



- (51) Classification internationale des brevets :  
**G08G 1/01** (2006.01)    **G08G 1/052** (2006.01)  
**G06Q 50/30** (2012.01)    **G08G 1/08** (2006.01)
- (21) Numéro de la demande internationale :  
PCT/MA2016/000008
- (22) Date de dépôt international :  
23 mars 2016 (23.03.2016)
- (25) Langue de dépôt : français
- (26) Langue de publication : français
- (72) Inventeurs; et  
(71) Déposants : **BOULMAKOUL, Azedine** [MA/MA]; Université Hassan II de Casablanca. Faculté des, Sciences et Techniques de Mohammedia, Lab. LIM/IOS., B.P 146 Mohammedia (MA). **KARIM, Lamia** [MA/MA]; Université Hassan II de Casablanca. Faculté des, Sciences et Techniques de Mohammedia, Lab. LIM/IOS., B.P 146 Mohammedia (MA). **DALSSAOUI, Abdellah** [MA/MA]; Ecole Marocaine des Sciences de l'Ingenieur, EMSI Casablanca, 217 bd Bir Anzarane, Casablanca (MA).
- (74) Représentant commun : **KARIM, Lamia**; Université Hassan II de Casablanca. Faculté des, Sciences et Tech-

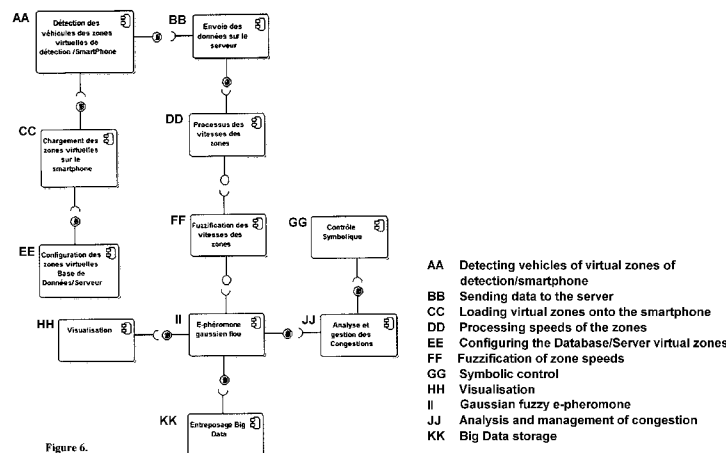
niques de Mohammedia, Lab. LIM/IOS., B.P 146 Mohammedia (MA).

- (81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Suite sur la page suivante]

(54) Title : SYSTEM FOR SUPERVISING AND CONTROLLING TRAFFIC

(54) Titre : SYSTEME DE SUPERVISION ET DE CONTROLE DU TRAFIC



(57) Abstract : The innovative aspects of the present invention concern the proposal of an intelligent, fuzzy, real-time, agile transport method and system, for use in the management of traffic congestion in urban locations. The system enables the generation of the fuzzy Gaussian e-pheromone on the arteries of the transport network and achieves this through calculation of fuzzy state variables of the traffic and use of the swarm intelligence paradigm of intelligent organised structures. The dynamic model of the spread of congestion is produced by a novel calculation method using fuzzy Gaussian numbers, designed for this requirement, and ensures the prediction of congestion in the short term. The invention also proposes a method of symbolic traffic control in order to contribute to the overall reduction of congestion of the network. The fuzzy Gaussian e-pheromone states of the roads of the urban network are stored in the spatial real-time database for the purposes of viewing and analysing congestion. The present invention deploys a real-time distributed communication infrastructure in order to support the software components integrated into the proposed system. The invention takes advantage of spatial real-time database technologies and ubiquitous environment and geolocation technologies. This invention is of great interest to the process of improving traffic regulation and the strong demand for high added-value services for the sustainable development of smart cities.

(57) Abrégé :

[Suite sur la page suivante]



**Déclarations en vertu de la règle 4.17 :**

— *relative à la qualité d'inventeur (règle 4.17.iv)*

**Publiée :**

— *avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))*

---

Les aspects innovants de la présente invention concernent la proposition d'un procédé et d'un système de transport intelligent flou temps réel agile pour l'aide à la gestion des congestions du trafic en site urbain. Le système permet la génération de l'e-phéromone floue gaussienne sur les artères du réseau de transport et ce par le biais du calcul de variables d'état floues du trafic et l'exploitation du paradigme des structures organisées intelligentes de type swarm intelligence. Le modèle dynamique de la propagation des congestions est réalisé par un processus original de calcul sur les nombres flous gaussiens, conçu pour cette exigence et assure la prédiction des congestions sur un horizon court. L'invention propose aussi un processus de contrôle symbolique de trafic pour contribuer à la réduction globale de la congestion du réseau. Les états de type e-phéromone floue gaussienne des routes du réseau urbain sont stockés dans la base de données spatiale temps réel et ce à des fins de visualisation et d'analytique des congestions. La présente invention déploie une infrastructure de communication distribuée et temps réel pour le support des composants logiciels intégrés dans le système proposé. Elle tire profit des technologies de base de données spatiales temps réel et des technologies de géolocalisation et de l'environnement ubiquitaire. Cette invention est d'un grand intérêt pour le processus d'amélioration de la régulation du trafic et de la demande forte de services à haute valeur ajoutée pour le développement durable des villes intelligentes.

## SYSTEME DE SUPERVISION ET DE CONTROLE DU TRAFIC

**Domaine de l'invention**

La présente invention concerne un système intelligent temps réel agile de gestion, de supervision et de l'analytique des congestions de trafic urbain fondé sur la diffusion de l'e-phéromone gaussienne floue et des infrastructures distribuées de capteurs virtuels sans fil. La présente invention concerne quatre objectifs fonctionnels essentiels pour la gestion intelligente du trafic urbain. Le premier intègre un processus de collecte de vitesses des véhicules équipés de smartphone-GPS détectables aux franchissements de certaines zones spatiales virtuelles relatives à un tronçon du réseau urbain. Il associe des variables floues gaussiennes à ces vitesses. Le second fournit une méthode de génération des états flous de trafic urbain sur la base d'un calcul original de l'e-phéromone gaussienne floue. Le troisième objectif de la présente invention concerne une stratégie de régulation symbolique pour contrôler les carrefours afin de réduire les congestions gênant le comportement normal du réseau. Enfin, le dernier objectif est lié à un processus d'information, de visualisation et de persistance des données dans un écosystème de type cloud-NoSQL (big data). Cette invention intéresse les gestionnaires des réseaux de transport urbain des grandes métropoles, les agences de surveillance de l'environnement, les agences de développement des projets villes intelligentes ainsi que toutes les parties prenantes dans un projet de gestion de trafic en site urbain.

## Etat de la technique antérieure

La congestion du trafic dans les réseaux urbains prend des formes considérables et grandeurs polymorphes complexes. Les phénomènes de congestion sont coûteux et très polluant. Les opérateurs publics sont désireux de réduire l'effet des congestions pendant les heures de pointe afin de réduire de manière significative, voire totalement, leurs impacts dans les villes. Les méthodes de gestion de la congestion sont intégrées dans les projets villes intelligentes où l'utilisation d'objets connectés et de l'internet des objets sont dominants. L'utilisation des systèmes intelligents et de la technologie sans fil avancée ainsi que la modélisation des systèmes complexes sont toujours d'actualité dans le domaine de la régulation du trafic urbain. Les progrès technologiques dans le domaine des grandes analyses de données, des traitements distribués sur le cloud ainsi que les nouvelles technologies de services basées sur la localisation et la mesure des données de la circulation sont d'un grand soutien pour les processus de gestion de la congestion. Ces dernières années, un changement important a stimulé les systèmes de transport intelligents. L'avènement d'une nouvelle génération de capteurs permet la collecte des données de trafic. La diversité et la disponibilité d'un grand nombre d'information ont déclenché une grande mutation dans le déroulement des projets de développement. La première génération des systèmes de transport intelligents est remplacée par les systèmes de transport intelligents pilotés par les données et les multi-services, i.e. des systèmes multi- objectifs, multi-capteurs, et multi-algorithmes intelligents conduisant à optimiser les performances. Le domaine de l'ingénierie du trafic et de la régulation des réseaux de transport a connu un grand essor durant ces dernières années. Certaines de ces inventions concernant la problématique des congestions sont paraphrasées ci-dessous :

L'invention US005317311A 05/1994 concerne un système de surveillance des congestions. Elle décline un système de supervision de congestion de trafic comprenant des unités de surveillance de type infrarouge boulonnées sur les côtés des ponts sur un réseau routier et permettant l'émission des informations de congestion du trafic. L'invention US005289183A 02/1994 propose un système et un dispositif de surveillance et méthode de gestion de trafic. Cette invention concerne en général des systèmes de surveillance et de gestion du trafic. Plus particulièrement, elle concerne un dispositif et un procédé pour l'utilisation de deux composants : un émetteur-récepteur radio pour recueillir avec précision et automatiquement les données de la circulation des véhicules lorsqu'ils traversent une route, un pont, tunnel ou autre moyen de transport. L'invention US005917432A 06/1999 propose un système de trafic de commande d'intersection ou d'une intersection intelligente qui analyse en temps réel des flux de circulation aux intersections existantes afin de déterminer si des voies doivent être ajoutées, allongées, ou doivent disparaître, si les besoins de la géométrie de la voie doivent être modifiés, et si la durée des signaux tricolores doit être raccourcie ou rallongée. L'invention US006577946B2 06/2003 concerne un système de collecte des données trafic via les téléphones cellulaires, pour les systèmes de transport intelligents. L'invention propose un système et un procédé pour contrôler l'écoulement du trafic. Les localisations sont obtenues et continuellement mis à jour à partir à partir des téléphones cellulaires des véhicules. Ces informations sont traitées et utilisées comme une entrée des systèmes de transport intelligents, en particulier en temps réel pour le guidage des conducteurs et pour la gestion des congestions véhiculaires par les systèmes intelligents de contrôle du trafic. L'invention US007685311B2 03/2010 concerne un Géo reporter de trafic intelligent, elle propose un reporter de la circulation qui rassemble des informations en temps réel sur les conditions de circulation dans un réseau et envoie des rapports de trafic pour les gestionnaires. Le reporter de la circulation analyse le réseau et recueille également des informations sur le réseau des gestionnaires de trafic et analyseurs dispersés dans tout le réseau. Ces rapports de trafic fournissent des informations en temps réel sur l'état du réseau pour permettre aux gestionnaires une supervision plus efficace, fiable et rapide. L'invention US007912629B2 03/2011 concerne un procédé, un dispositif et des programmes informatiques pour l'agrégation des mesures de trafic à partir des lignes de voyage virtuelles et des téléphones mobiles équipés de GPS pour simuler les boucles magnétiques de détection. Le dispositif comprend un processeur qui est capable de déterminer quand un emplacement de mesure spécifié est traversé et de mesurer les données pour une période de temps.

L'invention US008510025B2 08/2013 concerne<sup>3</sup> un système de collecte de données de trafic comprenant au moins deux nœuds, et un poste de traitement central. Le premier nœud comprend un module de communication cellulaire connecté à un premier processeur. Le deuxième nœud comprend un second module de communication de réseau et un module de détection et un dispositif connecté à un deuxième processeur. L'invention US 20100100307A1 04/2010, concerne un processus de collecte des données de trafic et un système de surveillance qui utilise une pluralité de GPS activés sur des appareils mobiles pour transmettre en temps réel le sens de la circulation et la vitesse à un serveur (inférieur à 10 secondes de latence). Le serveur traite l'information en réduisant ainsi la charge et la consommation électrique de calcul des appareils mobiles. Le système utilise un logiciel de reconnaissance de formes de trafic qui reconnaît avec précision les données de trafic valides tout en filtrant les données de trafic indésirables. L'invention US008849309B2 09/2014, concerne un procédé pour fournir des prévisions de temps de transit sur les routes d'un réseau routier contrôlé. Il comprend la réception du temps de transit d'une route prévue calculé par un système de surveillance du trafic routier à l'égard d'au moins une route du réseau routier contrôlé; et la correction de temps de transit reçue de la route prévue sur la base des informations obtenues à partir d'un réseau de communication mobile cellulaire. L'invention MA 20150002 A1 (MA 20150002 A1: Azedine Boulmakoul, et Lamia Karim: Dispositif Système et Procédé de suivi des clients dans les espaces commerciaux. OMPIC Office Marocain de la Propriété Industrielle et Commerciale, 1/2015), décrit un dispositif, système et procédé de suivi des chemins pris par les clients dans les espaces commerciaux. Ce dispositif pourra être exploité pour la génération et le stockage des trajectoires des objets mobiles telles qu'elles sont définies dans cette invention. Certains travaux de recherches sous forme de publications internationales, développés par l'équipe du Professeur A. Boulmakoul concernent les systèmes de transport intelligents temps réel et qui ne sont pas reproduits ou réutilisés dans la présente invention. Ces travaux contribuent à la résolution des problèmes de transport et ne concernent pas l'invention qui sera développée par la suite. **Les résultats de ces travaux scientifiques ne concernent pas les revendications défendus dans la présente invention.** La liste non exhaustive des contributions scientifiques est donnée ci-après :

**Azedine Boulmakoul**, A. Daissaoui, Z. Habbas, First specifications of Urban Traffic-Congestion Forecasting Models, in The 27th international conference on microelectronics (ICM 2015) IEEE, At casablanca 22-23 Nov. 2015 – Morocco.

