

CURRICULUM VITAE LONG

Florent Kaisser

Table des matières

1 Curriculum Vitae	2
1.1 Notice individuelle	2
1.2 Cursus Universitaire et formations	2
1.3 Compétences en informatique	2
2 Résumé de mes activités de recherche et d'enseignement	3
2.1 Activités de recherche	3
2.2 Enseignement	3
2.3 Publications : conférences avec actes et comité de lecture	4
2.4 Communications sans actes	5
2.5 Poster	5
3 Détail des enseignements	6
3.1 Informatique en Biologie	6
3.2 Introduction à l'informatique graphique	6
3.3 Réseaux	7
3.4 Administration système	7
3.5 Programmation système	8
3.6 Théories des Graphes	8
3.7 Introduction à la programmation (Langage C)	8
3.8 Algorithmie	9
3.9 Informatique en Sciences Humaines	9
4 Détail de mes activités de recherche	10
4.1 Routage et diffusion dans les réseaux ad-hoc hybrides de véhicules	11
4.2 Algorithme de formation de grappes pour la mobilité de groupes dans les réseaux de véhicules	12
4.3 Réseau tolérant au délai pour la communication inter-véhiculaire	14
4.4 Évaluation de protocoles de routage par modèle quantitatif	14
4.5 Apports dans les simulateurs de réseaux	15
5 Projets de recherches et d'enseignements	15
5.1 Projets de recherche	15
5.2 Projets d'enseignements	16
6 Activités d'encadrement et participation au projet ANR	16

1 Curriculum Vitae

1.1 Notice individuelle

Nom	Kaiser
Prénoms	Florent Jérôme
Date de naissance	6 septembre 1982 à Argenteuil (95)
Nationalité	Française
Situation de famille	Marié
Adresse personnelle	2 rue Guillaume Werniers 59800 Lille
Téléphone	06 13 19 77 31
Adresse e-mail	florent@kaiser.name
Site internet	http://florent.kaiser.name

1.2 Cours Universitaire et formations

2006 à 2010	Institut d'Électronique Fondamentale à l'université Paris-Sud Thèse de doctorat d'Informatique, Communications dans les réseaux fortement dynamiques. Financé par la région Ile-de-France. Soutenu le 21 juin 2011.
2009 à 2010	Cours d'Anglais du CNRS
2006 à 2009	Formation CIES 10 jours de stage par an sur l'enseignement et l'intégration en entreprise.
2005 / 2006	Master de recherche Informatique Systèmes Informatiques et Infrastructures, Université Paris-Sud XI au LRI d'Orsay. Mention Bien.
2001 à 2005	DEUG, Licence et Maitrise d'informatique Université de Cergy-Pontoise. Mention Très bien.
2001	Bac Scientifique Lycée Camille Claudel, Vauréal.

1.3 Compétences en informatique

Logiciels libres	GNU Linux, Debian/Ubuntu, OpenOffice.org, Apache, Php, MySQL, PostgreSQL, Script Shell et Commandes Unix.
Langages	C/C++, JAVA, Python, Scala, Visual Basic, Pascal, Assembleurs x86, 68HC11 et PIC 16Fxxx, PHP, HTML, XML, JavaScript.
Simulateurs de réseaux	NS-2, Jist/SWANS, OMNet++, Opnet Modeler.
Réseaux	Couche OSI, TCP/IP, Ethernet, Administration (Linux, FreeBSD, Windows 9x/NT/XP), Programmation par Socket et JAVA, téléphonie mobile (G2 et 3G), Wifi, Ad-Hoc.
Interface homme-machine	Windows, JAVA (Swing), GTK, Qt, Xwindow, OpenGL, DirectX.
Systèmes d'exploitation	Aspects théoriques, Unix (Administration, Installation et Programmation), Windows 98/NT/XP (Utilisation avancée et Programmation avec API Win32).

2 Résumé de mes activités de recherche et d'enseignement

2.1 Activités de recherche

Depuis Septembre 2010	Institut national de recherche sur les transports et leur sécurité (INRETS) Villeneuve d'Ascq. Post-doctorat. Développement de protocoles et d'applications pour les réseaux de véhicules. Travaux dans le cadre du projet Plata/Proton d'ANR (BMW, Eurecom, Inrets, Thales, TUM).
2006 à 2010	Institut d'Électronique Fondamentale à l'université Paris-Sud Thèse de doctorat d'Informatique, Communications dans les réseaux fortement dynamiques. Financé par la région Ile-de-France.
Été 2008	University of Cambridge, Computer Laboratory Étude et implémentation sous OMNet++ d'un protocole hybride DTN/Ad hoc pour les réseaux de véhicules.
Mars – Septembre 2006	Institut d'Électronique Fondamentale à l'université Paris-Sud Stage de Master Recherche. Propriétés du routage dans les réseaux Ad Hoc de véhicules.
Juin / Juillet 2005	Conseil Général du Val-d'Oise. Stage Maîtrise Études pour la réalisation d'un cluster sous Linux Red-Hat pour la répartition de charge et la haute disponibilité.
Juin 2003	Laboratoire d'informatique de Cergy-Pontoise Stage DEUG. Réalisation d'un logiciel en C/GTK pour la représentation de surfaces 3D.

2.2 Enseignement

2006 à 2010	Université de Cergy-Pontoise. Moniteur de 2006 à 2009 (64h eq. TD), puis ATER pour l'année 2009/2010 à mi temps (96h eq TD) : Licence 3ème année MPI <ul style="list-style-type: none">– Réseau : 24h TD Mise en place d'un réseau : configuration de routeurs, DNS, services web, DMZ (Demilitarized Zone).– Administration système : 12h TD Installation, administration et configuration des systèmes FreeBSD et Linux.– Introduction à l'informatique graphique : 58h TD sur 3 années Réalisation des énoncés de TP et cours d'initiation à OpenGL. Programmation en C avec SDL et OpenGL. Licence 2ème année MPI <ul style="list-style-type: none">– Programmation système : 36h TD sur 2 années Commandes Unix, Script Shell, awk.– Théories des Graphes et optimisation combinatoire 42h TD sur 2 années Théorie des graphes, et les algorithmes associés.
-------------	---

Suite à la page suivante

Licence 1ère année MPI

- **Introduction à la programmation** 36h TD
Programmation en langage C : bases du langage et programmation modulaire.
- **Algorithmie** 10h TD
Algorithmes sur les graphes

Licence 2nd année SV

- **Informatique** 90h TP et 6h CM
Responsable du module (Réalisation du cours, TP et examen). Programmation à l'aide du langage Python.

Mars-Juin 2006

Université de St-Quentin-en -Yvelines, Vacation (48h).

Licence 2nd année Humanités et Sciences des Sociétés

- **Informatique** : 48H TP
Exercices à l'aide d'Excel : Bases, tri, base de données, tableaux croisés dynamiques.

2.3 Publications : conférences avec actes et comité de lecture

- UBICOMM 2011** Florent Kaisser, Christophe Gransart et Marion Berbineau, "An Adaptive Broadcast Scheme for VANET Applications in a High Density Context", *The Fifth International Conference on Mobile Ubiquitous Computing, Systems, Services and Technologies*, Lisbon, Portugal, November 2011. <http://www.iaria.org/conferences2011/UBICOMM11.html>
- IEEE VNC 2010** Florent Kaisser, Colette Johnen et Véronique Vèque, "Quantitative Model for Evaluate Routing Protocols in a Vehicular Ad Hoc Networks on Highway", Work-in-progress session, *IEEE Vehicular Networking Conference, Jersey City, NJ, USA*, December 2010. <http://www.ieee-vnc.org/2010/program/>
- IEEE HPCC 2010** Fatma Outay, Florent Kaisser, Véronique Vèque et Ridha Boulallegue. "BFSD-ZRP : A smart integrated scheme for service and route discovery in Mobile ad hoc network", *2th IEEE International Conference on High Performance Computing and Communications*, Melbourne, Australia, September 2010. <http://www.anss.org.au/hpcc2010/accepted.htm>
- IEEE WCNC 2009** Florent Kaisser et Véronique Vèque. "On the Scalability Problem of Highway Ad hoc Network". *Wireless Communications and Networking Conference*. Budapest. Hongrie, Avril 2009. http://ieeexplore.ieee.org/xpl/freeabs_all.jsp?arnumber=4917862
- OPNETWORK 2011** Florent Kaisser, Christophe Gransart, Mohamed Kassab et Marion Berbineau. "Framework to simulate VANET scenarios with SUMO". *OPNET's Annual Industry Conference*. Washington, D.C., USA, August 2011. <http://www.opnet.com/opnetwork2011>
- CFIP 2011** Florent Kaisser, Colette Johnen et Véronique Vèque. "Clustering VANET pour l'optimisation des handovers", *Colloque francophone sur l'ingénierie des protocoles*. Sainte-Maxime, France, Mai 2011. http://www.hds.utc.fr/cfip2011/index.php?option=com_content&view=article&id=5&Itemid=6

Suite à la page suivante

CFIP 2009 Florent Kaisser, Colette Johnen et Véronique Vèque. "Vers une modélisation robuste des protocoles de routage pour réseaux de véhicules", *Colloque francophone sur l'ingénierie des protocoles*. Strasbourg, France, Octobre 2009 <http://cfip2009.u-strasbg.fr/programme.html>

2.4 Communications sans actes

Journée Réseau Véhiculaire 2010 Florent Kaisser, Colette Johnen et Véronique Vèque. "Protocoles pour réseaux ad hoc hybrides de véhicules", *Journée Réseau Véhiculaire (ReVe)*, INSA, Lyon. Novembre 2010. <http://vanet.conf.citi-lab.fr/>

Groupe de Travail du LaBRI Florent Kaisser, Colette Johnen et Véronique Vèque. "Vers une modélisation robuste des protocoles de routage pour VANET", *Groupe de Travail d'Algorithmique Distribuée au Laboratoire Bordelais de Recherche en Informatique (LaBRI)*, Bordeaux. Mai 2009. http://www.labri.fr/public/groupe/infos_evt.php?id_agenda=783&id=590&cat=groupe_details&id_gp=7&rp_id=0

Journée Réseau Véhiculaire 2008 Florent Kaisser et Véronique Vèque. "Protocoles pour réseaux ad hoc hybrides de véhicules", *Journée Réseau Véhiculaire (ReVe)*, Évry. Octobre 2008. <http://rescom.inrialpes.fr/?p=51>

Journée ResCom 2007 Florent Kaisser et Véronique Vèque. "Réseau de véhicules à protocole de routage ad hoc avec infrastructure fixe", *Journée ResCom*, Toulouse. Septembre 2007. <http://rescom.inrialpes.fr/?p=46>

2.5 Poster

CFIP 2008 Mabilia Muriel, Florent Kaisser, