



Les Rencontres de la MOBILITÉ INTELLIGENTE

PARIS • BEFFROI DE MONTROUGE • 26-27 JANV. 2016

Evaluation d'un capteur de mesure du nombre d'occupants d'un véhicule

Alexis BACELAR, Ludovic SIMON - Cerema,
Hervé POIRIER – Xerox Research

NOS PARTENAIRES :



Association des Directeurs
des Services Techniques
Départementaux

advancity
The Smart Metropolis Hub

Cerema

IDRIM
Institut Des Routes, des Paves et des Infrastructures pour la Mobilité

ASFA
AUTOROUTES & OUVRAGES CONCÉDÉS

TRANSPORTS
Économie, politique, société

LUTB
TRANSPORT & MOBILITY SYSTEMS

mov'eo
Imagine mobility

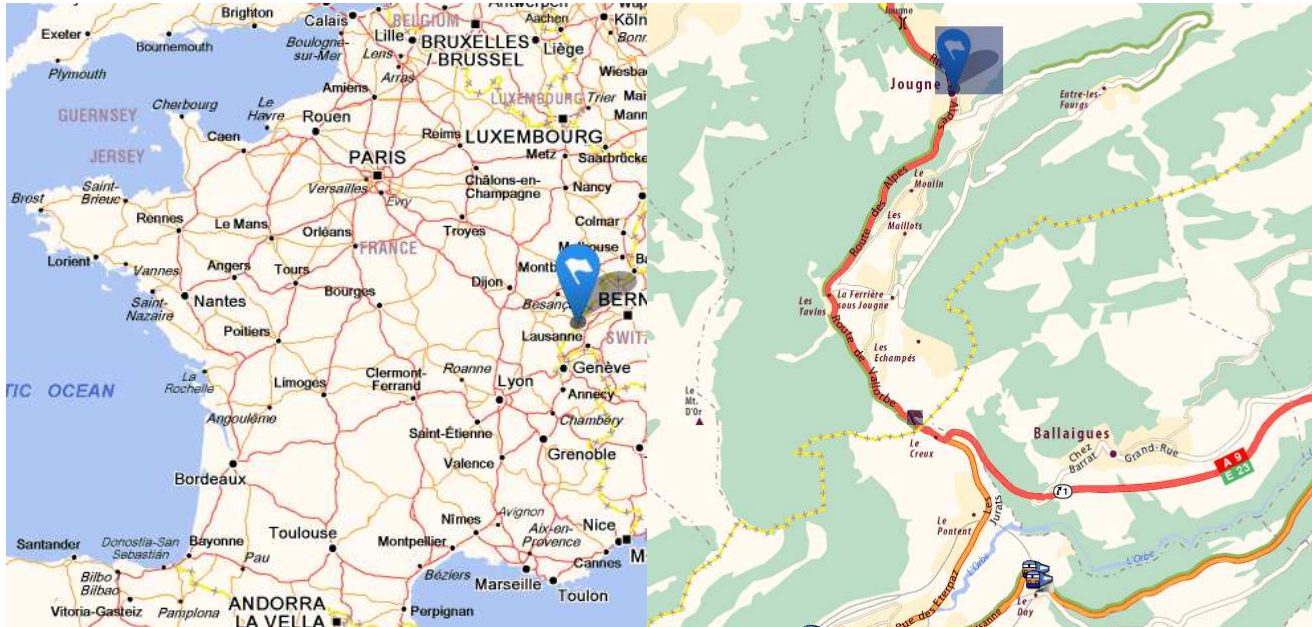
I-TRANS



Ville Rail
& Transports
Le magazine des nouvelles mobilités

Infrastructures
& Mobilité
Le site des partenaires de la mobilité

La problématique



Étude d'opportunité et de faisabilité en 2012-2013 d'une voie dédiée au covoiturage sur la RN57 - Jougne

- Diagnostic de fonctionnement de la RN57 ;
- Enquête origine/destination ;
- Examen de la faisabilité d'une voie de covoiturage.

La problématique

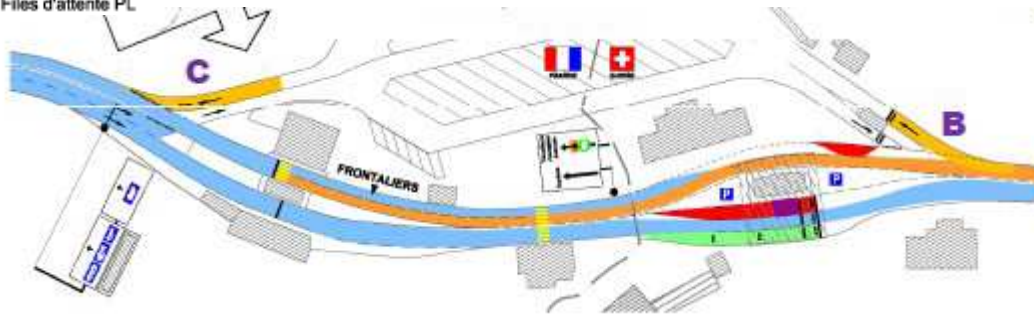
Étude d'opportunité et de faisabilité d'une voie dédiée au covoiturage sur la RN57

Diagnostic de fonctionnement de la RN57

- Côté français, route bidirectionnelle ;
- Sinueuse et pentue ;
- Traversée de plusieurs communes dans des sites parfois contraints (montagne, passage en centre-ville, passerelle, ...) ;
- Voie PL sur environ 500 m ;

Parking PL : pas assez de place ;
Existence de parking sauvage VL.

- Voies fermées
- Voies circulations
- Voie achat vignette
- Contrôle véhicules
- Files d'attente VL
- Files d'attente PL



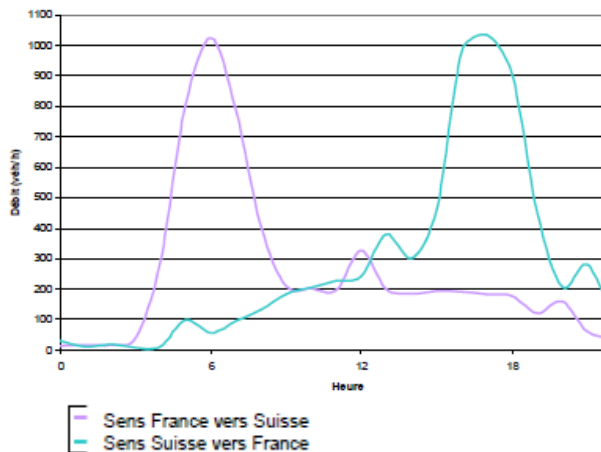
La problématique

Étude d'opportunité et de faisabilité d'une voie dédiée au covoiturage sur la RN57

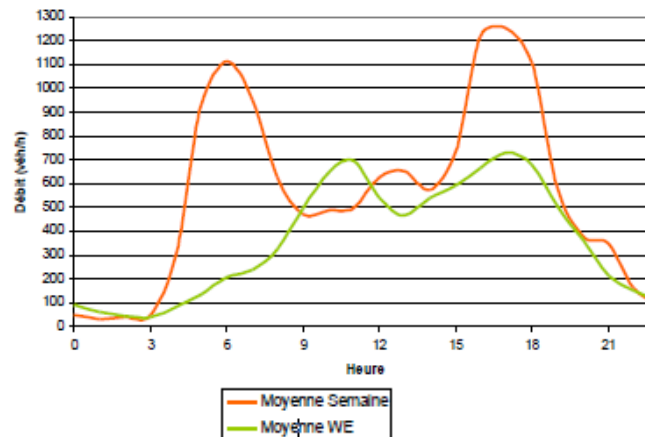
Diagnostic de fonctionnement de la RN57

- Trafic Pendulaire ;
- + 1% à 5% par an ;
- 3000 véh. entre 5 et 8h ;
- %PL de 12% à 17%, <100 PL/h.

