



HAL
open science

Propriétés structurelles des réseaux ad hoc de véhicules

Florent Kaisser, Anthony Busson, Vèque Véronique

► **To cite this version:**

Florent Kaisser, Anthony Busson, Vèque Véronique. Propriétés structurelles des réseaux ad hoc de véhicules. Colloque Francophone sur l'Ingénierie des Protocoles (CFIP), Mar 2008, Les Arcs, France. hal-00260111v1

HAL Id: hal-00260111

<https://hal.science/hal-00260111v1>

Submitted on 3 Mar 2008 (v1), last revised 8 Mar 2008 (v2)

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Propriétés structurelles des réseaux ad hoc de véhicules

Florent Kaisser, Anthony Busson, Véronique Vèque

Institut d'Electronique Fondamentale, Bat 220 University Paris Sud, Centre Scientifique Orsay, 91405 cedex France email : firstname.lastname@ief.u-psud.fr

RÉSUMÉ. Un réseau ad hoc de véhicules ou VANET est constitué de véhicules capables de s'échanger des informations par voie radio dans le but d'améliorer la sécurité routière ou de permettre l'accès à Internet pour les passagers, que nous avons choisi comme scénario. Le VANET se différencie par une forte mobilité des noeuds rendant la topologie du réseau fortement dynamique. Cette étude structurelle des réseaux de véhicules, vise à étudier la dynamique du trafic routier grace à un modèle analytique et par une simulation. Nous montrons que dans un cadre VANET, DSR est meilleur que GPSR pour le taux de réception. Nous en déduisons également, qu'un réseau de véhicules purement Ad Hoc n'est pas viable pour les applications utilisateurs et concluons sur la nécessité de le coupler à une infrastructure ou réseau hybride.

ABSTRACT.

MOTS-CLÉS : réseau ah hoc, VANET, véhicule, hybride, DSR, GPSR, performance, NS-2, trafic routier, capacité

KEYWORDS: ad hoc network, VANET, vehicular, hybrid, DSR, GPSR, performance, NS-2, road traffic, capacity

1. Les réseaux ad hoc de véhicules

Un réseau ad hoc de véhicules ou VANET est constitué de véhicules capables de s'échanger des informations par voie radio dans le but d'améliorer la sécurité routière ou de permettre l'accès à Internet pour les passagers, que nous avons choisi comme scénario. Par rapport à un réseau ad hoc classique, le VANET se différencie par une forte mobilité des noeuds rendant la topologie du réseau fortement dynamique. Les réseaux mobiles actuels peinent à satisfaire des communications haut débit à grande vitesse. Ainsi, les versions les plus évoluées de UMTS, HSPA (high-speed packet access), annoncent des débits maximaux de 3.6 Mbit/s mais qui en moyenne seront plutôt de l'ordre de 750 kbit/s et principalement sur le lien descendant. La mise en place de réseaux de communication inter-véhicules ne fera donc pas double emploi avec les réseaux mobile d'opérateurs. La première façon de concevoir un tel réseau est de limiter les déploiements et de la faire à un coût léger sous la forme d'un réseau Ad Hoc de véhicules. Nous avons ainsi abordé deux aspects : le premier portant sur les propriétés topologiques du réseau ad hoc et le second, sur son aptitude à transporter des données d'une application. Nous avons cherché à répondre aux questions suivantes :

- à quoi ressemble la topologie du réseau VANET ?
 - les communications pour l'accès à Internet sont-elles possibles ?
 - quelle est l'influence du mouvement des véhicules sur le routage ?
 - quelle est la capacité ou le débit disponible dans un tel réseau sans fil ?
- aux possibilités de communications entre véhicules qui en découlent.

2. Modèle analytique et simulation

Pour mener notre étude structurelle des réseaux de véhicules, nous avons étudié la dynamique du trafic routier et nous nous sommes basés à la fois sur un modèle analytique et sur un simulateur. Un simulateur du modèle microscopique du trafic routier a été développé en C pour s'interfacer avec NS-2. Ce simulateur consiste, pour chaque noeud, à reproduire le comportement type d'un automobiliste qui réagit en fonction de son environnement [AHM 99]. A chaque véhicule est associée une vitesse cible qui est la vitesse à laquelle le conducteur roulerait s'il était seul sur sa voie. S'il n'est pas seul, trois types de comportement sont identifiés :

- Free-flow : le véhicule se déplace librement et peut changer de voie sur tirage d'une probabilité
- Car-following : un véhicule se déplace en fonction du véhicule qu'il suit sur la même voie ;
- Emergency : le véhicule maintient une distance de sécurité avec le véhicule qui est devant lui.