**Azedine Boulmakoul, Lamia Karim**, Meriem Mandar, Abdelfattah Idri, Abdellah Daissaoui: Towards Scalable Distributed Framework for Urban Congestion Traffic Patterns Warehousing. Applied Comp. Int. Soft Computing 2015: 578601:1-578601:12 (2015).

**Boulmakoul A**, Sellam S: Boulmakoul A., Sellam S. (1993) Intelligent Intersection : Artificial Intelligence and Computer Vision Techniques for Automatic Incident Detection, in Artificial Intelligence in Traffic Engineering, pp. 189-200, 1993, VSP International Science Publisher, Zeist, The Netherlands.. 01/1993; VSP International Science Publisher, Zeist, the Netherlands.

Mohamed Haitam Laarabi, **Azedine Boulmakoul**, Roberto Sacile, Emmanuel Garbolino: A scalable communication middleware for real-time data collection of dangerous goods vehicle activities. Transportation Research Part C Emerging Technologies 11/2014; 48:404 - 417. DOI:10.1016/j.trc.2014.09.006 Elsevier.

**Azedine Boulmakoul**, Adil El Bouziri: *Mobile Object Framework and Fuzzy Graph Modelling to Boost HazMat Telegeomonitoring*. Methods and Tools for Reducing the Risks of Accidents and Terrorist Attack, 01/2012: chapter 5: pages 119-149; Springer Netherlands., ISSN-ISBN: 978-94-007-2683-3

Mohamed Haitam Laarabi, **Azedine Boulmakoul**, Roberto Sacile, Emmanuel Garbolino: *An Overview on an Intelligent Transportation System (ITS) based on Agents, Time-Dependent Network and Fuzzy Travel-Time Cost*. 3rd Edition On Innovation and News Trends in Information Systems (INTIS 2013), Tanger Morocco; 11/2013, ISBN: 978-9954-34-378-4 ISSN: 2351-9215.

**Azedine Boulmakoul**, Haitam Laarabi, Roberto Sacile, Emmanuel Garbolino: *Ranking Triangular Fuzzy Numbers using Fuzzy Set Inclusion Index*. Fuzzy Logic and Applications Lecture Notes in Computer Science Volume 8256, 2013, pp 100-108 - 10th International Workshop, WILF 2013, Genoa, Italy, November 19-22, 2013. Proceedings, Genova Italy; 11/2013, **Springer International Publishing, ISBN 978-3-319-03199-6**.

**Boulmakoul A.** (1994) Approche Logique du Contrôle Symbolique, 9ème Congrès Reconnaissance des Formes et Intelligence Artificielle (RFIA), pp.101-110, 11-14 Janvier 1994. RFIA ; 01/1994

Les publications scientifiques qui supportent le méta-modèle des trajectoires et le procédé informatique de collecte de données trajectoires, ainsi que l'architecture d'un système de tracking d'objets mobiles sont cités ci-dessous :

**Azedine Boulmakoul, Lamia Karim**, Adil Elbouziri, and Ahmed Lbath: A System Architecture for Heterogeneous Moving-Object Trajectory Metamodel Using Generic Sensors: Tracking Airport Security Case Study. IEEE Systems Journal 12/2013; PP (99):1-9. DOI:10.1109/JSYST.2013.2293837

**Azedine Boulmakoul, Lamia Karim**, Ahmed Lbath: A High Performance Scalable Data Collection System for Moving Objects. International Journal of Computer Applications 04/2013; 67(9):36-43. DOI:10.5120/11424-6769

**Azedine Boulmakoul, Lamia Karim**, Ahmed Lbath: Moving Object Trajectories Meta-Model and Spatio-Temporal Queries. DOI: 10.5121/ijdms.2012.4203.

D'autres travaux concernant la gestion des congestions fondés sur d'autres approches sont listés ci-dessous :

Scemama, G. and Carles, O., CLAIRE-SITI, public and road transport network management control: a unified approach, in Road Transport Information and Control, 2004. RTIC 2004. 12th IEE International Conference, pp.11-18, 20-22 April 2004, doi: 10.1049/cp: 20040002.

Bell MC, Scemama G, Ibbetson LJ, CLAIRE: An Expert System for Congestion Management, in Advanced Telematics in Road Transport: Proceedings of the EC: DRIVE Conference, Volume: 1, Pages: 596-614, February 1991, Elsevier.

G. Scemama and B. Foraste, An expert system approach to traffic congestion, Recherche, transports, sécurité RTS, p. 17-22, 1986-9, Issue Number: 11, ISSN: 0291-8439, OCLC: 10557190.

TRB, Quantifying congestion, Vol. 1. NCHRP Report 398, 1997.

OECD, Managing Urban Traffic Congestion, European Conference of Ministers of Transport, OECD/ECMT 2007, – ISBN 978-92-821-0128-5 - © ECMT, 2007.

Les efforts de la recherche et de développement dans le domaine de la gestion des congestions des réseaux urbains sont constatés chez les industriels et les opérateurs publics. L'industrie de régulation de trafic propose actuellement des technologies permettant la communication entre les véhicules et l'infrastructure routière. La technologie actuelle des smartphones équipés de GPS et des technologies NFC, permet aussi l'échange des données de position et de mouvement avec les véhicules via la communication à courte portée. **A ce jour les revendications explicitées dans cette invention n'ont pas été considérées dans des travaux scientifiques ou brevets existants.** La présente invention se veut simple et agile pour sa mise en place et espère apporter une nouvelle vision pragmatique à la gestion intelligente temps réel des congestions des réseaux urbains.

# Exposé technique de l'invention

5

## NOTATION ET ACRONYME

**iTmS<sub>2</sub>C** : Intelligent Traffic Management System for Smart Cities

Nombre flou gaussien (**figure 1**)  $GFN(m, \sigma)$  :

$v_{i,t}$  La vitesse à l'instant  $t$  du  $i^{\text{ème}}$  véhicule entrant dans la zone de détection virtuelle correspondant à un élément de la route (tronçon ou des parties de tronçons).

$(\overline{v_{i,t}})$  La vitesse moyenne de  $v_{i,t}$  sur une période de temps.

$\sigma(v_{i,t})$  L'écart type sur une période de temps associée aux vitesses  $v_{i,t}$ .

$\widetilde{v_{i,t}}$  La vitesse floue gaussienne associée à la vitesse  $v_{i,t}$ .

$\overline{v_{l,t}}$  Vitesse moyenne sur la zone de détection virtuelle  $l$ , à l'instant  $t$ .

$v_{max}$  vitesse maximale pratiquée sur la zone de détection virtuelle.

$$\widetilde{v_{i,t}} = GFN(\overline{v_{i,t}}, \sigma(v_{i,t}))$$

$\alpha$  Un paramètre d'agrégation de l'e-phéromone.

$\ominus$  : Correspond à l'opération de soustraction des nombres flous gaussiens.

$\oplus$ : Correspond à l'opération d'addition des nombres flous gaussiens.

$\otimes$ : Correspond à l'opération produit des nombres flous gaussiens.

$l$  : zone de détection virtuelle.

$L(l)$  Longueur de la zone  $l$ .

$\eta(l, T) = |N(\}t - T, t\})|$  Nombre de véhicules présents dans la zone de détection virtuelle  $l$  durant l'intervalle de temps  $\}t - T, t\}$ .

$\widehat{\varrho}(t, l)$  La quantité de l'e-phéromone floue gaussienne du trafic déposée par les véhicules. Elle correspond à la densité générée par les véhicules pour la période T. Les vitesses faibles génèrent une quantité importante de l'e-phéromone floue, les grandes vitesses ne laissent pas assez de trace de phéromone.

Sur la période  $]t - T, t]$   $\widehat{\varrho}(t, l) = \frac{\alpha}{|N(]t-T, t])|} \times \bigoplus_{i \in N(]t-T, t])} \left( \left( 1 \ominus \frac{\widetilde{v}_i}{v_{max}} \right) \right)$

$\lambda(t) = \left( 1 \ominus \frac{(\widetilde{v}_{l,t})}{v_{max}} \right)$  Coefficient de dissipation de l'e-phéromone floue gaussienne.

$\widehat{\omega}(t, l)$  Correspond à la force de diffusion de l'e-phéromone floue de la zone de détection virtuelle notée l, à l'instant t.

$\widetilde{\sigma}(t, l)$  Correspond à la force de l'e-phéromone floue de la zone de détection virtuelle l, à l'instant t.

$\widetilde{\sigma}(t + 1, l) = \lambda(t) \otimes \widetilde{\sigma}(t, l) \oplus \widehat{\varrho}(t, l) \oplus \widehat{\omega}(t, l)$  : Équation dynamique de la dissipation de l'e-phéromone floue de la zone de détection virtuelle.

$\mu_j^l$  Paramètre de diffusion de l'e-phéromone floue.

$\mu_j^l$  Paramètre de diffusion de convergence de l'e-phéromone floue (j est en amont de l).

$\delta_j^l$  Paramètre de diffusion de divergence de l'e-phéromone floue (j est en aval de l).

$\pi_j^l$  Le débit directionnel divergent du flux allant du tronçon j vers le tronçon l.

$\pi_j^l$  Le débit directionnel du flux allant du tronçon j vers le tronçon l.

C : paramètre de saturation.

$\Gamma^{-1}(l)$  Ensemble des tronçons routiers en amont du tronçon l.

$$\delta_j^l = \begin{cases} 0 & \text{si } \widetilde{\sigma}(t, j) > C \\ \frac{\pi_j^l}{\widetilde{\sigma}(t, j)} & \text{sinon} \end{cases}$$

$$\mu_j^l = \begin{cases} \pi_j^l & \text{si } \widetilde{\sigma}(t, l) < C \\ \frac{\pi_j^l}{\widetilde{\sigma}(t, l)} & \text{sinon} \end{cases}$$

$\widehat{\omega}(t + 1, l) = \bigoplus_{j \in \Gamma^{-1}(l)} \left[ \left( \frac{\mu_j^l}{|\Gamma^{-1}(l)|} \right) \times \widetilde{\sigma}(t, j) \oplus \widehat{\omega}(t, j) \right]$  : La fonction de transition de la diffusion de l'e-phéromone floue.



# Processus de configuration des zones de détection virtuelles et de calcul de l'e-phéromone gaussienne floue

## Description du processus

Le processus de calcul de l'e-phéromone gaussienne floue d'une zone virtuelle de détection est fondé sur les méthodes données ci-dessous :

### Méthode 1 : Configurations de zones virtuelles de détection

Pour cette méthode, les zones virtuelles à positionner sur le réseau spatial routier correspondent généralement aux tronçons d'entrée et/ou de sorties des carrefours à feux. Ces marqueurs virtuels en interaction avec le passage des véhicules équipés de dispositif de géolocalisation au voisinage de ces zones virtuelles de détection permettent de calculer l'e-phéromone gaussienne floue. La configuration des zones de détection virtuelles est réalisée dans la base de données spatiale (map géographique du réseau urbain routier). La description schématique des zones de détection virtuelles est donnée dans la **figure 2**.

### Méthode 2 : le processus de calcul des variables d'état et de l'e-phéromone gaussienne floue des zones de détection virtuelles

Lors du franchissement des véhicules géolocalisables de la zone de détection virtuelle et tant que ces mêmes véhicules persistent dans la zone de détection pour une période donnée (inférieur à une minute), un processus d'élaboration des moyennes ( $\overline{v_{i,t}}$ ) et d'écart type  $\sigma(v_{i,t})$  des vitesses est déclenché. Ce processus permet aussi d'associer à chaque véhicule sa vitesse floue gaussienne obtenue comme suit :  $\widetilde{v_{i,t}} = GFN(\overline{v_{i,t}}, \sigma(v_{i,t}))$ . La condition d'appartenance à tout instant d'un véhicule  $w$  à la zone de détection virtuelle  $l$  est :  $[w \in l] \wedge [(\overline{v_{i,t}}) \times 60 < L(l)]$  (**figure 8**)

Le même processus fournit la valeur  $\overline{v_{i,t}}$  qui correspond à la vitesse moyenne observée sur la zone de détection virtuelle  $l$ , à l'instant  $t$ .