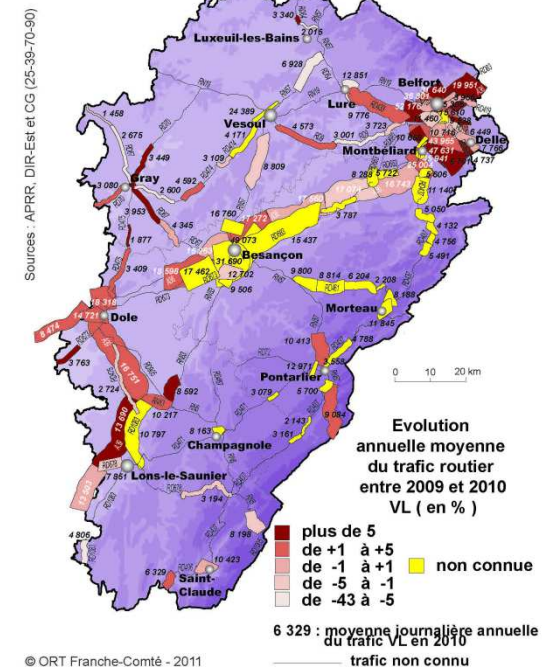
Evolution journalière du débit selon le sens



Différence Semaine - Week-end (2 sens)



Evolution annuelle moyenne du trafic VL entre 2009 et 2010



La problématique

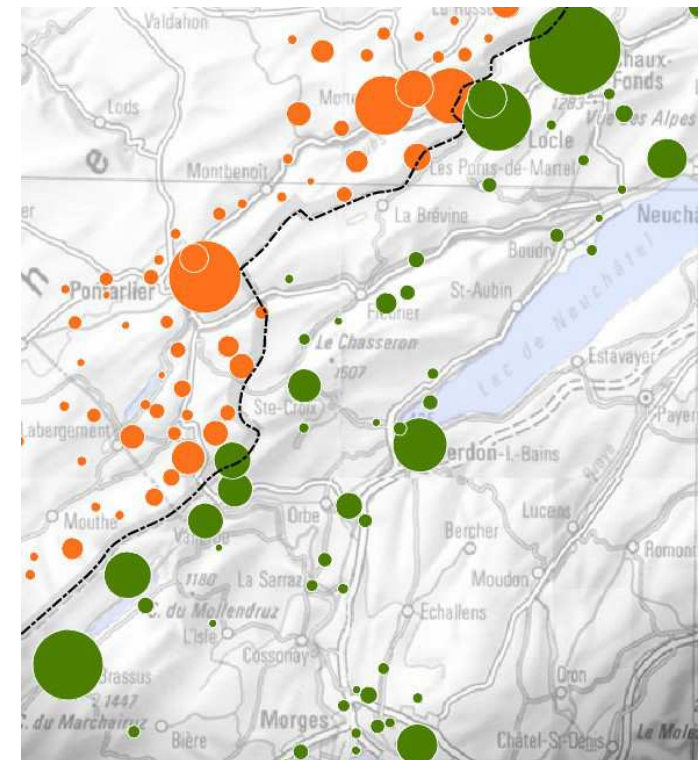
Étude d'opportunité et de faisabilité d'une voie dédiée au covoiturage sur la RN57

- Enquête origine/destination
 - 2800 questionnaires papier distribués
 - Plus de 33% de réponse
 - 3/4 de « solo »

Nbre d'occupants		%
1	695	77 %
2	134	15 %
3	47	5 %
4	23	3 %
5 ou plus	4	0 %
total	903	

Oui je covoiture (y c. avec des membres de ma famille)	308	34%
Pas encore, mais c'est envisageable	256	28%
Non, je ne suis pas intéressé pour covoiturer	339	38%

Total échantillon : 903



En orange :
 nombre de
 frontaliers par
 commune (lieu de
 résidence France)

En vert :
 nombre de
 frontaliers par
 commune (lieu
 d'emploi en
 Suisse)



La problématique

Étude d'opportunité et de faisabilité d'une voie dédiée au covoiturage sur la RN57

- Examen de la faisabilité d'une voie de covoiturage
Il s'agit de mesurer le niveau de faisabilité des différents aménagements envisageables pour favoriser le covoiturage. Ces différents aménagements examinés consistent en :
 - mise en place de parkings relais pour espérer augmenter la pratique du covoiturage ;
 - aménagements en vue d'améliorer les conditions de passage de la douane ;
 - mise en place d'une voie de covoiturage.

Objectif de l'expérimentation

- Évaluation d'un capteur mesurant le taux d'occupation des véhicules ;
- Capteur considéré comme une brique dans la mise en place de voies de covoiturage ;
- Autres applications : mesure taux d'occupation véhicules sur VSA, effet de la mise en place de parkings de covoiturage, mesures de priorité pour les covoitureurs (parc-relais, bretelle d'accès aux voies rapides) ;
- A permis d'effectuer un premier test en Europe.

