;
2. démontrer la fonctionnalité de l'équipement en construisant un ou plusieurs prototypes de station intégrant toutes les fonctions requises pour le CSA surcharges.

La rédaction du plan d'expérience des essais sur route a constitué une étape clé dans le déroulement du VTEE. En effet, ce document résume en introduction les objectifs du projet de recherche puis décrit les différentes étapes des essais à savoir :

- La préparation du projet intégrant les caractéristiques des systèmes objet des essais et du site d'essai lui-même ;

- La méthodologie d'évaluation des systèmes comprenant les grandeurs mesurées, les conditions de déroulement des essais, les systèmes de référence, les instrumentations complémentaires pour mesurer des variables de contexte et enfin l'organisation de l'évaluation ;
- Le recueil et l'exploitation des données qui regroupent le recueil et les transmissions de mesures, le stockage et l'accès aux mesures, l'exploitation et la représentation des mesures ;
- Les coordonnées des parties prenantes des essais ;
- Des annexes techniques décrivant l'implantation des systèmes et les profils des véhicules à évaluer.

Ce document s'appuie sur les documents de références :

- Méthodologie d'évaluation de nouveaux capteurs de trafic routier (CERTU, 2002) ;
- spécifications européennes (prénormatives) COST323,
- recommandation OIML R134-1,
- norme NF X06-032 : Traitement statistique des données. Détermination d'un intervalle statistique de dispersion, qui pourra être utilisée dans le cadre de l'analyse statistique des données recueillies.

3. Présentation du site d'essais

3.1 Situation générale

Le site retenu pour les essais est présenté en figure 2 ci-dessous. Il est localisé dans l'Est de la France sur l'autoroute A4 (dans le département 57 – Moselle). Il est composé de deux points caractéristiques : (i) le site de pesage en marche (le site EPM) où les différents systèmes des industriels partenaires seront installés et (ii) le site de contrôle ou seront réalisées les pesées statiques de référence : la barrière de péage de Saint-Avold.

Figure 2 – Site d'essai : itinéraire de contrôle

Le site de pesage en marche présente 2 x 2 voies de circulation, est situé 7km en amont du péage de Saint-Avold dans le sens Paris -> Strasbourg au PR 354+300 (entre les villes de Metz et Saint-Avold). Cet itinéraire assure la liaison [Ouest-Est] entre Paris et Strasbourg. Le nombre de rotations en une journée pour un PL « étalon » (location) lors de campagnes de mesures sera approximativement de 8 à 10, le temps de trajet et

de pesée étant estimé à 35 min par rotation et une journée type ayant une durée utile de 8h. La barrière de péage de Saint-Avold présente un site de pesage statique ainsi qu'un parking PL de plusieurs places hébergeant des contrôles réglementaires avec ou sans pesée journalières.

Avant du site de pesage dynamique

Sortie du péage, aire de pesée statique et parking

Le site est équipé d'un EPM posé par le fabricant Sterela (point B sur le schéma synoptique) muni de capteurs de pesage, du dispositif de prise de vue, etc. Un point d'injection en énergie (230VAC) est disponible au pied de l'équipement et le site est éligible à l'ADSL avec une ligne déjà présente sur place pour connecter l'EPM.

Sterela, Fareco et Kapch Trafficom sont les trois partenaires industriels du projet, chacun d'eux ayant installé un système de pesage en marche avec capteurs piézo-électriques (céramique ou quartz). En outre, l'IFSTTAR et le Cerema ont également installé plusieurs capteurs piézo-quartz. Au total, 14 capteurs de pesage sont installés sur le site et peuvent être utilisés pour étudier les performances des systèmes en mode « multicapteurs » (MS-WIM). Des capteurs supplémentaires, hors pesage, ont également été installés pour mesurer d'autres facteurs d'influence. Au total, 46 capteurs sont installés sur le site d'essai. Ces capteurs, représentés en figure 3, sont listés ci-dessous :

- 14 capteurs de pesage (12 quartz, 2 céramiques),
- 10 boucles inductives,
- 6 capteurs de position (en biais ou chevron),
- 7 capteurs de température à des profondeurs variables,
- 9 géophones et accéléromètres.

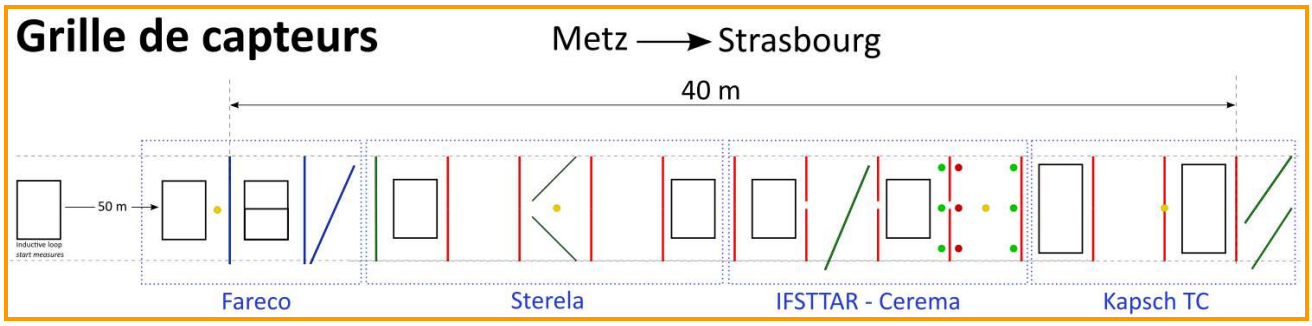


Figure 3 – Site d'essai : itinéraire de contrôle

4. Partenariats industriels et systèmes déployés

4.1 Système multi-capteurs pesage en marche de STERELA

Le système WIM installé est composé de 2 boucles électromagnétiques, 8 capteurs piézo-quartz formant 4 lignes de pesage, 2 capteurs piézo-polymères positionnés en V pour déterminer à la fois la position latérale du véhicule et de détecter les roues jumelées, et une caméra permettant la reconnaissance automatique des plaques d'immatriculation des véhicules et d'avoir la visualisation de leur silhouette.

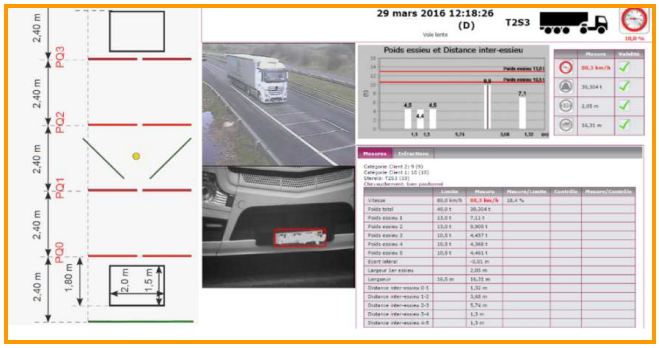


Figure 4 : système WIM STERELA

Sterela a fait le choix d'installer une grille multi-capteurs pour évaluer plusieurs types de configurations afin de trouver le meilleur compromis coût/précision. Ainsi, les pesées dynamiques fournies par Sterela sont élaborées en temps réel, à partir de deux demi-capteurs posés en quinconce d'une part, et à partir des 4 lignes de deux demi-capteurs d'autre part. Dans ce dernier cas, les estimations de poids statiques sont calculées en temps différé avec un algorithme d'élimination des pesées estimées non fiables.

4.2 Présentation du système de pesage en marche FARECO

Pour cette expérimentation, FARECO a choisi d'utiliser les éléments suivants :

- Le capteur piézo-céramique « Vibracoax » de la société Thermocoax,
- Des boucles électromagnétiques construites suivant les directives du Cerema,
- Une station de recueil de données SCC400 équipée de détecteurs (MDB48S) pour boucles électromagnétiques et de détecteurs (PZS302) pour capteurs piézoélectriques. Dans les deux cas ces détecteurs sont entièrement conçus par FARECO,
- Un capteur de température de conception FARECO.

Les moyens d'études matériels et humains sont fournis par FARECO. Le schéma ci-dessous présente le principe de pose de chaque capteur.