### Méthode 3: Schéma de calcul de dépôt, de dissipation et de diffusion de l'e-phéromone gaussienne floue d'une zone de détection virtuelle

#### Dépôt d'un véhicule de l'e-phéromone gaussienne floue d'une zone de détection virtuelle

Chaque véhicule dépose une quantité floue de l'e-phéromone gaussienne floue selon la formule suivante :

$$\alpha \left( \left( 1 \ominus \frac{\widetilde{v_{i,t}}}{v_{max}} \right) \right)$$

L'agrégation de cette quantité sur l'ensemble de la zone de détection virtuelle est calculée comme suit : Sur la période  $]t - T, t]$   $\varrho(\overline{t}, l) = \frac{\alpha}{|N(]t-T, t])|} \times \bigoplus_{i \in N(]t-T, t])} \left( \left( 1 \ominus \frac{\widetilde{v_i}}{v_{max}} \right) \right)$

### La dissipation de l'e-phéromone gaussienne floue d'une zone de détection virtuelle

L'équation dynamique de dissipation de l'e-phéromone gaussienne floue d'une zone de détection virtuelle est donnée par :

$\tilde{\sigma}(t+1, l) = \lambda(t) \otimes \tilde{\sigma}(t, l) \oplus \widetilde{\varrho}(t, l) \oplus \widetilde{\omega}(t, l)$ , où  $\lambda(t) = \left(1 \ominus \frac{(\overline{v}_{l,t})}{v_{max}}\right)$  correspond au coefficient de dissipation de l'e-phéromone floue gaussienne. La valeur de  $\lambda(t)$  chute avec les grandes vitesses pratiquées dans la zone de détection virtuelle.

### La diffusion de l'e-phéromone gaussienne floue entre zones de détection virtuelles

Cette diffusion exprime la communication distribuée de l'e-phéromone entre les zones de détection. Elle est donnée par la fonction de transition de la diffusion de l'e-phéromone floue :

$$\widetilde{\omega}(t+1, l) = \oplus_{j \in \Gamma^{-1}(l)} \left[ \left( \frac{\mu_j^l}{|\Gamma^{-1}(l)|} \right) \times \tilde{\sigma}(t, j) \oplus \widetilde{\omega}(t, j) \right] \ominus \oplus_{j \in \Gamma(l)} \left[ \left( \frac{\delta_j^l}{|\Gamma(l)|} \right) \times \tilde{\sigma}(t, j) \oplus \widetilde{\omega}(t, j) \right]$$

$$\text{Où } \mu_j^l = \begin{cases} \pi_j^l & \text{si } \tilde{\sigma}(t, l) < C \\ \frac{\pi_j^l}{\tilde{\sigma}(t, l)} & \text{sinon} \end{cases}$$

$$\delta_j^l = \begin{cases} \frac{\pi_j^l}{\tilde{\sigma}(t, j)} & \text{si } \tilde{\sigma}(t, j) > C \\ \pi_j^l & \text{sinon} \end{cases}$$

### Méthode 4: Agrégation l'e-phéromone gaussienne floue des zones de détection virtuelles appartenant à la même artère de trafic d'un réseau urbain

L'e-phéromone gaussienne floue est quantifiée dans chaque zone de détection virtuelle associée à un tronçon routier du réseau. L'agrégation de ces quantités sur un itinéraire de type artère est aussi quantifiée par un nombre flou gaussien.

Soit  $\Pi$  un itinéraire constitué de zones de détection virtuelles appartenant à une même artère A (un boulevard par exemple). Nous avons les formules de calcul suivantes :

#### Dépôt de l'e-phéromone gaussienne floue de l'itinéraire $\Pi$

$$\widetilde{\varrho}(t, \Pi) = \oplus_{l \in \Pi} (\widetilde{\varrho}(t, l))$$

$$\widetilde{\varrho}(t, l) = GFN \left( \eta(l, T) \times \left( 1 - \frac{(\overline{v}_{l,t})}{v_{max}} \right), \frac{\sigma(v_{l,t})}{\eta(l, T)} \right)$$

$$\widetilde{\varrho}(t, \Pi) = GFN \left( \eta(l, T) \times \sum_{l \in \Pi} \left( 1 - \frac{(\overline{v}_{l,t})}{v_{max}} \right), \sqrt{\left( \sum_{l \in \Pi} \left( \frac{\sigma(v_{l,t})}{\eta(l, T)} \right)^2 \right)} \right)$$

#### La dissipation de l'e-phéromone gaussienne floue de l'itinéraire $\Pi$

$$\tilde{\sigma}(t+1, \Pi) = \oplus_{l \in \Pi} (\tilde{\sigma}(t+1, l))$$

#### La propagation de l'e-phéromone gaussienne floue de l'itinéraire $\Pi$

$$\widetilde{\omega}(t+1, l) = \oplus_{l \in \Pi} (\widetilde{\omega}(t+1, l))$$

### Méthode 5: Détection de l'état de congestion floue au sens l'e-phéromone gaussienne floue d'un itinéraire

Un itinéraire  $\Pi$  est dit congestionné si la valeur de son dépôt de l'e-phéromone gaussienne floue est supérieure à une valeur seuil gaussienne floue  $\tilde{\lambda}$  avec une confiance  $\alpha$ .

$$\tilde{\lambda} = GFN(m_\lambda, \sigma_\lambda), \varrho(\tilde{t}, \Pi) > \tilde{\lambda}$$

La situation de congestion de l'itinéraire est réalisée selon le processus définie ci-dessous :

Nous allons définir la condition de congestion par la formule  $C_\Pi^\alpha = [p(\varrho(\tilde{t}, \Pi) > \tilde{\lambda}) \geq \alpha]$ , i.e, la probabilité que l'événement  $\varrho(\tilde{t}, \Pi) > \tilde{\lambda}$  soit vraisemblable de niveau de confiance  $\alpha$ .

$$\text{Nous avons } \varrho(\tilde{t}, \Pi) = GFN\left(\eta(T) \times \sum_{l \in \Pi} \left(1 - \frac{(\overline{v}_{l,t})}{v_{max}}\right), \sqrt{\left(\sum_{l \in \Pi} \left(\frac{\sigma(v_{i,t})}{\eta(l,T)}\right)^2\right)}\right)$$

$$\text{Soit } \Delta = \varrho(\tilde{t}, \Pi) - \tilde{\lambda}$$

$$\Delta = GFN\left(\left(\eta(T) \times \sum_{l \in \Pi} \left(1 - \frac{(\overline{v}_{l,t})}{v_{max}}\right) - m_\lambda\right), \sqrt{\left(\sigma_\lambda^2 + \sum_{l \in \Pi} \left(\frac{\sigma(v_{i,t})}{\eta(l,T)}\right)^2\right)}\right)$$

$$\text{posons } \left(m_\Delta = \eta(T) \times \sum_{l \in \Pi} \left(1 - \frac{(\overline{v}_{l,t})}{v_{max}}\right) - m_\lambda\right)$$

$$\text{posons } \sigma_\Delta = \sqrt{\left(\sigma_\lambda^2 + \sum_{l \in \Pi} \left(\frac{\sigma(v_{i,t})}{\eta(l,T)}\right)^2\right)}$$

$$\text{Soit } \bar{\Delta} = \left(\frac{(\Delta) - (m_\Delta)}{\sigma_\Delta}\right) = GFN(0, 1)$$

$$C_\Pi^\alpha = [p(\varrho(\tilde{t}, \Pi) > \tilde{\lambda}) \geq \alpha] = \left[p\left(\bar{\Delta} > \frac{-(m_\Delta)}{\sigma_\Delta}\right) \geq \alpha\right] = \left[p\left(\bar{\Delta} < \frac{m_\Delta}{\sigma_\Delta}\right) \geq \alpha\right]$$

Pour un degré de confiance  $\alpha$ , la table de loi normale donne la valeur associée à la probabilité. Par exemple pour la confiance  $\alpha = 85\%$  alors la table donne la valeur 1,04. Dans ce cas la valeur calculée  $\left(\frac{(\Delta) - (m_\Delta)}{\sigma_\Delta}\right)$  doit être supérieure ou égale à 1,04, et par conséquent il y aura une situation de congestion détectée.

## Méthode 6: Régulation par commandes symboliques floues d'un itinéraire surveillé par des zones de détection virtuelles appartenant à la même artère de trafic d'un réseau urbain

Soit  $\Theta$  l'ensemble des itinéraires caractérisés comme important au sens de la régulation d'un réseau de trafic urbain (les grands boulevards, les grandes artères de dégagement, les grands axes fonctionnels de transport de flux de/vers zones résidentielles, les grands axes fonctionnels de transport de flux de/vers des zones a axes autoroutiers, etc.). Soit  $\Theta = \{\Pi_i | i = 1..m\}$

On définit l'ensemble des actions symboliques  $\Omega = \{\bowtie(A, \ominus), \bowtie(A, \oplus), \bowtie(A, \odot)\}$ , où

$\bowtie(A, \odot)$  Action « neutre » sur le carrefour A, qui signifie de garder la régulation encours.

$\bowtie(A, \oplus)$  Action « augmenter le vert d'une quantité fixe de l'ordre de 5 secondes » sur le carrefour A, qui signifie la modification de la régulation encours, par dilatation du cycle des feux à la faveur de l'axe du carrefour en question.

$\bowtie(A, \ominus)$  Action « diminuer le vert de 5 secondes » sur le carrefour A, qui signifie la modification de la régulation encours, en gardant le même cycle à la faveur du carrefour en question et de diminuer la durée de vert pour l'axe relatif à la zone de détection virtuelle en entrée du carrefour.

On définit une liste triée des artères de l'ensemble  $\Theta$ , notée  $\vec{\Theta}$ . Le tri est réalisé par les experts de la régulation de la ville (selon les critères : débit de trafic journalier, importance fonctionnelle de l'artère, la longueur de l'artère, etc.).

### Chaque période de trois minutes faire

{  
- Calculer le dépôt de l'e-phéromone gaussienne floue de la zone de détection virtuelle de chaque itinéraire de l'ensemble  $\vec{\Theta}$ .

- Former la liste des itinéraires en état de congestion floue selon la méthode 5.

- Soit  $\hat{\Theta}$  la liste triée des itinéraires en état de congestion floue issue de la liste triée initiale  $\vec{\Theta}$

Tant que la liste  $\hat{\Theta}$  n'est pas vide faire

{

$\Pi$  = itinéraire au début de la liste  $\hat{\Theta}$

Pour toute zone  $\Pi_\kappa$  de détection virtuelle de l'itinéraire  $\Pi$  faire

{ Soit  $\gamma_\kappa$  le carrefour à la sortie de  $\Pi_\kappa$  (carrefour aval)

Si  $\Pi_\kappa$  est congestionné alors Activer l'action symbolique  $\bowtie(\gamma_\kappa, \oplus)$  sur le carrefour  $\gamma_\kappa$  de l'axe du même sens de trafic que  $\Pi_\kappa$  et mémoriser l'état du carrefour à l'instant  $t$  : état( $t, \Pi_\kappa, \oplus, \varrho(\overline{t, \Pi_\kappa})$ , congestionné). La durée du cycle ne dépassera en aucun cas une valeur limite (120 secondes).

Si  $\Pi_\kappa$  est Hautement Fluide alors Activer l'action symbolique  $\bowtie(\gamma_\kappa, \ominus)$  sur le carrefour  $\gamma_\kappa$  de l'axe du même sens de trafic que  $\Pi_\kappa$  et mémoriser l'état du carrefour de l'instant  $t$  : état( $t, \Pi_\kappa, \gamma_\kappa, \ominus, \varrho(\overline{t, \Pi_\kappa})$ , HFluide). La durée du cycle est toujours supérieure ou égale à une valeur limite (cycle normal du contrôleur).