Mise en place de l'expérimentation

EXPÉRIMENTATION D'UN SYSTÈME DE MESURE DE COVOITURAGE

QUAND 26 MAI – 17 JUIN
OÙ DOUANE DE JOUGNE

- LA PRISE D'IMAGE S'ACCOMPAGNE D'UN HALO ROUGE DE FAIBLE INTENSITÉ
- AUCUNE IMAGE CONSERVÉE
- AUCUN VÉHICULE OU INDIVIDU IDENTIFIÉ

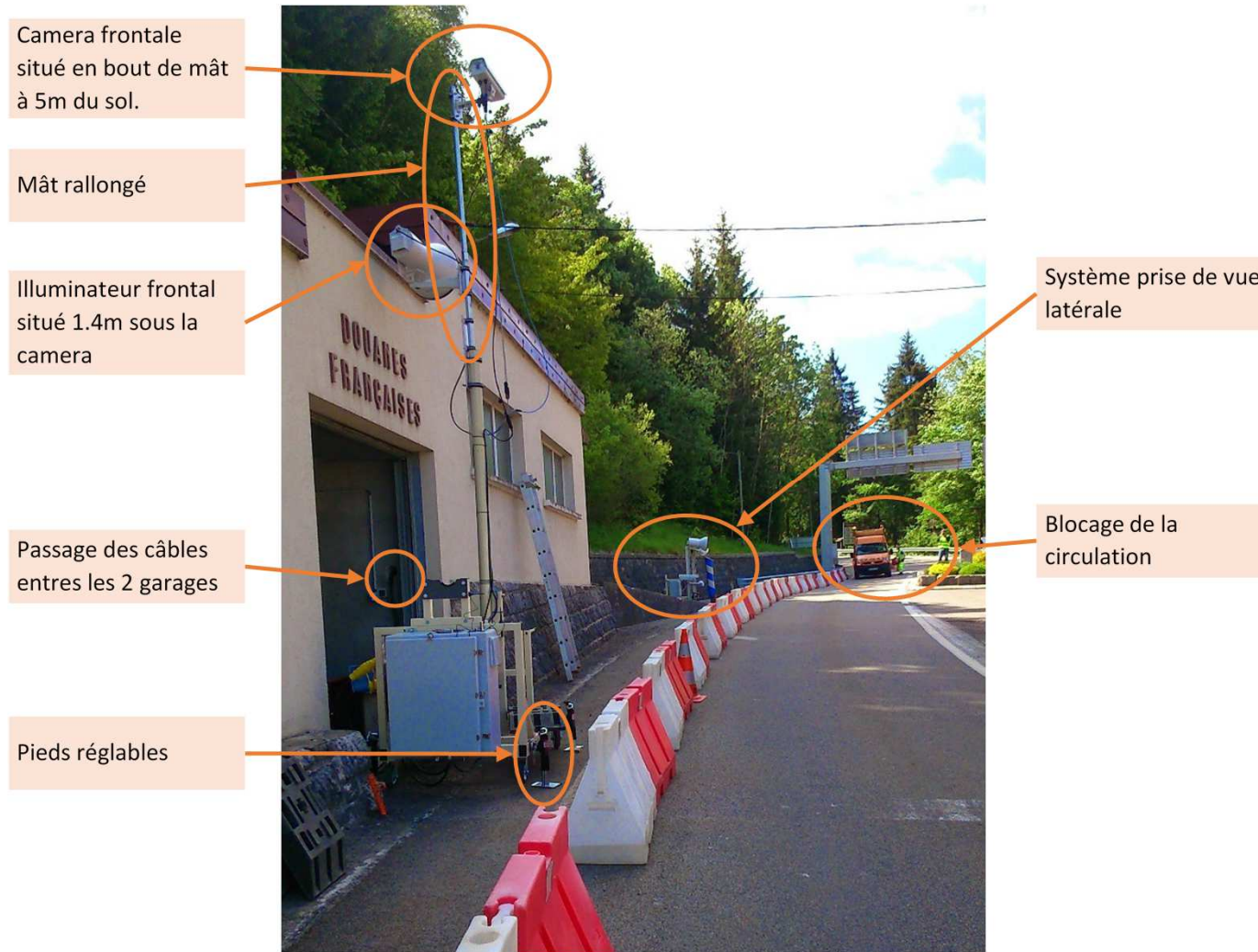
**CE SYSTÈME N'EST
PAS UN RADAR**

- Préconisations CNIL à prendre en compte ;
- Communication : communiqué, message radio, site web-tract, panneau informateur ;
- Caler intervention DIR Est ;
- Alimentation électrique ;
- Démontage et stockage du matériel la nuit (Douanes).