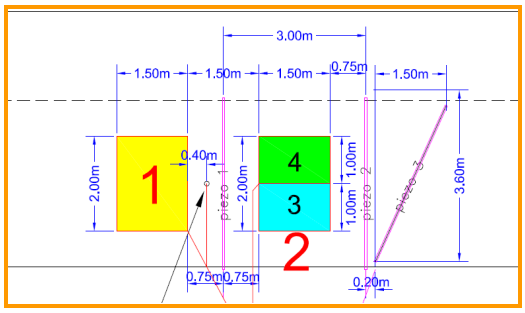


Figure 5 : système WIM Fareco

4.3 Présentation du système de pesage en marche Kapsch Trafficcom

Le système de pesage en marche de Kapsch Trafficcom permet de déterminer la vitesse, la longueur, le poids total, le poids de chaque essieu, le poids des groupes d'essieux des poids lourds. Le calculateur du système recueille les signaux des capteurs posés en chaussée et élabore en temps réel les paramètres du véhicule, date et heure de détection, voie, direction, espace, longueur, vitesse, nombre d'essieux, classe, distance entre essieux, poids des roues, poids d'essieux et poids total de chaque véhicule.

La configuration du système WIM posé en France est la suivante :

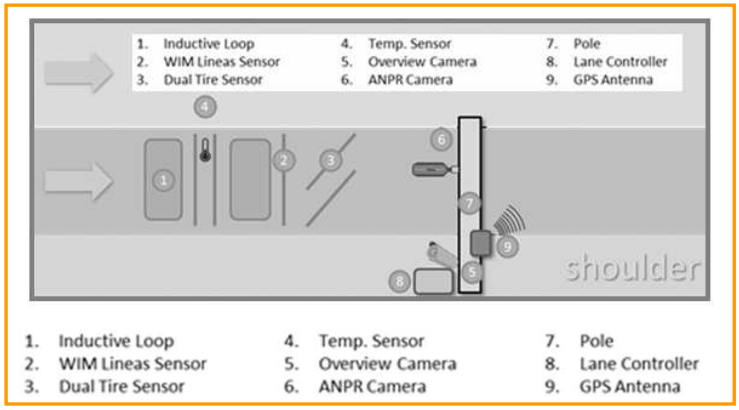


Figure 6 : système WIM Kapsch Trafficcom

Le système WIM est aussi capable de collecter d'autres signaux qui ne sont pas en rapport avec les véhicules, comme l'heure GPS, les températures intérieure et extérieure des capteurs en chaussée par exemple. Toutes ces données sont collectées, analysées et stockées dans le système.

5. Contours de l'expérimentation

5.1 Principaux objectifs

Les mesures recueillies lors des essais routiers sont utilisées et combinées pour valider les algorithmes et les critères de tri et de filtrage, permettant à termes aux systèmes de pesage en marche de fournir une sous-population pesée dans la tolérance de ±5% requise pour le CSA surcharges. Plus de 20 campagnes de mesures, chacune d'une journée, ont été réalisées en 2015 et 2016 sur le site de pesées dynamiques et sur l'aire de contrôle de pesage statique (poids de référence). Le Cerema a organisé et géré ces campagnes de mesures pour tous les systèmes. Les PL sélectionnés sont extraits du trafic par les forces de l'ordre sur consignes du Cerema pour être pesés sur un pèse essieux statique (Precia-Molen Onyx3 20t/100kg) par les agents de la DREAL Lorraine. Les données brutes et élaborées recueillies sont ensuite traitées par le Cerema et l'IFSTTAR pour produire les différents indicateurs à évaluer.

5.2 Installation, paramétrages et calibration

Chaque industriel prend en charge l'installation, la configuration, l'étalonnage et l'entretien de ses équipements à ses propres frais pour la durée des essais, en respectant les consignes d'installation validées par l'IFSTTAR et le Cerema. Ces derniers prennent en charge la logistique connexe (location PL de référence, etc.), à l'exception des balisages routiers qui sont directement pris en charge par Sanef. Le Cerema fournit les PL de référence nécessaires à la calibration de tous les systèmes. La phase d'étalonnage et de vérification des différents systèmes s'est échelonnée sur quatre jours après leurs installations en 2015.