Si  $\Pi_\kappa$  est Fluide activer l'action  $\bowtie(\gamma_\kappa, \odot)$  sur le carrefour  $\gamma_\kappa$  de l'axe du même sens de trafic que  $\Pi_\kappa$  et mémoriser l'état du carrefour de l'instant  $t$  : état( $t, \Pi_\kappa, \gamma_\kappa, \odot, \varrho(\overline{t, \Pi_\kappa})$ , Fluide)

}

Enlever l'itinéraire  $\Pi$  de  $\hat{\Theta}$

}

}

## Les activités de base

La présente invention concerne un système de transport intelligent flou temps réel agile pour l'aide à la gestion des congestions du trafic en site urbain. Le système permet la génération de l'e-phéromone floue gaussienne sur les artères du réseau de transport et ce par le biais du calcul de variables d'état floues du trafic et l'exploitation du paradigme des structures organisées intelligentes de type fourmi. Le modèle dynamique de la propagation des congestions est réalisé par une structure algébrique originale de nombres flous gaussiens, conçu pour cette exigence et assure la prédiction des congestions sur un horizon court. L'invention propose aussi un processus de contrôle symbolique de trafic pour contribuer à la réduction globale de la congestion du réseau. Le système proposé implique un certain nombre d'activités développées ci-dessous :

**Activité 1 :** Le lancement du processus de génération de l'e-phéromone flou gaussien exige en premier lieu la configuration et la définition du contexte d'évaluation, de préparation de données, de collecte des données et de prétraitement. Le contexte est défini par (**figures : 2-5**):

1. Le périmètre d'étude, à savoir : le réseau de transport concerné, les itinéraires du réseau à superviser, le système de régulation concerné, la période de temps de la collecte.
2. Choix des tronçons auxquels seront associés des zones de détection virtuelles.
3. Configuration des localisations des zones de détection virtuelles associées aux tronçons, selon la méthode 1.

Cette activité est matérialisée par un composant logiciel intégré dans le système globale et mettant en place les éléments nécessaires pour satisfaire ses objectifs.

**Activité 2 :** Les éléments introduits lors de l'activité 1 seront exploités pour lancer un procédé de calcul des variables d'état à base des vitesses et de l'e-phéromone gaussienne floue des zones de détection virtuelles. La simulation de type microscopique est envisagée pour générer les données véhicule. Cette activité est supportée par les instructions fournies dans la méthode 2 (**figures 6-10**).

**Activité 3 :** En temps réel et sur la période de temps arrêtée glissant (paramètre à fixer : 30 secondes par exemple), cette activité concerne les procédures de calcul de dépôt, de dissipation et de diffusion de l'e-phéromone gaussienne floue d'une zone de détection virtuelle. Elle se déroule selon les instructions formulées dans la méthode 3 (**figure 9**).

**Activité 4 :** Cette activité intéresse le processus d'agrégation de l'e-phéromone gaussienne floue des zones de détection virtuelles appartenant à la même artère de trafic d'un réseau urbain. Elle est réalisée selon les principes définis par la méthode 4 (**figures 9, 12**).

**Activité 5 :** Cette activité développe les procédures de détection de l'état de congestion floue au sens l'e-phéromone gaussienne floue d'un itinéraire. Elle est cadrée par la méthode 5 (**figure 8, 15**).

**Activité 6 :** Cette activité développe la régulation par des commandes symboliques floues d'un itinéraire surveillé par des zones de détection virtuelles appartenant à la même artère de trafic d'un réseau urbain. Elle est réalisée selon les instructions de la méthode 6 (**figures 12-14**).

**Activité 7 :** C'est l'activité de déploiement sur le terrain et en temps réel des processus de l'activité 5, intégration des composants logiciels pour la mise en œuvre de la solution (**figures 6-7**).

**Activité 8 :** Génération des résultats au sens interface homme machine issues du déploiement des tâches des activités 1-6. Persistance des résultats en format json pour l'écosystème Hadoop MongoDB (**figure 11**).

## Description sommaire des figures

**La figure 1** présente un nombre flou gaussien

**La figure 2** montre l'association des zones de détection virtuelles aux tronçons de carrefours d'un réseau urbain.

**La figure 3** décrit l'architecture de communication du système. Elle met en valeur les dispositifs de communication véhicule serveur central (via GPRS-internet ou réseau propriétaire du centre de contrôle de trafic de la ville).

**La figure 4** détaille un réseau annoté des zones de détection virtuelles amont/aval de carrefours.

**La figure 5** développe le modèle de données objet du système proposé. Dans ce modèle sont considérés les éléments du réseau routier, les zones de détection virtuelles et les smart véhicules équipés de d'équipement de géolocalisation et mettant en œuvre le système (partie embarqué) proposé dans la présente invention ainsi que les stratégies de calcul de l'e-phéromone flou.

**La figure 6** décrit le diagramme des composants du système proposé.

**La figure 7** concerne le diagramme de déploiement du système et montre les dispositifs engagés dans la solution.

**La figure 8** illustre le procédé de détection des véhicules dans la zone de détection virtuelle. Elle montre aussi la technique de calcul des moyennes mobiles de véhicules pour une période de temps de 30 secondes.

**La figure 9** illustre les activités de génération de l'e-phéromone d'une zone de détection virtuelle.

**La figure 10** illustre la méthode de configuration des zones de détection virtuelles, stockage dans la base de données et l'activation de chargement de ces zones dans les smart phones des véhicules.

**La figure 11** illustre le synoptique générale du système globale et renseigne sur l'éco-système Hadoop MongoDB d'entreposage des données.

**La figure 12** illustre un itinéraire (artère du réseau) balisé par des zones de détection virtuelles.

**La figure 13** schématise la stratégie de régulation à base de commandes symboliques.

**La figure 14** illustre les itinéraires d'un réseau de trafic urbain.

**La figure 15** illustre le diagramme d'interactions de détection et de calcul des vitesses.

## Revendications

1. le système *iTmS<sub>2</sub>C* proposé est caractérisé en ce qu'il comprend : les services d'un système de transport intelligent flou temps réel agile pour l'aide à la gestion, supervision et de contrôle des congestions du trafic dans un réseau urbain. Les services en question consentent la génération de l'e-phéromone floue gaussienne des zones de détection virtuelles définies sur le réseau à contrôler, et ce par le biais d'un processus de calcul fondé sur les schéma de l'évolution de l'e-phéromone modélisée par des nombres flous gaussiens et alimenté par les vitesses floues gaussiennes des véhicules issus des zones de détection virtuelles. L'e-phéromone floue gaussienne traduit l'importance de la congestion causée par les vitesses faibles de véhicules. Ces services assurent les fonctionnalités de commandes symboliques déclinées aux contrôleurs de feux pour réguler intelligemment les situations singulières du trafic. Les fonctionnalités proposées concernent : la configuration et la définition du contexte de supervision, de préparation de données, de collecte des données et de prétraitement (**activité 1**). Le système offre aussi un sous-système de simulation de trafic pour alimenter les zones de détection virtuelles (**activité 2**) et ce en temps réel et en continu. La génération de l'e-phéromone floue gaussienne est aussi proposée (**activités 3-4**). Les vitesses des véhicules et l'e-phéromone floue gaussienne des zones de détection virtuelles sont stockées dans une base de donnée de type entrepôt documents NoSQL. L'entrepôt est exploré pour produire des patterns de trafic pour des analyses statistiques d'évaluation des systèmes de mesures à base de GPS. Le système développe aussi une heuristique de commande symbolique sur les artères stratégiques du réseau (**activités 5-6**). Enfin, le système met en place le mécanisme de déploiement de la solution sur le terrain et en temps réel et donne la possibilité de génération et de stockage des résultats ainsi que la gestion ergonomique de l'interface homme-machine pour les conducteurs (**activités 7-8**).

2. Le système *iTmS<sub>2</sub>C* selon la revendication 1 est caractérisé en ce qu'il comprend la collecte des données, la configuration des zones de détection virtuelles, l'échange des données avec les véhicules intelligents équipé de smart phone avec GPS actif, les prétraitements et le déploiement de la solution de stockage (**activité 1**).

3. Le système *iTmS<sub>2</sub>C* selon la revendication 1 est caractérisé en ce qu'il permet d'élaborer les paramètres de création des vitesses floues gaussiennes nécessaires à la génération de l'e-phéromone floue. Cette revendication se réalise selon l'**activité 2**.

4. Le système *iTmS<sub>2</sub>C* selon la revendication 1 est caractérisé en ce qu'il englobe le processus d'élaboration des vitesses floues et de l'e-phéromone floue des zones de détection virtuelles. Cette revendication se décline selon l'**activité 3**.

5. Le système *iTmS<sub>2</sub>C* selon la revendication 1 est caractérisé en ce qu'il assure la génération de l'e-phéromone floue gaussienne des zones de détection virtuelles définies sur le réseau à contrôler. Cette génération suit trois étapes : le dépôt, la diffusion, la dissipation. La mise en œuvre du processus de génération se fait selon les prérogatives fournies dans les **activités 3-4**.

6. Le système *iTmS<sub>2</sub>C* selon la revendication 1 est caractérisé en ce qu'il garantit le calcul de la commande symbolique qui répond au mieux à l'agrégation artérielle de la quantité de l'e-phéromone floue gaussienne des zones de détection virtuelles définies sur le réseau à contrôler. La commande symbolique concerne les contrôleurs de carrefours. La mise en œuvre du processus de calcul de la commande se fait selon les prérogatives fournies dans l'**activité 6**.

7. Le système *iTmS<sub>2</sub>C* selon la revendication 1 est caractérisé en ce que le stockage et l'analytique sont réalisés dans une technologie NoSQL de type document json. Cette revendication concerne **les activités 7-8**.

8. Le système *iTmS<sub>2</sub>C* selon la revendication 1 est caractérisé en ce que cette activité explore l'entrepôt des trajectoires temporelles des données et produit les mesures de trafic pour des analyses statistiques d'évaluation des systèmes de mesures à base de dispositif embarqué incluant le GPS. Cette revendication se réalise selon **l'activité 8**.

9. Le système *iTmS<sub>2</sub>C* selon la revendication 1 est caractérisé en ce que les sorties des processus du système sont persistantes dans des documents Json pour le format d'échange pour cibler les dispositifs du système et ce selon la démarche déclinée dans **les activités 7-8**.



### Figures

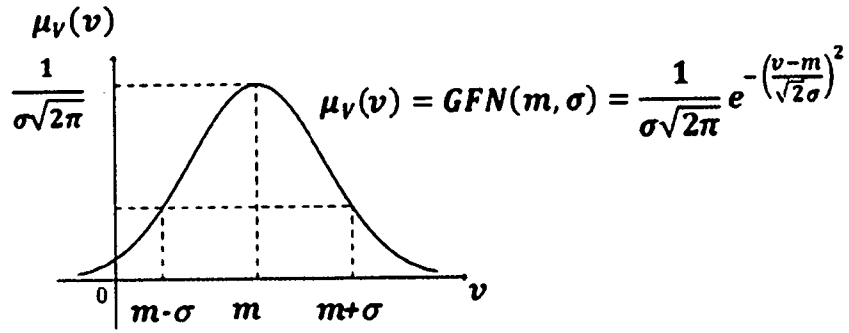


Figure 1.

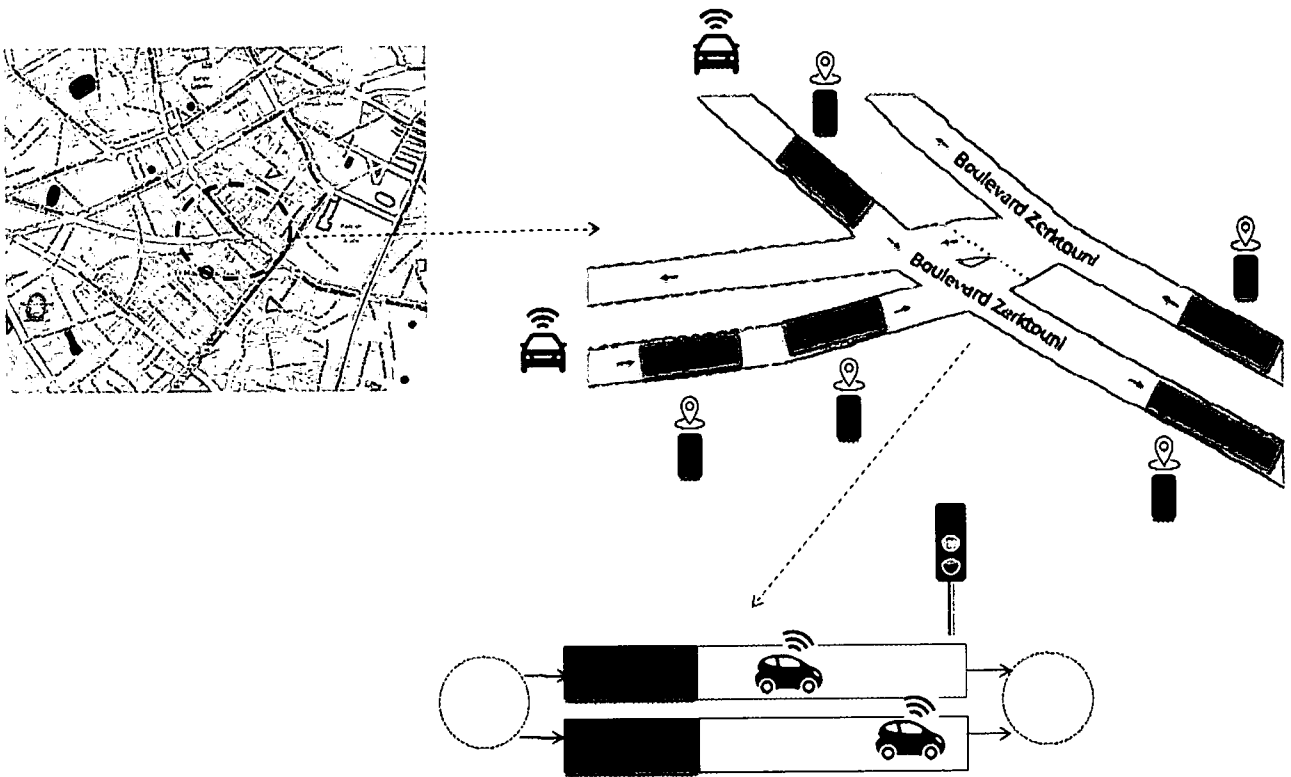


Figure 2.

