

**Proposition de communication pour les  
2e Rencontres Francophones Transport Mobilité (RFTM)  
Montréal, 11-13 juin 2019**

**Expérimentation d'un capteur de mesure du nombre d'occupants d'un  
véhicule**

P. Petitjean<sup>2</sup>, E.Purson<sup>2</sup>, F.Aliaga<sup>1</sup>, C.Stein<sup>2</sup>, L.Taraschini<sup>2</sup>, E.Klein<sup>2</sup>, A. Bacelar<sup>1</sup>

<sup>1</sup> CEREMA CENTRE-EST – Bron (France)

<sup>2</sup> CEREMA EST – Metz (France)

**Mots-clés :**

Capteur, évaluation, covoiturage, contrôle, voie réservée

**Résumé :**

**1 ENJEUX ET OBJECTIFS :**

Le covoiturage est un service de mobilité actuellement en plein essor en France. Il incite le législateur à prendre de nouvelles dispositions (loi TECV en 2015 avec l'article 52 qui précise la définition du covoiturage et l'article 56, la mise en place des voies réservées au covoiturage et de leur contrôle). Cependant, l'ouverture de voies réservées au covoiturage pose toujours la question du contrôle du nombre de passagers occupants les véhicules. A partir des années 2013-2014, la mesure automatique du nombre d'occupants d'un véhicule à partir du bord de la route a commencé à obtenir une précision et une fiabilité acceptables, afin de mettre en place de nouvelles applications et infrastructures comme les voies de covoiturage. Le contrôle du nombre d'occupants est un prérequis indispensable à l'ouverture de voies réservées. Cet impératif permet de vérifier que les véhicules présents dans les voies de covoiturage sont bien autorisés à y circuler et conditionne la crédibilité d'un tel système aux yeux du public : un taux de violation trop élevé discréditerait la fonctionnalité de ces voies et donc d'un tel dispositif.

L'enjeu du projet est de tester et d'évaluer un système de comptage automatisé d'occupants pour en définir sa fiabilité et ses limites d'utilisation avant d'en promouvoir l'utilisation et le déployer.

**2 DESCRIPTIF DE LA SITUATION ET DONNEES EXISTANTES**

**2.1 Le capteur de mesure du taux d'occupation d'un véhicule**

Le système NEC se compose d'une seule caméra, placée sur le bord de la route, couplée à un illuminateur infrarouge proche, lequel déclenche un court éclair à chaque acquisition. Le flash infrarouge se trouve dans le spectre des fréquences non-visibles qui ne perturbe pas le conducteur. Le passage de chaque véhicule déclenche la prise d'un ensemble de clichés (jusqu'à 25 par passage de véhicule). Cette série d'images fait l'objet d'une analyse logicielle en temps réel qui restitue le nombre d'occupants des véhicules.

Afin de différencier les Véhicules Légers (VL) (< 2 m de hauteur) des autres véhicules ( Poids Lourds (PL), deux roues motorisées (2RM), Véhicules Utilitaires de grande hauteur,...), qui ne sont pas pris en compte dans l'évaluation de la mesure du nombre d'occupants, la caméra NEC est couplée à des capteurs de technologie « lasers à balayage » qui permettent de réaliser cette discrimination.



**Figure 1 : A droite, acquisition d'images par la caméra infrarouge proche lors du test sur A86. A gauche, poteau avec les capteurs lasers pour la classification des véhicules.**

## **2.2 Contexte du site d'expérimentation**

Le site est situé sur l'A86 Est près de Colombes dans le sens extérieur de circulation. Il s'agit d'un site autoroutier 2 x 2 voies avec environ 40 000 véh./voie/jour et limité à 90 km/h. Deux voies sont circulées dans un même sens et elles supportent un trafic important. Chacune de ces deux voies est analysée par un système complet indépendant (en accotement pour une vue de droite du véhicule et en terre-plein central pour une vue de gauche du véhicule).