5.3 Plan d'expérience

Le plan d'expérience et l'évaluation de la précision et de la fiabilité des systèmes sont basés sur les spécifications européennes du pesage en marche (COST323) et sur la recommandation internationale R134 de l'OIML. Les mesures sont effectuées sous des conditions de répétabilité et de reproductibilité limitée en utilisant des véhicules étalons loués présentant différentes silhouettes et charges, et dans des conditions de reproductibilité complète avec les véhicules extrait de façon aléatoire du flux de trafic. Les signaux bruts de tous les capteurs sont collectés et stockés dans un système d'informations dédié pour des analyses et corrélations a posteriori avec les données issues du manège de fatigue de l'IFSTTAR. Plus de 70 pesées statiques sont collectées au cours de chaque journée de mesures pour être comparées aux pesées dynamiques produites par les trois systèmes de pesage en marche des trois industriels partenaires. Des mesures supplémentaires sont recueillies, telles que la position latérale des PL dans la voie, les « déplacements » et vibrations de chaussée, la température, le numéro de plaque d'immatriculation, etc. Les quatre premières journées de mesures en 2015 ont été consacrées à calibrer et à régler les différents systèmes afin de démarrer l'expérimentation dès le printemps 2016. Jusqu'à 7 PL étalons (de type C2, C3 et T2S3) ont été loués simultanément et ont effectué a minima 8 passages sur les systèmes de pesage dyamique par journée de mesures. Les PL étalons sont équipés de suspensions pneumatiques pour les essieux moteurs et les groupes d'essieux. Lors des campagnes de mesures, plusieurs plans d'expérience ont été mis en œuvre en faisant varier les critères suivants:

- La vitesse (90 km/h et 0,8 x 90 km/h = ~70 km/h),
- La position latérale dans la voie (centré et excentré de ± 50 cm),
- La charge (charge médiane et pleine charge).

5.4 Chaîne de traitement de données

Plusieurs étapes, présentées en figure 7, ont été mises en œuvre dans l'objectif de réaliser des traitements de mesures génériques et automatisés. Dans une première phase, le Cerema a produit un modèle de données unique pour stocker les données élaborées hétérogènes provenant des trois partenaires industriels. La deuxième étape a consisté à produire des scripts d'intégration de ces données dans la base de données PostgreSQL pour chaque partenaire. Ces scripts ont été produits à l'aide de l'outil ETL (Extract, Transfer and Load) « Talend Open Studio ». Une troisième étape a consisté à développer un site Web qui permet aux utilisateurs locaux ou distants sans compétences informatiques, d'accéder aux données. Enfin, des modèles de rapport ont été produits à l'aide de l'outil BOT (Business Object Tools) « Birt » de la Fondation « Eclipse ». Ces rapports permettent de disposer de toutes les mesures des partenaires industriels dans un format unique qui peut être exporté aux formats pdf ou Mircrosoft Excel.

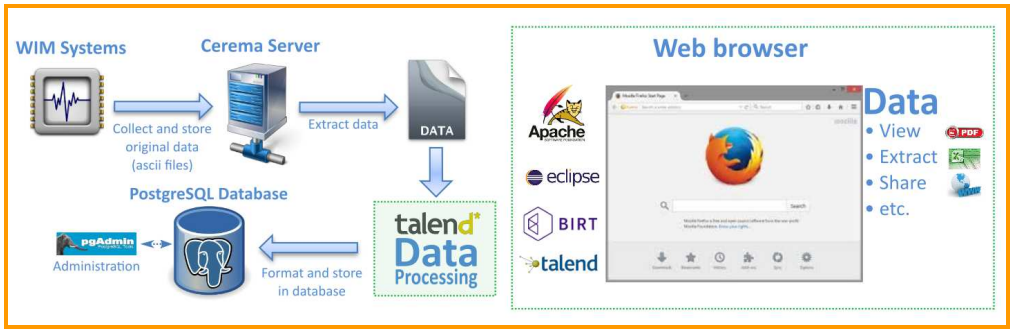


Figure 7 : La chaîne de traitement de données

6. Résultats d'étape de la phase (1) du projet

6.1 Principe d'évaluation des précisions et des performances des différents systèmes

Deux types d'évaluation sont réalisés à partir des mesures collectées :

- L'évaluation de la classe d'exactitude COST323 selon les principes de ces spécifications (approche statistique),
- L'évaluation stricte des précisions au regard des recommandations R134 de l'OIML en vue d'une analyse directe de la faisabilité d'un CSA surcharges.

L'évaluation consiste à vérifier que le système, qui intègre des algorithmes de correction et des critères de tri, produit deux types de sous-populations de véhicules. La première sous-population comprend en effet tous les véhicules triés et pesés (pesés à l'intérieur de l'intervalle des tolérances OIML/COST323), la seconde est limitée aux véhicules ayant au moins une surcharge (à l'essieu, à l'essieu d'un groupe, au groupe d'essieux ou au poids total).