L'expérimentation

Un système adapté pour les besoins de l'expérimentation



L'expérimentation

- Mise au point d'une méthodologie d'évaluation innovante

L'expérience s'est déroulée en deux phases :

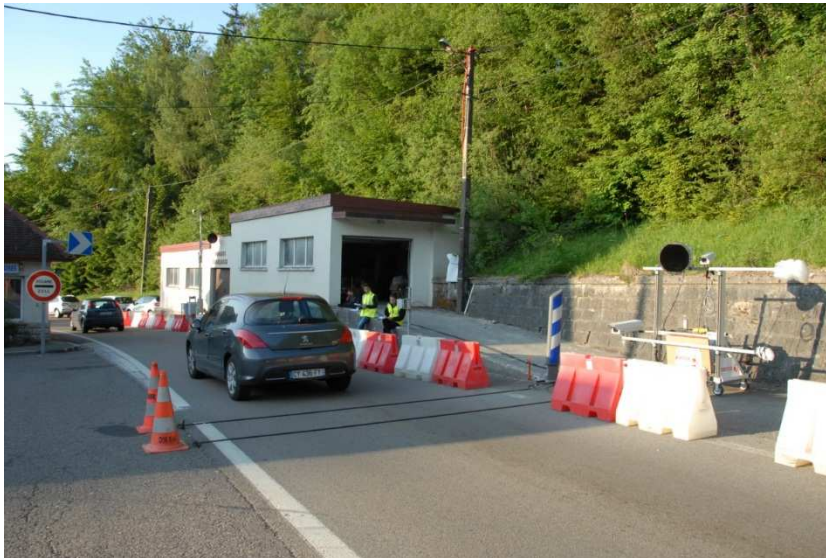
1. Phase d'apprentissage et de mise au point (26 mai au 2 juin de 10 h à 17 h) : cette phase permet de régler et d'apprendre au système la tâche à effectuer en annotant manuellement les images recueillies.
2. Phase de traitement automatisé (3 au 17 juin de 5 h 00 à 11 h 00, éventuellement le samedi)

Durant la phase d'expérimentation (2ème phase), 3 sous-phases sont distinguées :

- Une sous phase de recueil de données du 3 au 17 juin
- Une sous phase métrologique du 3 au 5 juin
- Une sous phase qualitative le 6 juin

L'instrumentation

- 1 compteur radar Viking+
- 1 compteur tube Alpha
- Des agents pour comptage manuel



Mesure de la performance du système

Date/Heure

- 3 et 4 juin: 4h30 – 16h00
- 5 juin: 5h30 – 17h30
- 6 juin: 11h00 – 17h20

Type de mesures:

- Nuit (4h30-5h15) / Jour (5h15-18h00)
- Fort trafic (5h00-8h00) / Faible trafic (8h00-18h00)

Performance du système de détection de passager comparé à :

- Comptage manuel du nombre d'occupants par des agents Cerema sur le bord de la route
- Revue manuelle des images à posteriori (ESAT-Xerox)

Méthodologie d'évaluation

Une première évaluation effectuée par Xerox

- Sur la base du dépouillement a posteriori (ESAT)

Une évaluation complète Cerema (en cours) sur la base:

- Du recueil manuel du nombre d'occupants
 - Contradictoire : 2 agents minimum
 - Données individuelles par séquence de 6 min
 - Type de véhicule (2RM / VL / VUL)
 - Nombre total de passagers de 1 à 5 et +
 - Caractère spécifique du véhicule : vitres teintées; pare soleil; conduite à droite; remorque; vélo / bus; présence d'enfant ; présence d'animaux
- Du recueil des données individuelles véhicules (vitesse, débit, ...) par les capteurs
 - Horodate; Vitesse; Distance Inter Essieux; Gabarit véhicule (SER); Classe/catégorie du véhicule (2RM, VL, PL, nb essieux, ...)
 - Distance/temps Inter Véhiculaire;
 - Classe de trafic
- Mais aussi du dépouillement ESAT
 - Nombre de passagers à l'avant, à l'arrière, total