Dans un contexte d'autoroute, le trafic routier, et notamment chaque noeud, ont pu être modélisés par un Processus Ponctuel de Poisson. Grâce à ces deux modèles,

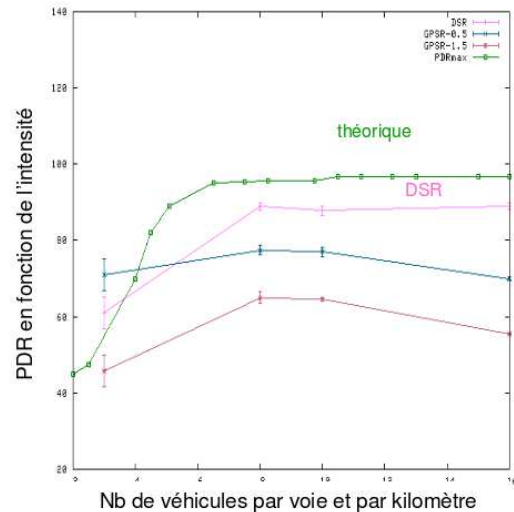


Figure 1. Comparaison DSR/GPSR sur le taux de perte

nous avons montré la fragmentation du réseau et la formation de grappes de véhicules isolées les uns des autres [MAB 06, M.M 07]. Le modèle analytique permet de calculer la taille moyenne d'une grappe, mais aussi sa longueur ainsi que la probabilité que deux véhicules soient connectés (c'est-à-dire à une distance inférieure à la portée radio) et la durée de cette connexion. Sans surprise, cette probabilité diminue avec la distance et augmente avec le nombre de véhicules sur l'autoroute. L'étude par simulation des délais de connexions puis de reconnexion montre de plus qu'une grande majorité des connexions durent moins d'une seconde et la déconnexion qui suit est trop longue pour permettre ne serait-ce qu'un accès Web.

3. Comparaison des protocoles de routages

Le simulateur du trafic routier interfacé avec NS-2 nous a ensuite permis de comparer deux algorithmes de routage, parmi les plus répandus, DSR (Dynamic Source Routing [JOH 96]) et GPSR Greedy Perimeter Stateless Routing [KAR 00]. Le choix de ces deux protocoles est justifié par le fait que nous voulions comparer un protocole réactif avec un protocole proactif basé sur une fonction de localisation, dans l'hypothèse où dans un futur proche tous les véhicules seraient équipés de terminaux GPS. Les protocoles proactifs tel que OLSR ne supportant pas la forte dynamique du réseau, ils ne seront pas inclus dans notre comparaison. Notre étude affine les précédents travaux sur le routage car le modèle de trafic est plus réaliste que les modèles de mobilité aléatoires généralement considérés. Nous avons ainsi caractérisé le taux de paquets reçus pour chacun des protocoles. Dans les deux cas, la vitesse joue un rôle important.

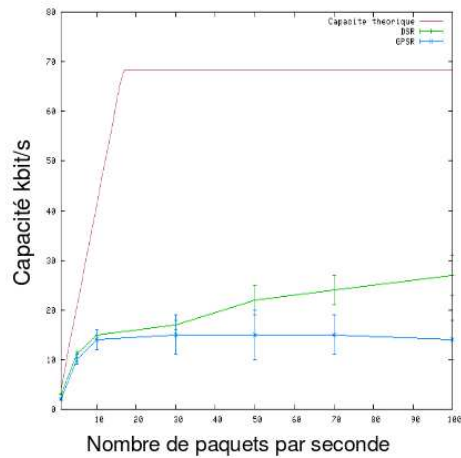


Figure 2. Etude de la capacité Variation du débit/source

Pour DSR, le délai de découverte de chemins par une source peut induire des pertes si un des noeuds est hors de portée de ses voisins sur le chemin. Pour GPSR, on a le même problème avec une liste de voisins devenus obsolète. Ainsi, le taux de réception de paquets est meilleur si le nombre de véhicules par km est plus grand ce qui a été confirmé par l'étude analytique et la courbe des probabilités d'existence d'une connexion. Si le débit des connexions augmente, le taux de réception diminue comme nous le démontrons lors de l'étude de la capacité. Enfin, la propriété d'overhead de routage est importante car les paquets de contrôle occupent aussi de la bande passante et là encore, DSR est plus performant. En conclusion et contrairement à des publications antérieures [Fü 03, Füß 02] où les conditions étudiées étaient particulièrement favorables, nous montrons que dans un cadre VANET, DSR est meilleur que GPSR à tous points de vue (figure 1).

Enfin, nous avons étudié la capacité disponible en nous basant sur le modèle de chaîne d'émetteurs [LI 01].

4. Capacité du réseau

La capacité disponible est défini ici comme le débit de réception des paquets au niveau d'un noeud. Dans une telle topologie en ligne et avec des émetteurs fixes, un noeud relais doit retransmettre un paquet à son voisin qui fait de même jusqu'à ce que le paquet arrive à destination. Chaque noeud relais reçoit donc un paquet deux fois et le retransmet une fois. Cela diminue le taux d'utilisation du canal de $\frac{1}{3}$. De plus, les interférences ont un plus grand rayon que les transmissions correctes (par exemple,

550 mètres contre 250 mètres) ce qui diminue d'encore $\frac{1}{4}$ la capacité disponible. Finalement, la capacité est affectée par le protocole avec contention en fonction du nombre de noeuds émetteurs à un instant donné. La capacité trouvée dans [LI 01] n'est alors plus que de $\frac{1}{8}$ du débit brut et nous l'avons utilisée comme borne théorique. Nos simulations qui prennent en compte à la fois la mobilité et le routage montre que la capacité obtenue est inférieure à la moitié de la borne théorique (figure 2) issue du modèle de la chaîne d'émetteurs [MAB 07].

Nous en déduisons qu'un réseau de véhicules purement Ad Hoc n'est pas viable pour les applications utilisateurs et concluons sur la nécessité de le coupler à une infrastructure ou réseau hybride. Une première étude théorique du réseau hybride nous a permis de dimensionner le nombre de points d'accès en fonction des caractéristiques connues du trafic routier (intensité, vitesse). Notre recherche actuelle porte sur la mise en place d'un protocole de routage pour les réseaux hybrides efficace .

5. Bibliographie

- [AHM 99] AHMED K. I., « Modeling Drivers' Acceleration and Lane Changing Behavior », Doctor of Science in Transportation Systems, Massachusetts Institute of Technology, Boston (MA), 1999.
- [F' 03] FÜSSLER H., WIDMER J., KÄSEMANN M., MAUVE M., HARTENSTEIN H., « Beaconless Position-Based Routing for Mobile Ad-Hoc Networks », rapport n° TR-03-001, February 2003, Department of Computer Science, University of Mannheim.
- [Füß 02] FÜSSLER H., MAUVE M., HARTENSTEIN H., KÄSEMANN M., VOLLMER D., « A Comparison of Routing Strategies for Vehicular Ad Hoc Networks », rapport n° TR-02-003, July 2002, Department of Computer Science, University of Mannheim.
- [JOH 96] JOHNSON D. B., MALTZ D. A., BROCH J., « Dynamic Source Routing in Ad Hoc Network », *Mobile Computing, Kluwer Academic Publishers*, 1996, p. 153-181.
- [KAR 00] KARP B., KUNG H. T., « GPSR : Greedy Perimeter Stateless Routing for Wireless Networks », *The sixth Annual ACM/IEEE International Conference On Mobile and Networking (MobiCom 2000)*, Aout 2000.
- [LI 01] LI J., BLAKE C., COUTO D. S. D., LEE H. I., MORRIS R., « Capacity of Ad Hoc wireless networks », *MobiCom '01 : Proceedings of the 7th annual international conference on Mobile computing and networking*, New York, NY, USA, 2001, ACM Press, p. 61–69.
- [MAB 06] MABIALA M., BUSSON A., VÈQUE V., « Analyse du trafic et du routage dans un réseau Ad Hoc de véhicules », *Colloque Francophone sur l'Ingénierie des Protocoles - CFIP 2006*, 2006.
- [MAB 07] MABIALA M., BUSSON A., VÈQUE V., « On the capacity of Vehicular ad hoc Networks », *Workshop UBIROADS 2007*, 2007.
- [M.M 07] M. MABIALA A. B., VÈQUE V., « Inside VANET : hybrid network dimensionning and routing protocol comparison », *IEEE 65th Vehicular Technology Conference VTC2007-Spring*, April 2007.