6.2 Résultats typique de Sterela

Les premières mesures ont été produites par Sterela à partir de deux configurations de distinctes :

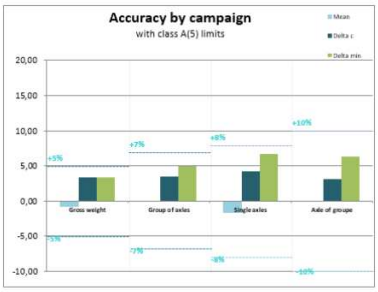
- Les signaux issus de deux demi-capteurs quartz traités par un système noté STERELA (1),
- Les signaux issus de quatre lignes de deux demi-capteurs quartz traités à partir d'un modèle informatique en temps différé noté STERELA (2).

Toutes les campagnes de mesures présentent une classe de précision COST323 A(5) pour les PL du trafic et pour les PL étalons comme représenté en figure (8). Plus de la moitié des campagnes de mesures sont situés en classe 5 OIML R134.

30/05/2016 Sterela (1) All trucks

Conditions	Test plan		Env[1]
	R4		I

SYSTEM Entity	Number	Identified (%)	Mean (%)	Std deviat (%)	π_o (%)	Class	δ (%)	δ_{min} (%)	δ_c (%)	π (%)	π (%)	Accepted class
gross weight	40	100,0	-0,80	1,35	93,4	A(5)	5	3,4	3,4	93,4	99,6	A(5)
group of axles	41	100,0	-0,10	2,25	93,4	A(5)	7	5,0	3,5	93,4	99,3	
single axle	80	100,0	-1,70	2,69	94,7	A(5)	8	6,7	4,2	94,7	98,1	
axle of group	118	100,0	0,00	2,88	95,1	A(5)	10	6,3	3,1	95,1	99,9	



Relative errors repartition — Traffic trucks 30/5/2016

Sterela (1)	primitive	OIML classe (5/E)	OIML classe (10/F)	Out of tolerances IOLM	
Gross weight	± 2,5%	± 5%	± 10%	± 15%	± 20%
	88%	100%	100%	100%	100%
Single axles	± 2%	± 4%	± 8%	± 15%	± 20%
	46%	79%	100%	100%	100%

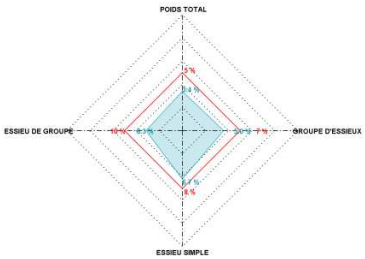


Figure 8 : résultats typiques Sterela

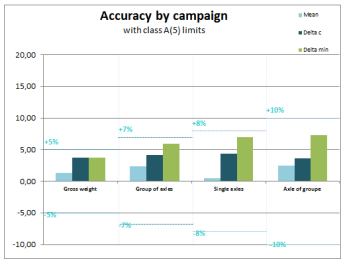
6.3 Résultats de Kapsch Trafficcom

Comme le montre la figure (9), les résultats typiques des campagnes de mesures présentent des classes de précision COST323 entre A(5) à B(10) pour les PL du trafic et les PL étalons. Deux journées de mesures sont situées en classe 5 OIML R134.

27/09/2016 Kapsch — Traffic trucks

Conditions	Test plan		Envt
	R4		I

SYSTEM	Number	Identified	Mean	Std deviat	πo	Class	δ	δμιν	δχ		π	π	Accepted
Entity		(%)	(%)	(%)	(%)		(%)	(%)	(%)		(%)	(%)	class
gross weight	60	100,0	1,31	1,95	91,8	A(5)	5	4,6	4,6	5,0	91,8	94,4	
group of axles	57	100,0	2,36	2,23	91,7	A(5)	7	6,1	4,3	5,0	91,7	96,7	A(5)
single axle	121	100,0	0,46	2,38	93,1	A(5)	8	4,9	3,0	5,0	93,1	99,8	
axle of group	166	100,0	2,44	3,25	93,5	A(5)	10	7,9	4,0	5,0	93,5	98,4	



Relative errors repartition — Traffic trucks 27/09/2016

Kapsch	primitive	OIML classe (5/E)	OIML classe (10/F)	Out of tolerances IOLM	
Gross weight	± 2,5%	± 5%	± 10%	± 15%	± 20%
	67%	98%	100%	100%	
Single axles	± 2%	± 4%	± 8%	± 15%	± 20%
	61%	91%	99%	100%	

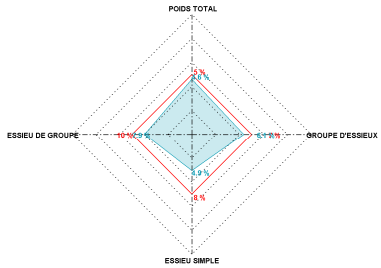


Figure 9 : résultats typiques Kapsch Trafficcom

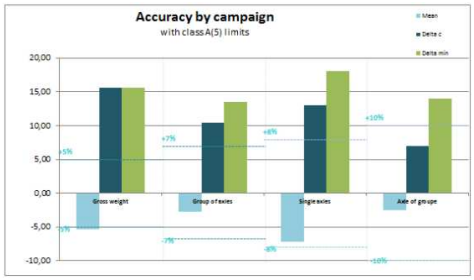
6.4 Résultats de Fareco

Comme le montre la figure (10), les résultats typiques des campagnes de mesures présentent des classes de précision COST323 B+(7) à D(20) pour les PL du trafic et les PL étalons. Trois journées de mesures sont situées en classe 5 OIML R134.

30/05/2016 Fareco — All trucks

Conditions	Test plan		Envt
	R4		I

SYSTEM	Number	Identified	Mean	Std deviat	π_o	Class	δ	δ_{min}	δ_c	π	π	Accepted
Entity		(%)	(%)	(%)	(%)		(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	class
gross weight	48	100,0	-5,40	6,07	91,3	D+(20)	20	15,6	15,6	91,3	98,0	
group of axles	49	100,0	-2,80	6,11	91,3	C(15)	18	13,5	10,5	91,3	98,2	D+(20)
single axle	94	100,0	-7,20	6,48	92,7	C(15)	20	18,1	13,1	92,7	96,0	
axle of group	141	100,0	-2,50	6,54	93,3	B(10)	20	14,0	7,0	93,3	99,3	



Relative errors repartition — Traffic trucks 30/5/2016

Fareco	primitive	OIML classe (5/E)	OIML classe (10/F)	Out of tolerances IOLM	
Gross weight	± 2,5%	± 5%	± 10%	± 15%	± 20%
	15%	50%	94%	96%	96%
Single axles	± 2%	± 4%	± 8%	± 15%	± 20%
	11%	18%	60%	93%	96%

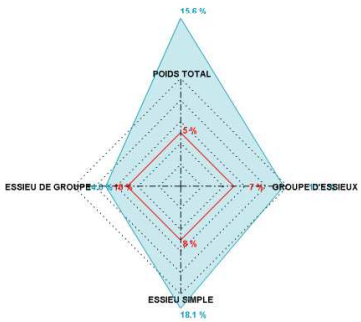


Figure 10 : résultats typiques Fareco

7. Conclusions

La mise en place d'un CSA surcharges est un objectif très exigeant qui nécessite de franchir plusieurs paliers, tant pour la technologie du pesage en marche que dans sa mise en œuvre, son fonctionnement et sa certification. Ce projet de recherche traite principalement des questions techniques et scientifiques, mais aussi, de façon centrale, des aspects de métrologie légale tels la certification et l'homologation de modèle. Les résultats des essais menés sur route permettent ainsi de valider pas à pas les progrès réalisés et de capitaliser les connaissances comportementales des systèmes évalués. Les premières mesures élaborées collectées sur route durant la phase d'étalonnage et en conditions réelles montrent des résultats très prometteurs et précis pour deux types de systèmes comme indiqué en table (2) ci-dessous.