## **3 PRESENTATION DE LA METHODOLOGIE D'EVALUATION**

Afin d'analyser les performances métrologiques et fonctionnelles du système IPD de NEC, plusieurs indicateurs sont produits et analysés par le Cerema en fonction des mesures produites et transmises par NEC.

Les mesures collectées à partir du système IPD de NEC sont comparées aux mesures de référence (métrologiques ou métiers) et analysées afin de pouvoir évaluer les indicateurs suivants :

- Taux de détection (TDE) et de fausse détection (TFE) de véhicules : nombre de véhicules détectés ou non par le capteur par rapport aux débits réels recueillis sur les périodes de références ;
- Taux de visibilité (TVI) et de non-visibilité (TFV) des occupants dans les véhicules par rapport à l'analyse de séquences vidéo de référence ;
- Taux de juste comptage (TCO) et de comptage erroné (TFO) du nombre d'occupants (et matrice associée) : en distinguant les cas « véhicule de tourisme » et « autre » (si information fournie) et en procédant à un découpage 1, 2, 3, 4 ou 5+ occupants par rapport à l'analyse de séquences vidéo de référence ;
- Taux de juste classification (TCL) et de classification erronée (TFL) du nombre d'occupants HOV2+ (2 occupants ou +) /HOV3+ (3 occupants ou +), et matrice précédente associée ;

- Matrices de confusion (pour les indicateurs TCO et TCL) ;

#### 4 PRINCIPAUX RESULTATS

La performance du système est évaluée à partir du taux de juste comptage (TCO) et de comptage erroné (TFO) : il s'agit d'établir le taux de bonnes prédictions qui correspond au nombre de fois où le résultat est correct pour les 6 catégories données : 1-2-3-4-5-6 occupants.

De la même façon, nous évaluons les taux de juste classification (TCL) et de classification erronée (TFL) à partir des classifications suivantes :

- 1 occupant ou 2+ ;
- 1 et 2 occupants ou 3+.

Profil	1 occupant (conducteur) (TCO)	1-2-3-4-5+ occupants (TCO)	1 et 2+ (TCL)	1-2 et 3+ (TCL)
Global	92 %	84.9 %	91.7 %	93.4 %
Jour	91 %	84.5 %	91.2 %	93.7 %
Nuit	95 %	85.3 %	92 %	93.2 %
Voie gauche	90 %	84.1 %	89.8 %	93.8 %
Voie droite	94 %	85.4 %	92.8 %	93.2 %

**Tableau 2 : Précision de la mesure du taux d'occupation d'un véhicule du capteur NEC**

Toutes conditions confondues, le capteur présente **un « juste comptage » d'occupants dans 84.9 % des véhicules et détecte les voitures sans passer avec une précision de 92 %.**

#### 5 CONCLUSION

Les résultats de l'évaluation du capteur NEC montrent une précision de comptage de 84.5 % jusqu'à 6 occupants. Nous rappelons que cette évaluation se déroule dans des conditions de « trafic important » (environ 100000 veh/jour).

La précision du comptage du capteur NEC est également de 91.7 % pour la catégorie {1 et 2+ occupants}, de 93.4 % pour la catégorie {1-2 et 3+ occupants}.

L'analyse qualitative nous montre que globalement, les facteurs externes influencent le résultat.

Les capteurs de mesure du nombre d'occupants à I.R. proche ont atteint une certaine maturité. Cependant, de nouvelles expérimentations sont nécessaires afin d'améliorer la précision sur deux points : la détection des occupants arrières et la réduction des faux positifs qui devait permettre de ne garder que les véhicules réellement en infraction. Une expérimentation sur plusieurs mois et sur une voie réellement dédiée aux covoitureurs serait essentielle pour participer à l'amélioration du système.

## 6 BIBLIOGRAPHIE

[1] *Vers un contrôle automatique du nombre d'occupants des véhicules*, rapport Cerema, octobre 2014, 23 p. ;

[2] *Données routières : élaboration, stockage, diffusion - Unités de mesure et de traitement - Nature, exactitude des données de trafic routier et séquençage métrologique*, Norme NFP – 99-300, novembre 1997, 24 p.