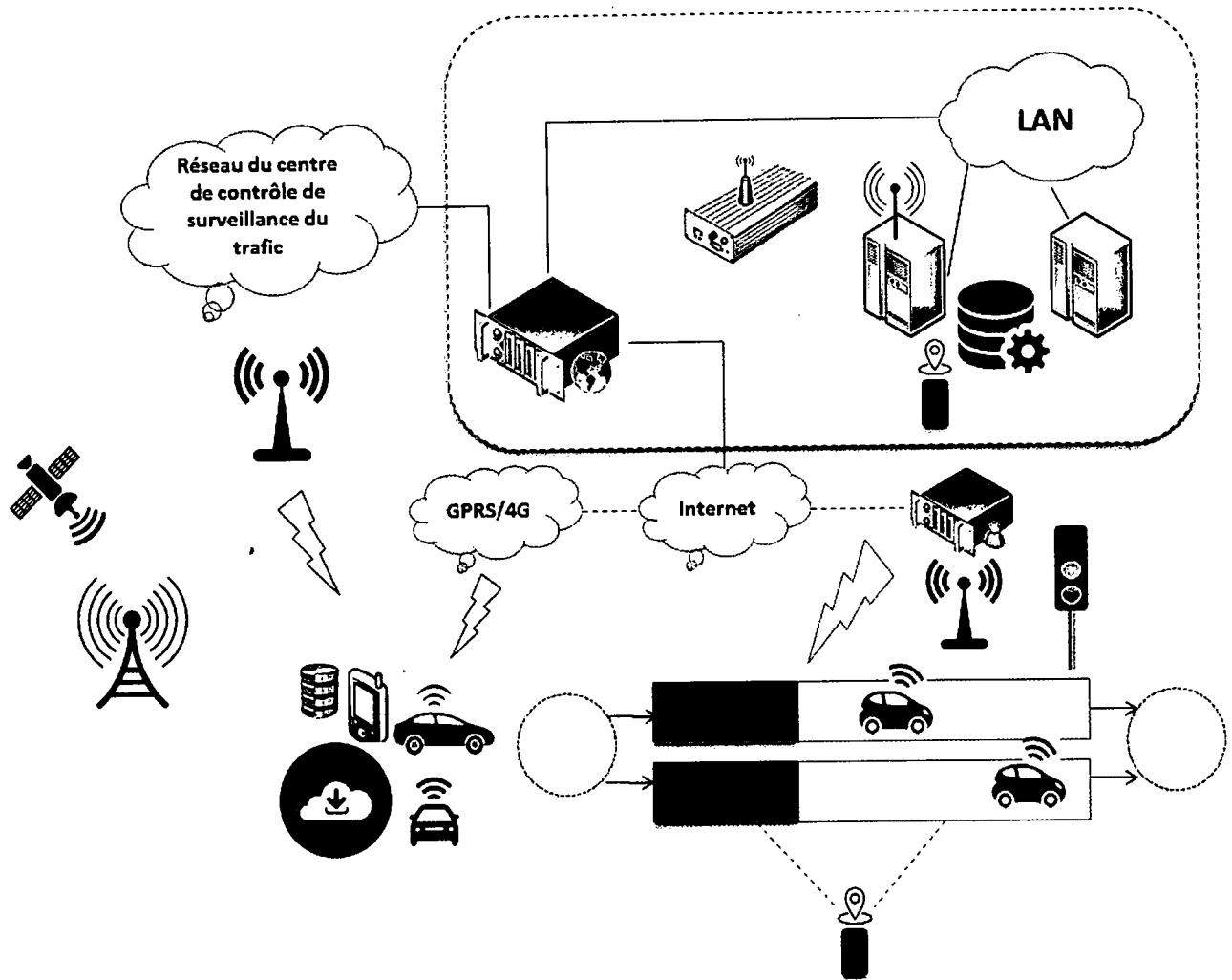


Figure 3.

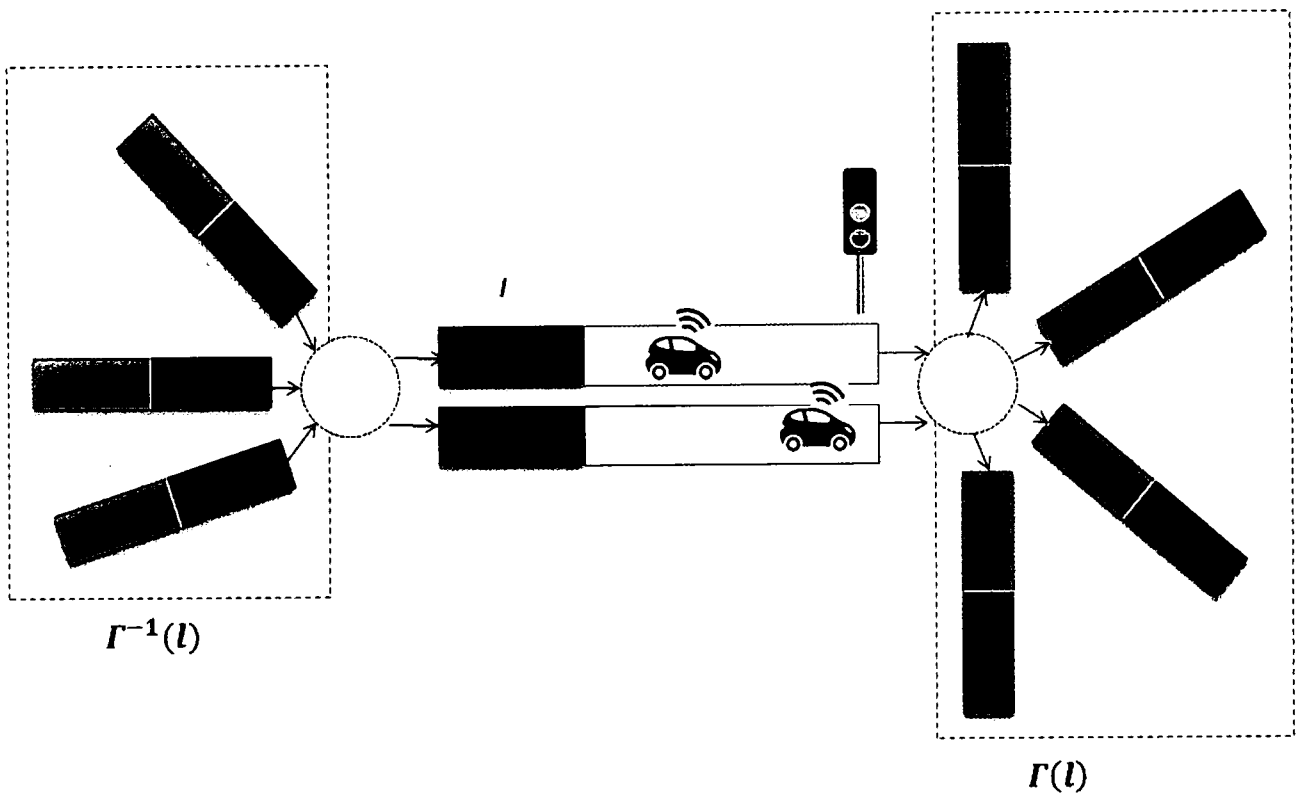


Figure 4.

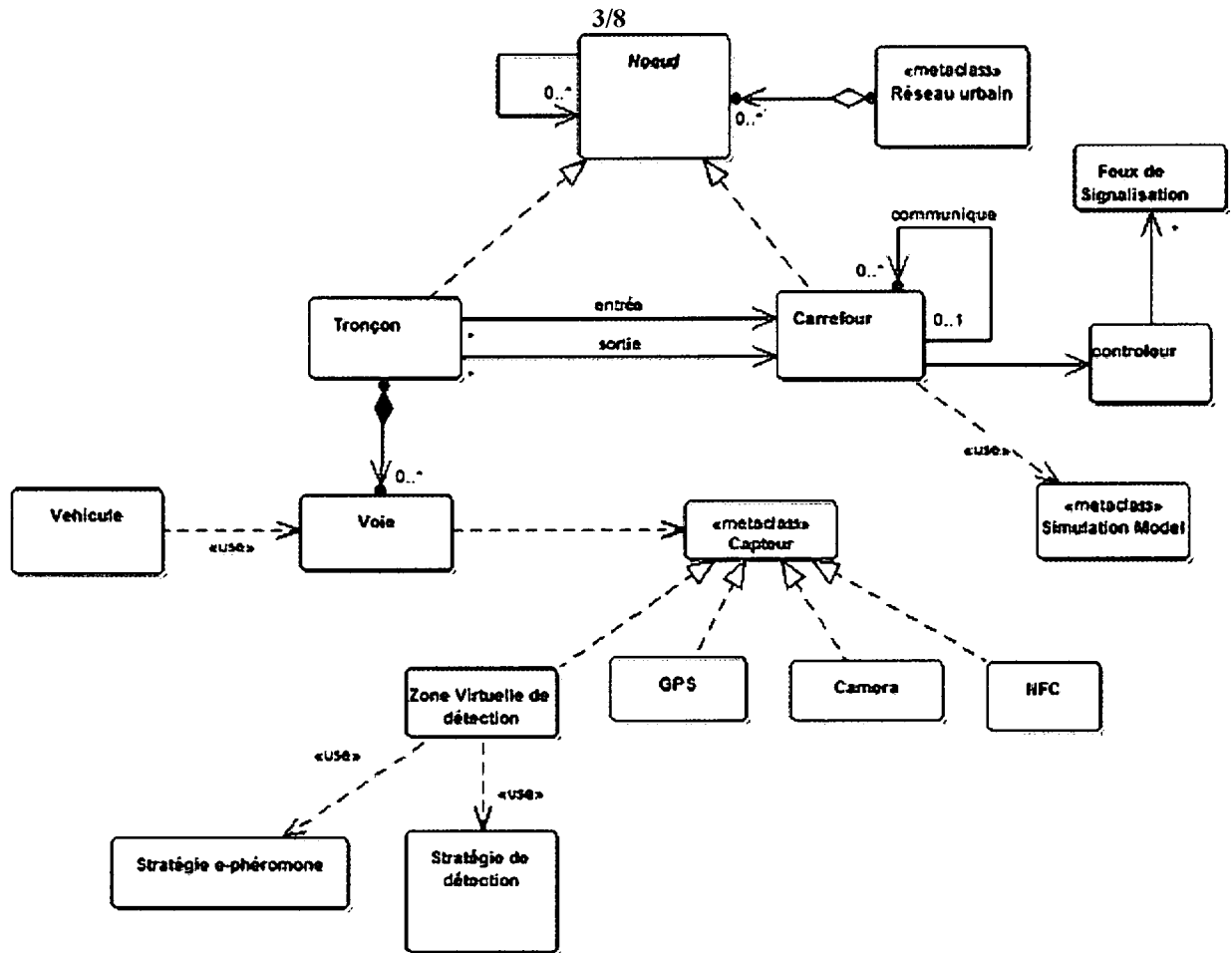


Figure 5.