Gross weights COST 323 classes - Phase (1)							
	Dates	Truck types	Sample size	Sterela	Kapsch TC	Fareco	IFSTTAR - Cerema
Calibration	15/10/2015	Test trucks	24	ND	ND	ND	ND
	26/10/2015		48	ND	ND	E(30)	ND
	09/11/2015		72	ND	ND	B+(7)	B(10)
	25/04/2016		16	A(5)	D(25)	B(10)	A(5)
	09/05/2016		12	A(5)	B+(7)	C(15)	A(5)
	15/10/2015	Traffic trucks	70	ND	ND	C(15)	ND
	26/10/2015		50	A(5)	ND	D(25)	ND
	09/11/2015		44	A(5)	ND	C(15)	B+(7)
	25/04/2016		59	A(5)	E(30)	D+(20)	B+(7)
	09/05/2016		44	A(5)	C(15)	D+(20)	B+(7)
	19/05/2016	Test trucks	14	A(5)	A(5)	B(10)	A(5)
Campaigns	17/05/2016	Traffic trucks	65	A(5)	B(10)	D+(20)	A(5)
	23/05/2016		16	A(5)	B(10)	D+(20)	A(5)
	30/05/2016		41	A(5)	B(10)	D+(20)	B+(7)
	10/06/2016		37	A(5)	B(10)	D+(20)	B+(7)
	13/06/2016		60	A(5)	B(10)	D+(20)	A(5)
	20/06/2016		47	A(5)	B(10)	ND	B+(7)
	27/06/2016		78	A(5)	B(10)	ND	B+(7)
	05/07/2016		45	A(5)	B(10)	ND	A(5)
	06/09/2016		26	A(5)	A(5)	B(10)	ND
	13/09/2016		31	A(5)	B+(7)	B(10)	ND
	20/09/2016		63	A(5)	B+(7)	C(15)	ND
	27/09/2016		60	A(5)	A(5)	ND	ND
	11/10/2016		68	ND	A(5)	ND	ND

La prochaine étape du projet consiste à poursuivre les campagnes de mesures à partir de janvier 2017 en utilisant des mesures de contexte liées à la dynamique du véhicule, aux caractéristiques de la chaussée et en utilisant les méthodes de correction et de filtrage des produites notamment dans le VE3. Le principe du MS-WIM sera également investi dans l'objectif de réduire les erreurs de pesage (par moyenne simple ou à l'aide d'autres algorithmes plus complexes) mais aussi afin d'améliorer les critères de tri et de filtrer les mesures aberrantes ou en dehors de la tolérance des classes du COST323 ou de l'OIML. L'équipe projet IFSTTAR-Cerema est très confiante quant à la démonstration de la faisabilité afin de répondre rapidement aux exigences d'un CSA surcharges en France.

8. Remerciements

Les auteurs remercient vivement la DGITM du Ministère de l'Environnement, de l'Énergie et de la Mer pour le financement et le soutien apporté à ce projet, au gestionnaire routier (Sanef), aux forces de l'ordre (peloton autoroutier de Gendarmerie de Saint-Avold) et aux agents de la DREAL Lorraine pour l'installation et l'exploitation performante des systèmes de pesage de référence. Nous remercions également les trois partenaires industriels : Sterela, Fareco et Kapsch Trafficcom.

BIOGRAPHIE DES ORATEURS

***

Éric Klein – Cerema Est

Chef du pôle métrologie du trafic et expert national transport, sécurité et mobilité durable.

Éric Klein est diplômé d'un Mastère européen Automatique, Traitement et Transmission de l'information et d'une Licence-Maîtrise Electronique, Electrotechnique et Automatique option Microprocesseurs hautes performances. Il réalise et dirige des études et recherches depuis près de 20 ans dans les domaines de l'informatique, des équipements de la route, de l'ingénierie et de la métrologie du trafic. Il est également spécialiste en déploiement et maintenance d'équipements de gestion de la route, de systèmes experts et de réseaux de télécommunication. Il a été reconnu « Expert national transport, sécurité et mobilité durable » par la DRI en 2013.

Éric PURSON – Cerema Est

Chef de projet Métrologie du trafic

Ingénieur ENSEA (2006)

1994 à 2012 – Ministère de la Défense – Direction Générale de l'Armement

Ingénieur d'études dans le domaine du guidage et de la navigation.

Depuis 2012 – Chef de projet en métrologie du trafic.

Pilotage d'évaluations de systèmes de recueil de données de trafic routier – Etudes et recherches dans le domaine de la métrologie du trafic et du pesage en marche des poids lourds.

Gérald GENTIL – Cerema Est

Chargé d'études et recherches

Gérald Gentil est diplôme de Polytech'Marseille ou il obtient son titre d'ingénieur dans les domaines de la mécanique de la physique et de la modélisation en 2010. Il occupe à l'occasion de plusieurs missions dans le secteur privé de 2010 à 2015 des postes d'ingénieur dans les domaines de la maintenance, du calcul et du dimensionnement de structures métalliques, de tuyauteries, etc. Depuis 2015, il occupe un poste d'ingénieur d'étude et de recherches au Cerema Est notamment dans le cadre du projet de recherche CSA surcharges.

Bernard Jacob – IFSTTAR Marne-la-Vallée

Directeur scientifique