Méthodologie d'évaluation

Une première évaluation effectuée par Xerox

- Sur la base du dépouillement a posteriori (ESAT)

Validation de la vérité ESAT effectuée par le Cerema

- En prenant le formalisme du nombre d'occupant total
- Création de matrices de confusion
- Analyse en nombre occupants (1,2,3,4,5+) et classe d'occupation (Solo, 2+,3+)
- Globalement analyse ESAT fiable à près de 99%
- Quelques cas de sur-évaluation par rapport comptage sur site
- Donc légitimité des résultats annoncés par Xerox lors de leur analyse
- Et possibilité d'utiliser le comptage avant/arrière dans l'évaluation Cerema

Matrice de confusion		Classe estimée (ESAT)				
		1	2	3	4	5+
Classe réelle (Comptage CEREMA)	1	34	0	0	0	0
	2	0	7	1	0	0
	3	0	0	1	0	0
	4	0	0	0	0	0
	5+	0	0	0	0	0

Matrice de confusion		Classe estimée (ESAT)		
		Solo	2+	3+
Classe réelle (Comptage CEREMA)	Solo	34	0	0
	2+	0	9	1
	3+	0	0	1

Méthodologie d'évaluation

Une évaluation complète Cerema (en cours) :

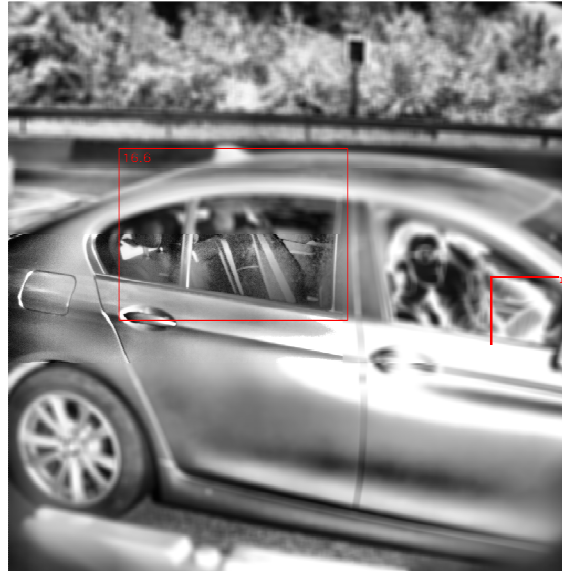
- Indicateurs retenus pour la méthodologie :
 - Taux de disponibilité du système => 100%
 - Taux de détection de véhicule par le système / débit réel => proche 100%
 - Analyse des résultats selon 3 seuils de confiance (0,25; 0,50; 0,75)
 - Comparaison par séquence de 6 min par rapport vérité terrain
 - En nombre d'occupants total (1, 2, 3, 4, 5+) et en classe (solo, 2+, 3+)
 - Matrice de classification par séquence de 6 min par rapport vérité terrain
 - En nombre d'occupants total (1, 2, 3, 4, 5+) et en classe (solo, 2+, 3+)