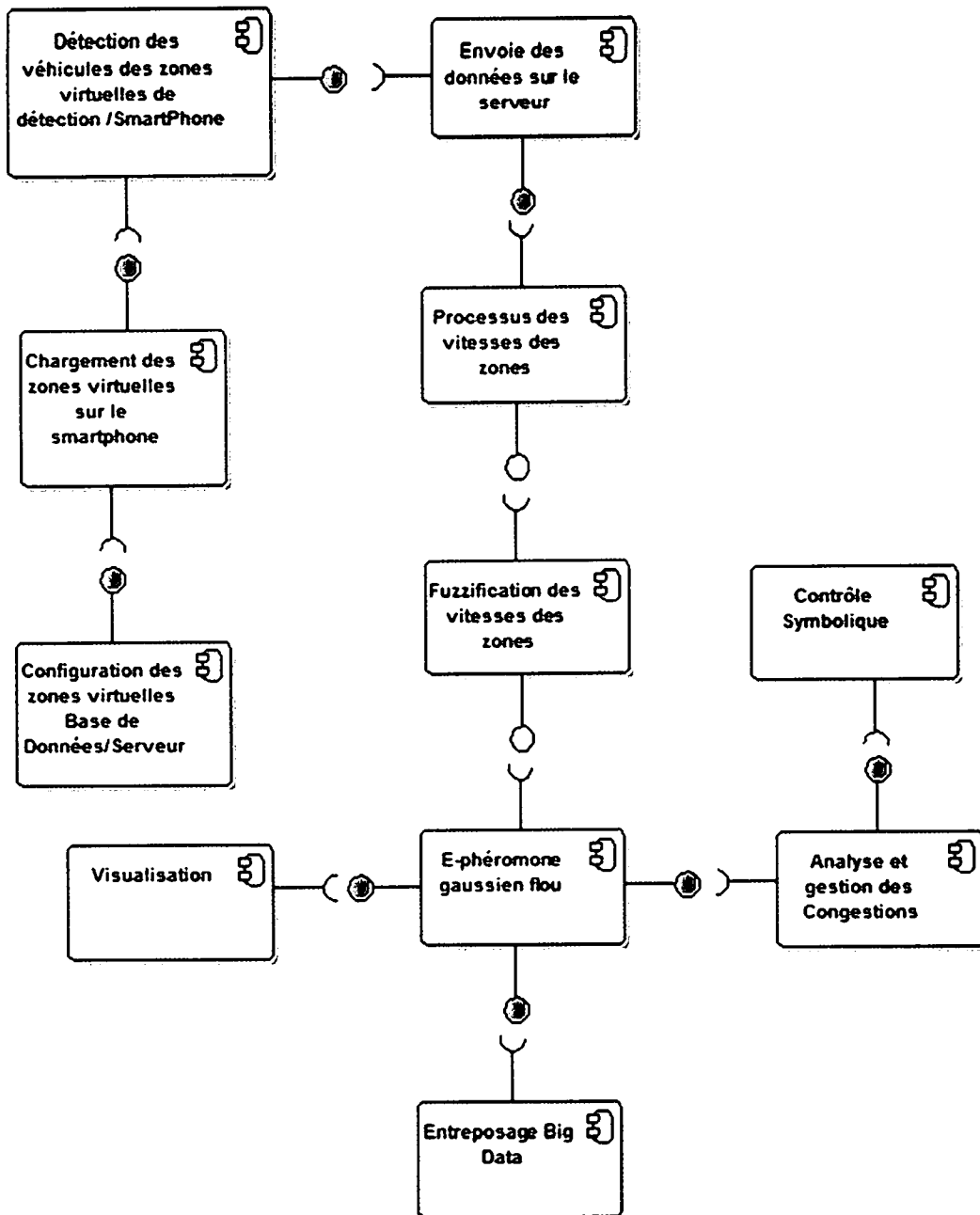


Figure 6.

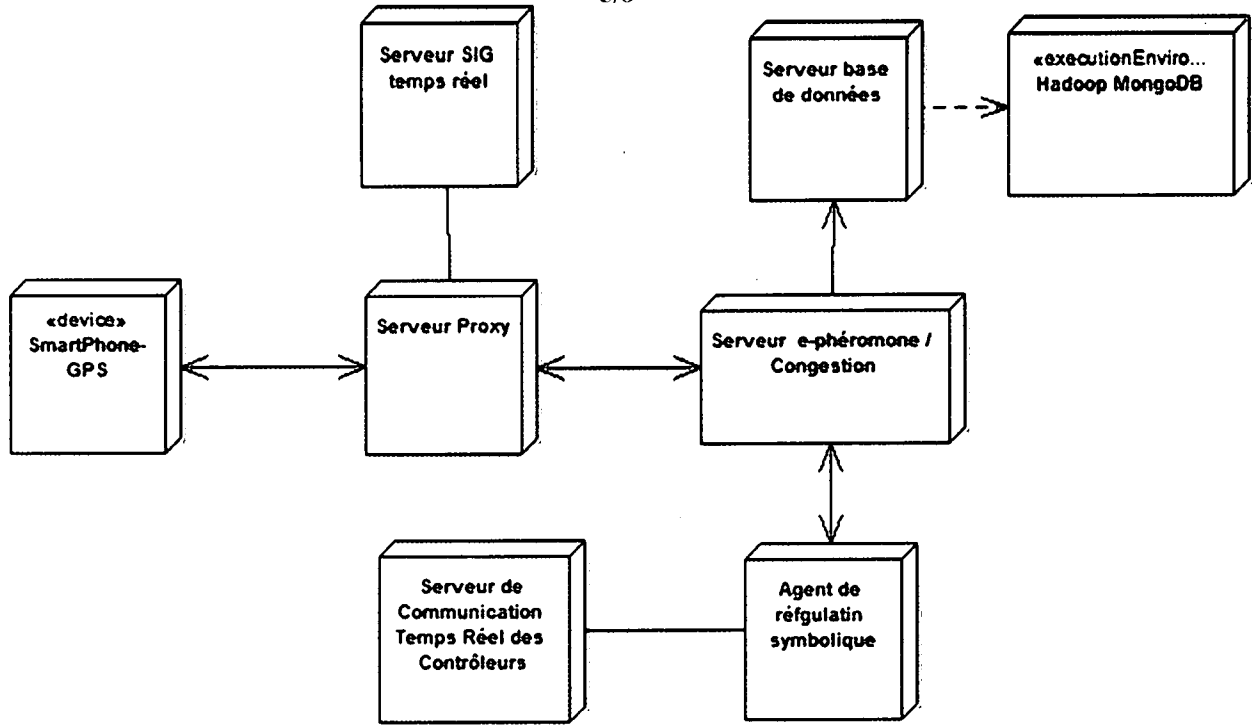


Figure 7.

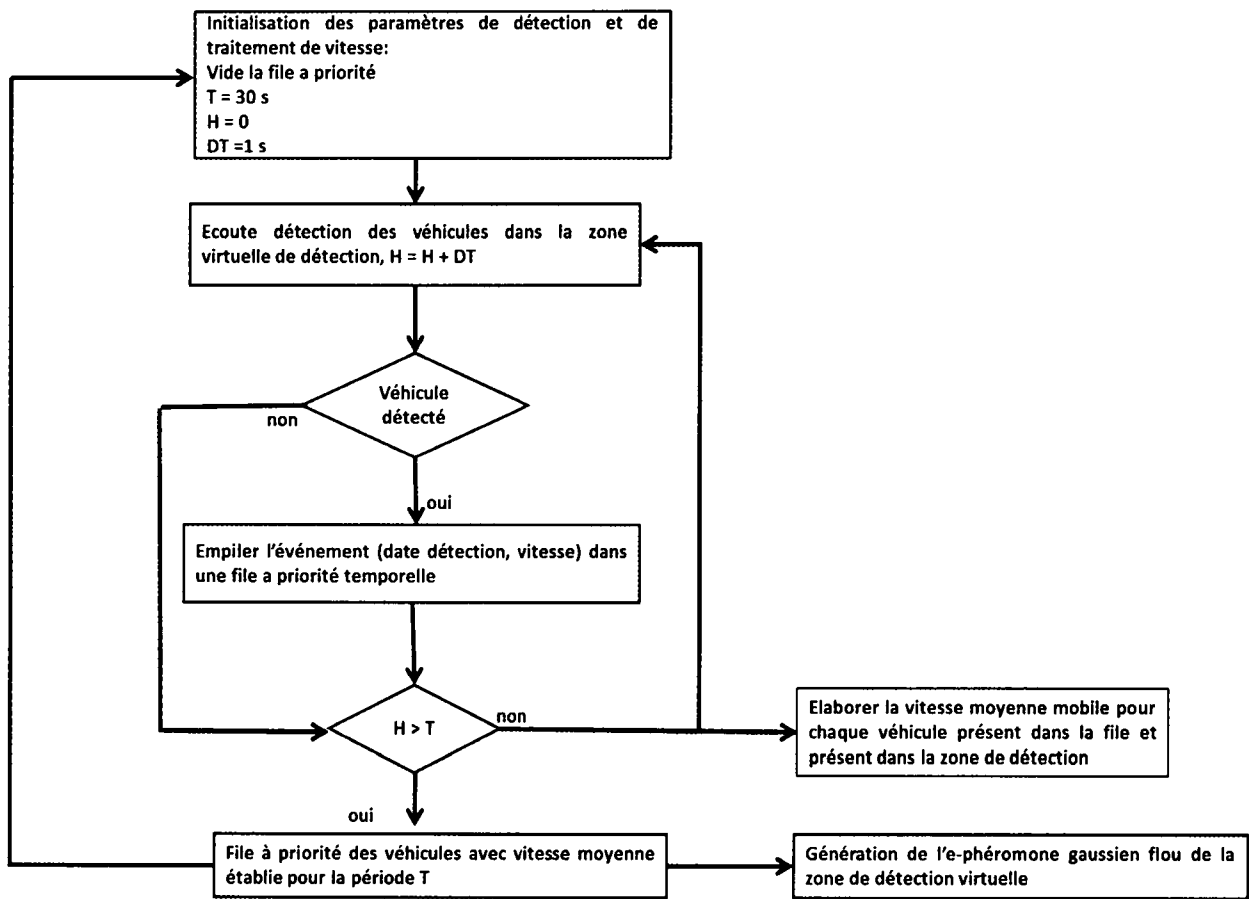


Figure 8.

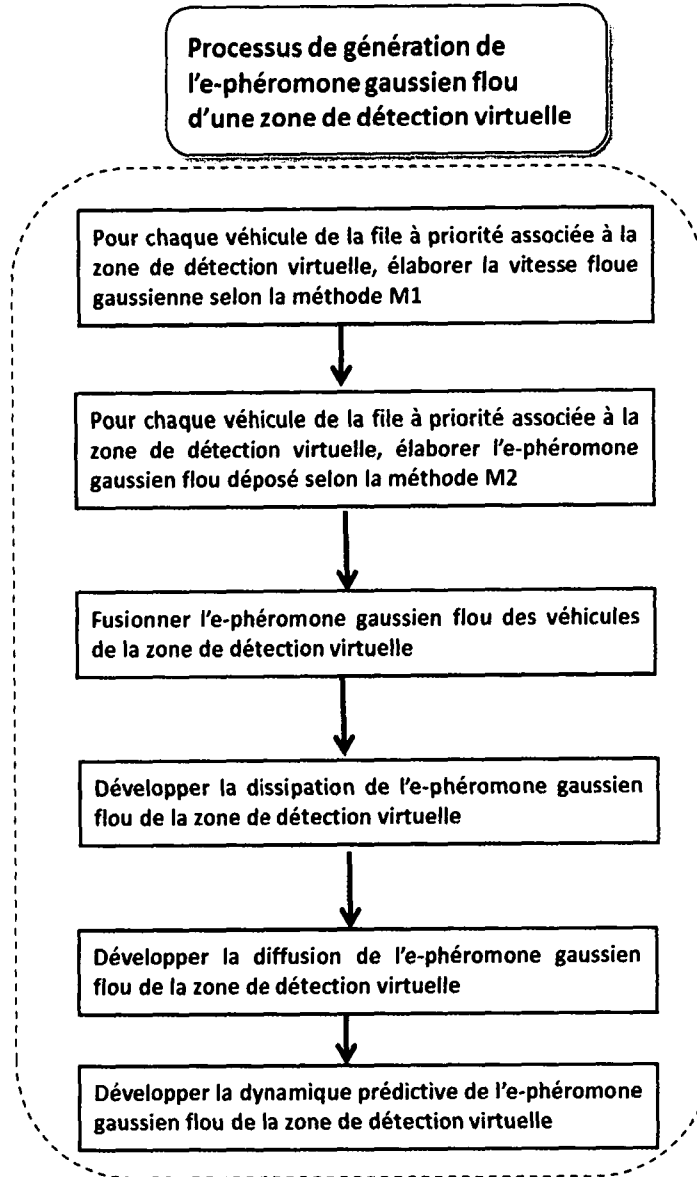


Figure 9.