Méthodologie d'évaluation

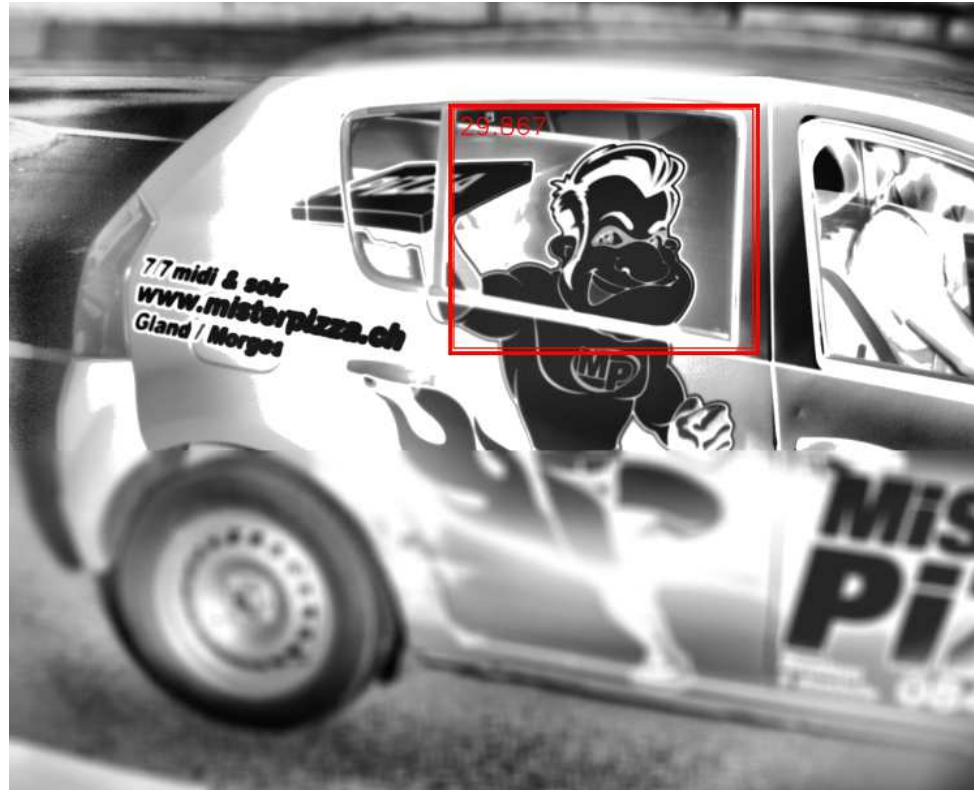
Une évaluation complète Cerema (en cours) :

- Indicateurs retenus pour la méthodologie :
 - Agrégation des matrices et comparaison par
 - Période de trafic (fluide, dense, congestion)
 - Condition lumineuse (jour/nuit)
 - Evaluation du taux de détection des passagers (avec précision)
 - A l'avant et à l'arrière
 - Courbe précision / rappel
 - Analyse Qualitative
 - Passage avec un véhicule modifié
 - Tests avec un passager caché / cagoulé / lunette noire etc ...
 - Focus sur les résultats avec des enfants à bord

Exemple d'images



Exemple d'images

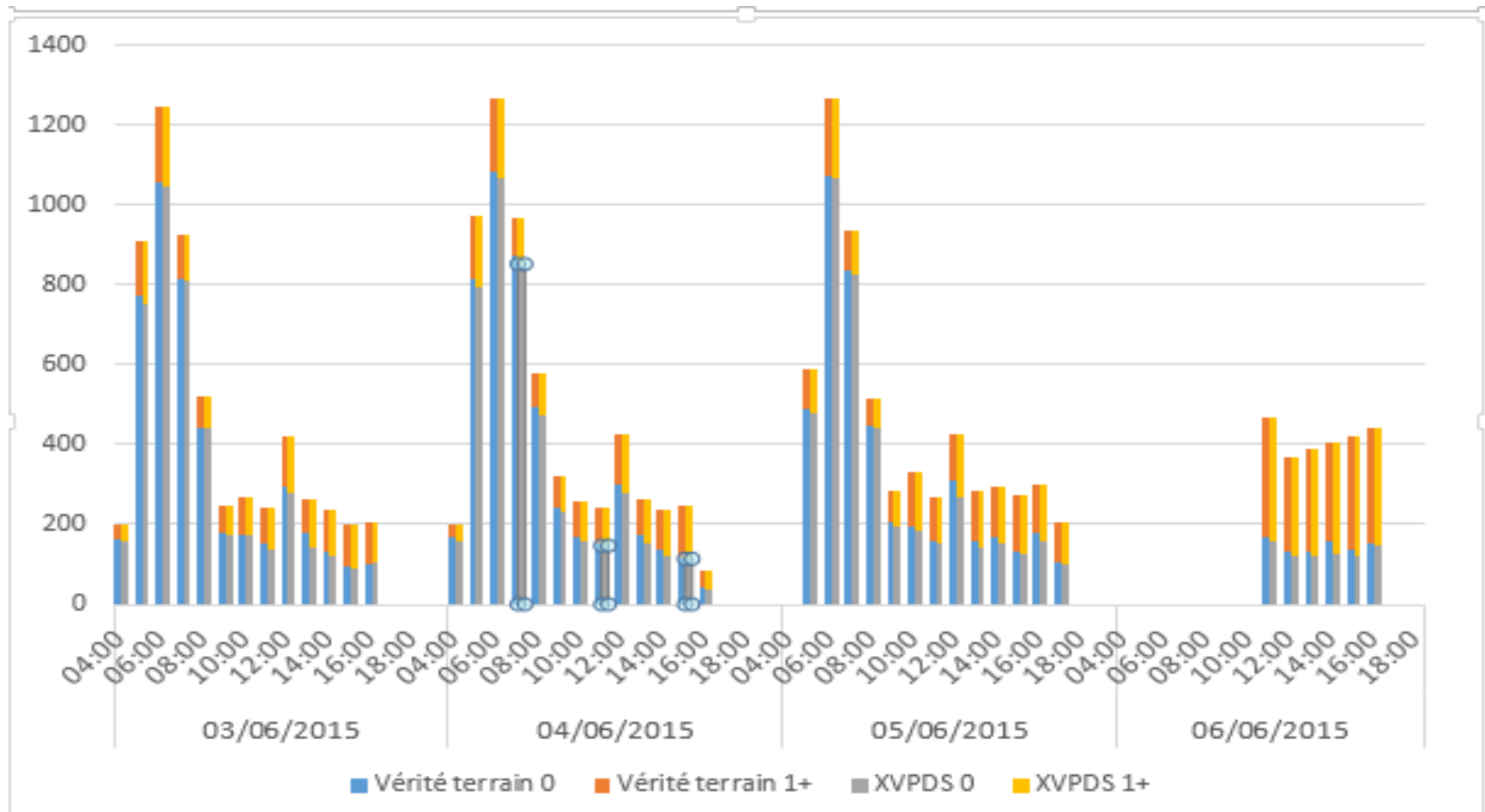


Performances du système

	Taux d'occupation	Date / heure	Aucun passager	1 passager	1 passager ou plus	2 passagers ou plus
Global	1,36	3-6 juin	95,1 %	91,8 %	92,5 %	95,2 %
Nuit	1,19	3-4 juin / 4h30-5h15	97,0 %	95,4 %	95,2 %	98,2 %
Trafic élevé	1,17	3-5 juin / 4h30-8h00	96,8 %	96,9 %	97,1 %	98,6 %
Trafic faible	1,53	3-6 juin / 8h00-17h00	93,8 %	87,4 %	88,5 %	92,3 %
Fort taux d'occupation	1,88	Sam. 6 juin / 13h00-16h00	91,6 %	80,4 %	81,2 %	85,4 %

Conclusion : Toutes conditions confondues, le capteur est capable de **compter le nombre de personnes dans 93.5%** des voitures et **détecte les voitures sans passager avec une précision de 95%**.

Détection automatique de passagers comparée à la vérité terrain



- Les courbes se superposent presque parfaitement quels que soient la période de la journée et le type de trafic.

Conclusion

- Résultats du système sont très satisfaisants et cohérents avec les expériences réalisées en Amérique du Nord ;
- Test au Canada (Halifax) – octobre 2013 :
 - Précision de 98,4 % pour le siège avant et 87,9 % pour le siège arrière ;
- Test aux USA (CA) – janvier 2015 :
 - Précision de 95,9 % ;
 - Sur les mêmes données, taux de précision de 35,7 % par des observateurs sur le bas-côté.

Conclusion

- Cette expérimentation va permettre la mise en place de nouvelles applications et infrastructures liées au covoiturage pour les autorités organisatrices de la mobilité (AOM) et les collectivités territoriales ;
- En phase avec la loi de transition énergétique pour la croissance verte (article 56 sur la réservation de voies pour le covoiturage et les modalités de contrôle de celui-ci).

Merci de votre attention !

Contacts :

Alexis BACELAR - alexis.bacelar@cerema.fr - 04 72 14 30 73

Ludovic SIMON – lsimon@cerema.fr – 01 34 82 12 32

Hervé POIRIER – Herve.Poirier@xrce.xerox.com – 04 76 61 50 65