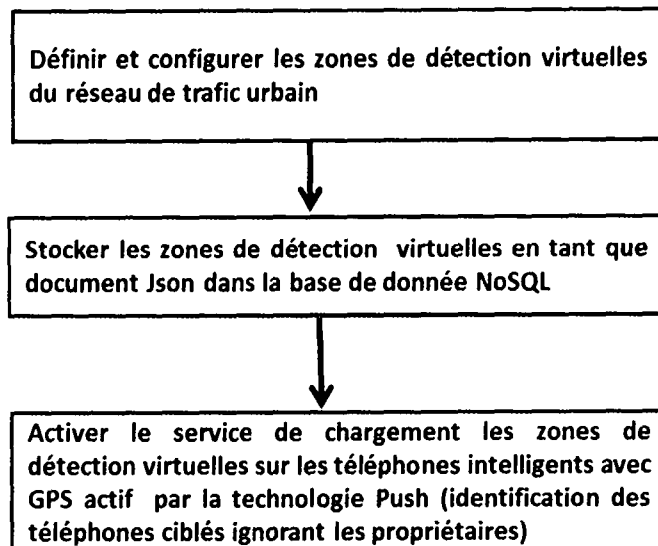


Figure 10.

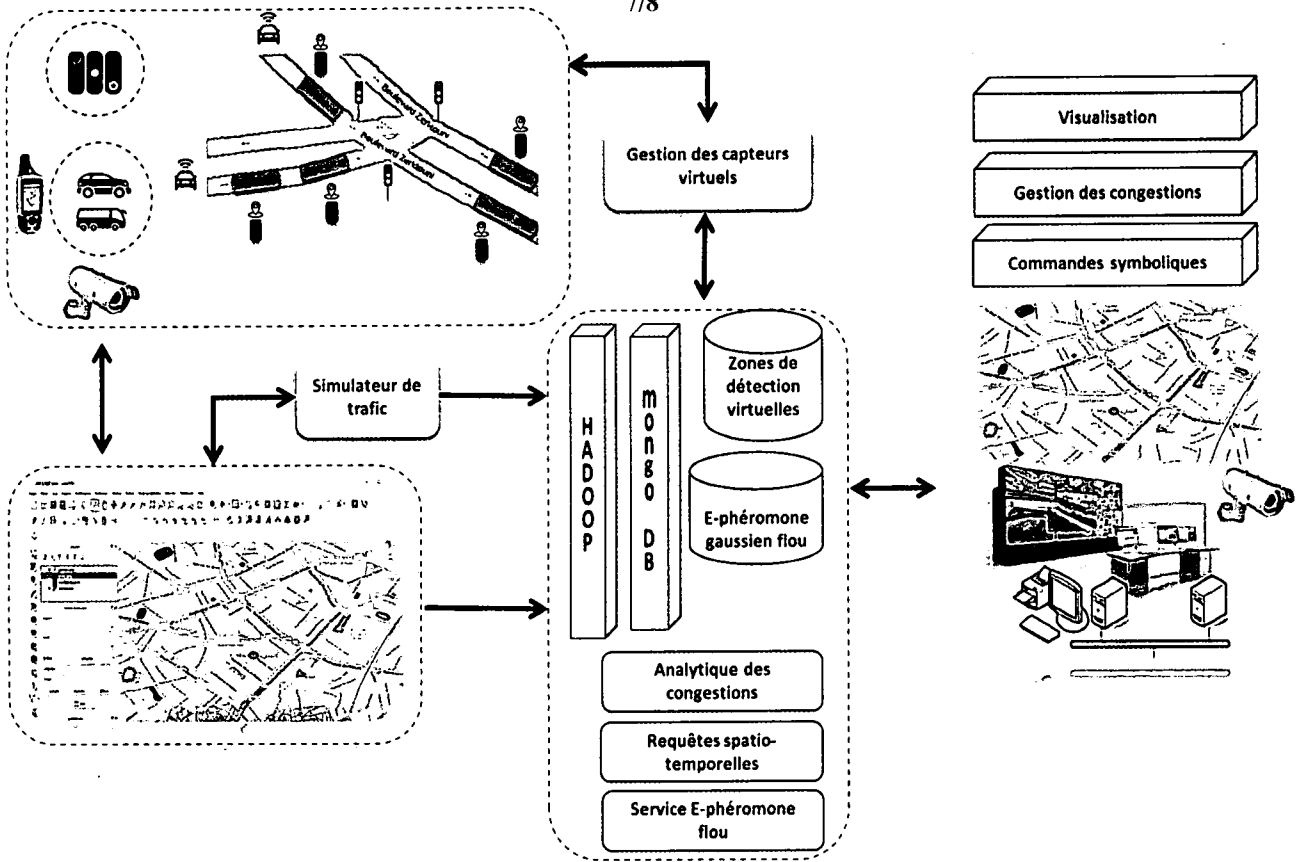


Figure 11.

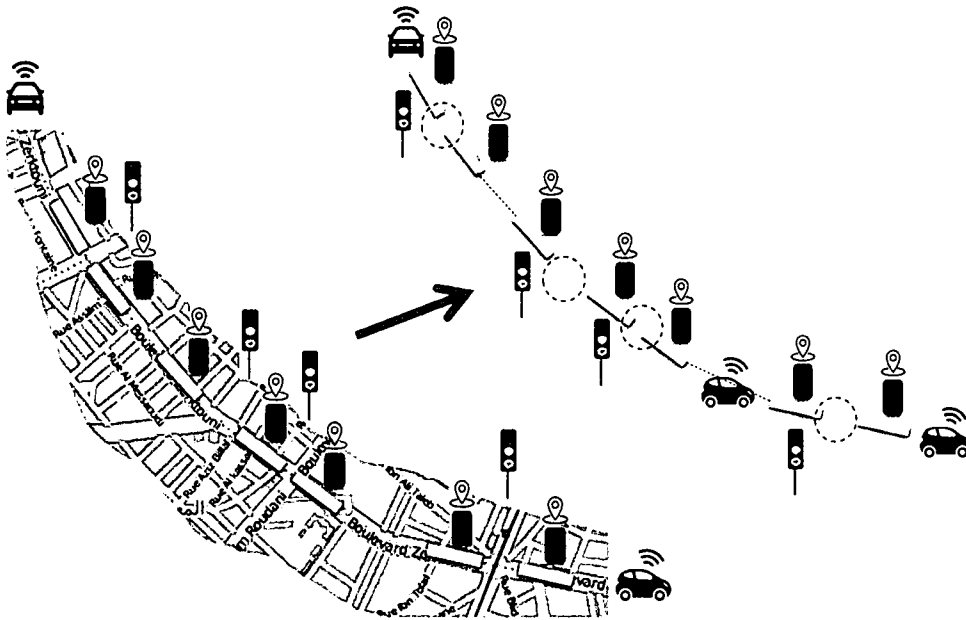


Figure 12.

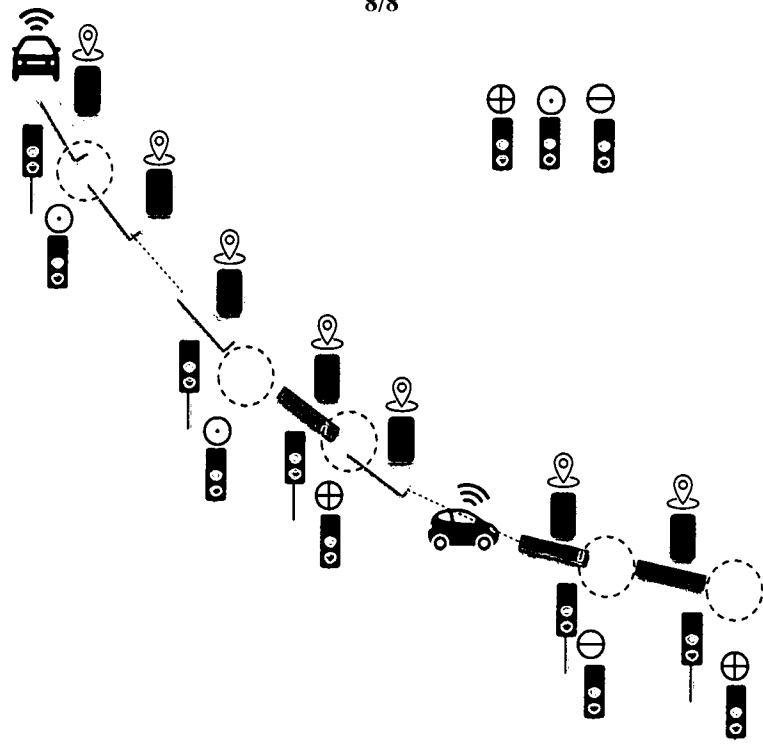


Figure 13.

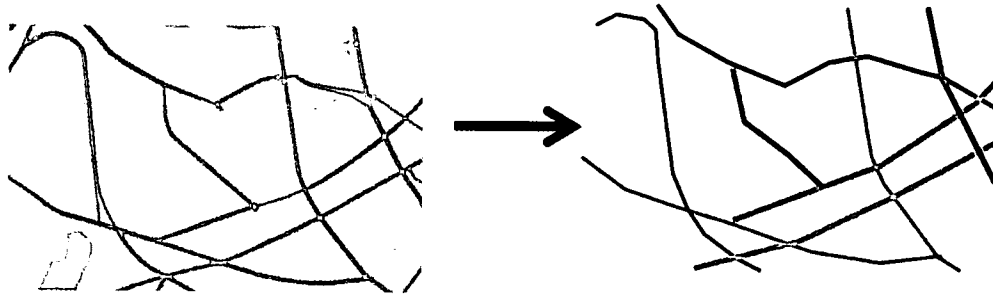


Figure 14.

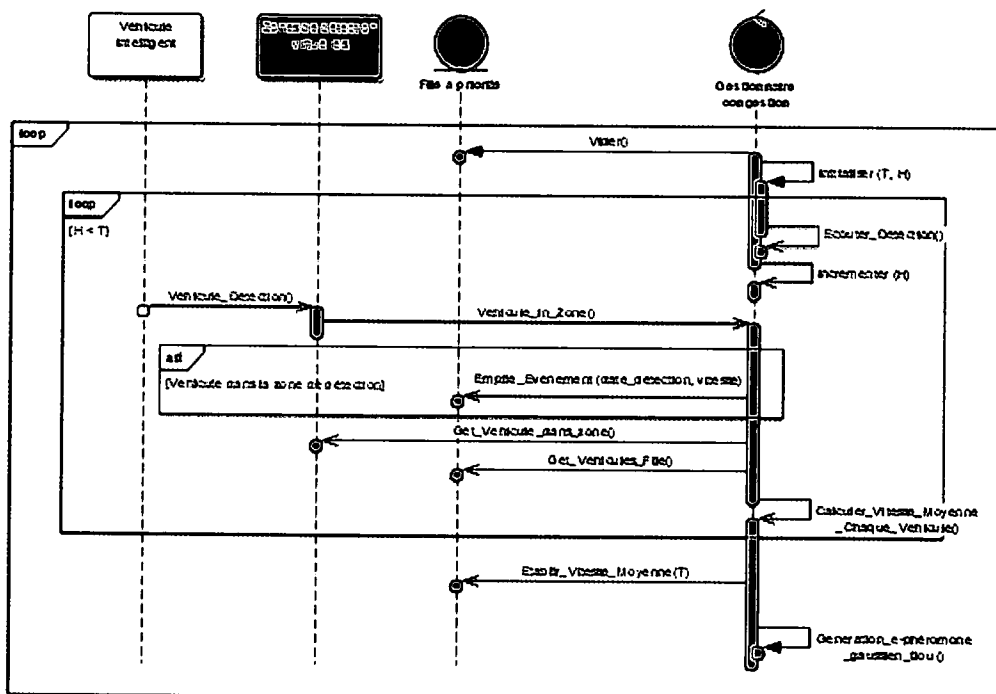


Figure 15.



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

|   |
|---|
| International application No<br>PCT/MA2016/000008 |
|---|

|   |  |                       |  |  |
|---|--|-----------------------|--|--|
| <b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b><br>INV. G08G1/01      G06Q50/30      G08G1/052      G08G1/08<br>ADD.   |  |                       |  |  |
| According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC   |  |                       |  |  |
| <b>B. FIELDS SEARCHED</b>   |  |                       |  |  |
| Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)<br>G08G G06Q  |  |                       |  |  |
| Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched   |  |                       |  |  |
| Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)<br>EPO-Internal, WPI Data  |  |                       |  |  |
| <b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>   |  |                       |  |  |
| Category*   | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages   | Relevant to claim No. |  |  |
| X   | US 2015/127245 A1 (JANG DONGWOOK [US] ET AL) 7 May 2015 (2015-05-07)<br>abstract; figures 1 - 13<br>paragraph [0006] - paragraph [0007]<br>paragraph [0025] - paragraph [0028]<br>paragraph [0042] - paragraph [0046]<br>-----   | 1,2,7                 |  |  |
| X   | US 2013/041574 A1 (KOSHIZEN TAKAMASA [JP]) 14 February 2013 (2013-02-14)<br>abstract; figure 1<br>paragraph [0024] - paragraph [0026]<br>paragraphs [0032], [0040], [0048]<br>-----  | 1,2,7                 |  |  |
| X   | US 2013/226622 A1 (ADAMSON ANTHONY [NL] ET AL) 29 August 2013 (2013-08-29)<br>abstract; figures 1 - 3, 5<br>paragraph [0145] - paragraph [0146]<br>paragraphs [0152], [0163], [0175]<br>paragraph [0178] - paragraph [0180]<br>-----   | 1,2,7                 |  |  |
| <input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.  |  |                       |  |  |
| * Special categories of cited documents :<br><table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; border: none; vertical-align: top;">                     "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance<br/>                     "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date<br/>                     "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)<br/>                     "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means<br/>                     "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed                 </td> <td style="width: 50%; border: none; vertical-align: top;">                     "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention<br/>                     "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone<br/>                     "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art<br/>                     "&amp;" document member of the same patent family                 </td> </tr> </table> |  |                       | "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance<br>"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date<br>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)<br>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means<br>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed | "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention<br>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone<br>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art<br>"&" document member of the same patent family |
| "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance<br>"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date<br>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)<br>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means<br>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed  | "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention<br>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone<br>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art<br>"&" document member of the same patent family |                       |  |  |
| Date of the actual completion of the international search   | Date of mailing of the international search report   |                       |  |  |
| 21 February 2017  | 01/03/2017   |                       |  |  |
| Name and mailing address of the ISA/<br>European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2<br>NL - 2280 HV Rijswijk<br>Tel. (+31-70) 340-2040,<br>Fax: (+31-70) 340-3016  | Authorized officer<br><br>Berland, Joachim   |                       |  |  |

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.  
PCT/MA2016/000008

**Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)**

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

- 1.  Claims Nos.:  
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
  
- 2.  Claims Nos.: **3-6, 8, 9**  
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:  
  
See ATTACHED SHEET PCT/ISA/210
  
- 3.  Claims Nos.:  
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

**Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)**

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

- 1.  As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
- 2.  As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
- 3.  As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
  
- 4.  No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

**Remark on Protest**

- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- No protest accompanied the payment of additional search fees.

Continuation of Box II.2

Claims: 3-6, 8, 9

The wording of claims 3, 4, 5, 6, 8 and 9 and the terms and expressions used in said claims are vague and imprecise to such an extent that it is not possible to determine the technical features to which they refer.

These claims disclose terms and expressions that are not known to the person skilled in the art specialized in the field of road traffic control systems, although the application claims to solve a problem linked to road traffic congestion; in particular, the use of the following expressions is noted: “parameters for the creation of fuzzy Gaussian speeds” , “generation of the Gaussian e-pheromone” , “virtual detection zones” , “the deposition, diffusion, dissipation (of the e-pheromone)” , “arterial aggregation” , “symbolic control” , “this activity explores the storage of time-based trajectories” , “the outputs from the processes of the system persist” . These terms and expressions appear to come from the field of biology and not road traffic control systems.

These expressions and claims cannot be understood in the light of the description; indeed the description provides a series of mathematical formulas and results to be achieved, without indicating the technical features necessary for achieving this result. Said claims are therefore unclear to the extent that it is not possible for a search to be carried out in respect of same.

The applicant' s attention is drawn to the fact that the claims relating to inventions in respect of which no international search report has been established need not be the subject of an international preliminary examination (PCT Rule 66.1(e)). The applicant is advised that the EPO policy when acting as an International Preliminary Examining Authority is normally not to carry out a preliminary examination on matter which has not been searched. This is the case irrespective of whether or not the claims are amended following receipt of the search report or during any Chapter II procedure. If the application is pursued in the regional phase before the EPO, the applicant is reminded that a search may be carried out during the examination procedure before the EPO (see EPO Guidelines C-VI, 8.5), subject to a solution being found to the problems on which the statement under PCT Article 17(2) was based.

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No  
PCT/MA2016/000008

| Patent document cited in search report | Publication date | Patent family member(s) | Publication date            |
|--|------------------|-------------------------|-----------------------------|
| US 2015127245                          | A1               | 07-05-2015              | NONE                        |
| -----                                  |                  |                         |                             |
| US 2013041574                          | A1               | 14-02-2013              | JP 5667944 B2 12-02-2015    |
|  |                  |                         | JP 2013041316 A 28-02-2013  |
|  |                  |                         | US 2013041574 A1 14-02-2013 |
| -----                                  |                  |                         |                             |
| US 2013226622                          | A1               | 29-08-2013              | NONE                        |
| -----                                  |                  |                         |                             |

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

|  |
|--|
| Demande internationale n°<br>PCT/MA2016/000008 |
|--|

|  |   |                               |
|--|---|-------------------------------|
| <b>A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE</b><br>INV. G08G1/01      G06Q50/30      G08G1/052      G08G1/08<br>ADD.   |   |                               |
| Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB  |   |                               |
| <b>B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE</b><br>Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)<br>G08G G06Q   |   |                               |
| Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche  |   |                               |
| Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés)<br>EPO-Internal, WPI Data  |   |                               |
| <b>C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS</b>  |   |                               |
| Catégorie*   | Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents  | no. des revendications visées |
| X  | US 2015/127245 A1 (JANG DONGWOOK [US] ET AL) 7 mai 2015 (2015-05-07)<br>abrégé; figures 1 - 13<br>alinéa [0006] - alinéa [0007]<br>alinéa [0025] - alinéa [0028]<br>alinéa [0042] - alinéa [0046]<br>-----  | 1,2,7                         |
| X  | US 2013/041574 A1 (KOSHIZEN TAKAMASA [JP]) 14 février 2013 (2013-02-14)<br>abrégé; figure 1<br>alinéa [0024] - alinéa [0026]<br>alinéas [0032], [0040], [0048]<br>-----   | 1,2,7                         |
| X  | US 2013/226622 A1 (ADAMSON ANTHONY [NL] ET AL) 29 août 2013 (2013-08-29)<br>abrégé; figures 1 - 3, 5<br>alinéa [0145] - alinéa [0146]<br>alinéas [0152], [0163], [0175]<br>alinéa [0178] - alinéa [0180]<br>-----   | 1,2,7                         |
| <input type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents <span style="margin-left: 100px;"><input checked="" type="checkbox"/> Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe</span>  |   |                               |
| * Catégories spéciales de documents cités:   |   |                               |
| "A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent<br>"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date<br>"L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)<br>"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens<br>"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée | "T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention<br>"X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément<br>"Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier<br>"&" document qui fait partie de la même famille de brevets |                               |
| Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée  | Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale  |                               |
| 21 février 2017  | 01/03/2017  |                               |
| Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale  | Fonctionnaire autorisé  |                               |
| Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2<br>NL - 2280 HV Rijswijk<br>Tel. (+31-70) 340-2040,<br>Fax: (+31-70) 340-3016  | Berland, Joachim  |                               |

**RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE**Demande internationale n°  
PCT/MA2016/000008**Cadre n°. II Observations - lorsqu'il a été estimé que certaines revendications ne pouvaient pas faire l'objet d'une recherche (suite du point 2 de la première feuille)**

Le rapport de recherche internationale n'a pas été établi en ce qui concerne certaines revendications conformément à l'article 17.2)a) pour les raisons suivantes :

1.  Les revendications n<sup>os</sup> se rapportent à un objet à l'égard duquel l'administration chargée de la recherche internationale n'est pas tenue de procéder à la recherche, à savoir :
  
2.  Les revendications n<sup>os</sup> 3-6, 8, 9 parce qu'elles se rapportent à des parties de la demande internationale qui ne remplissent pas suffisamment les conditions prescrites pour qu'une recherche significative puisse être effectuée, en particulier :  
**voir FEUILLE ANNEXÉE PCT/ISA/210**
  
3.  Les revendications n<sup>os</sup> parce qu'elles sont des revendications dépendantes et ne sont pas rédigées conformément aux dispositions de la deuxième et de la troisième phrases de la règle 6.4.a).

**Cadre n°. III Observations - lorsqu'il y a absence d'unité de l'invention (suite du point 3 de la première feuille)**

L'administration chargée de la recherche internationale a trouvé plusieurs inventions dans la demande internationale, à savoir:

1.  Comme toutes les taxes additionnelles exigées ont été payées dans les délais par le déposant, le présent rapport de recherche internationale porte sur toutes les revendications pouvant faire l'objet d'une recherche.
  
2.  Comme toutes les revendications qui se prêtent à la recherche ont pu faire l'objet de cette recherche sans effort particulier justifiant des taxes additionnelles, l'administration chargée de la recherche internationale n'a sollicité le paiement d'aucunes taxes de cette nature.
  
3.  Comme une partie seulement des taxes additionnelles demandées a été payée dans les délais par le déposant, le présent rapport de recherche internationale ne porte que sur les revendications pour lesquelles les taxes ont été payées, à savoir les revendications n<sup>os</sup>:
  
4.  Aucunes taxes additionnelles demandées n'ont été payées dans les délais par le déposant. En conséquence, le présent rapport de recherche internationale ne porte que sur l'invention mentionnée en premier lieu dans les revendications; elle est couverte par les revendications n<sup>os</sup>:

- Remarque quant à la réserve**
- Les taxes additionnelles étaient accompagnées d'une réserve de la part du déposant et, le cas échéant, du paiement de la taxe de réserve.
- Les taxes additionnelles étaient accompagnées d'une réserve de la part du déposant mais la taxe de réserve n'a pas été payée dans le délai prescrit dans l'invitation.
- Le paiement des taxes additionnelles n'était assorti d'aucune réserve.

**SUITE DES RENSEIGNEMENTS INDIQUES SUR PCT/ISA/ 210**

Suite du cadre II.2

Revendications nos.: 3-6, 8, 9

La formulation des revendications 3, 4, 5, 6, 8 et 9 ainsi que les termes et expressions utilisées dans lesdites revendications sont tellement vagues et imprécis qu'il n'est pas possible de savoir à quelles caractéristiques techniques ils font référence.

Lesdites revendications divulguent des termes et expressions non connues de l'homme du métier spécialisé dans le domaine des systèmes de contrôle du trafic routier alors que la demande prétend résoudre un problème lié à la congestion du trafic routier, il est noté en particulier l'utilisation des expressions "les paramètres de création des vitesses floues gaussiennes", "la génération de l'e-phéromone gaussienne", "zones de détection virtuelles", "le dépôt, la diffusion, la dissipation (de l'e-phéromone)", "l'agrégation artérielle", "la commande symbolique", "cette activité explore l'entrepôt des trajectoires temporelles", "les sorties des processus du système sont persistantes". Ces termes et expressions semblent être issus du domaine de la biologie et non des systèmes de contrôle du trafic routier.

La description ne permet pas de comprendre lesdites expressions et revendications, en effet la description est une suite de formules mathématiques et de résultats recherchés sans indiquer les caractéristiques techniques nécessaires pour parvenir à ce résultat. Lesdites revendications sont donc si peu claires qu'il est impossible de mener une recherche concernant l'objet desdites revendications.

L'attention du déposant est attirée sur le fait que les revendications ayant trait aux inventions pour lesquelles aucun rapport de recherche n'a été établi ne peuvent faire obligatoirement l'objet d'un rapport préliminaire d'examen (Règle 66.1(e) PCT). Le déposant est averti que la ligne de conduite adoptée par l'OEB agissant en qualité d'administration chargée de l'examen préliminaire international est, normalement, de ne pas procéder à un examen préliminaire sur un sujet n'ayant pas fait l'objet d'une recherche. Cette attitude restera inchangée, indépendamment du fait que les revendications aient ou n'aient pas été modifiées, soit après la réception du rapport de recherche, soit pendant une quelconque procédure sous le Chapitre II. Si la demande devait être poursuivie dans la phase régionale devant l'OEB, il est rappelé au déposant qu'une recherche pourrait être effectuée durant la procédure d'examen devant l'OEB (voir Directive OEB C-IV, 7.2) à condition que les problèmes ayant conduit à la déclaration conformément à l'Article 17(2) PCT aient été résolus.

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/MA2016/000008

| Document brevet cité<br>au rapport de recherche | Date de<br>publication | Membre(s) de la<br>famille de brevet(s)              | Date de<br>publication                 |
|---|------------------------|--|--|
| US 2015127245 A1                                | 07-05-2015             | AUCUN  |  |
| US 2013041574 A1                                | 14-02-2013             | JP 5667944 B2<br>JP 2013041316 A<br>US 2013041574 A1 | 12-02-2015<br>28-02-2013<br>14-02-2013 |
| US 2013226622 A1                                | 29-08-2013             | AUCUN  |  |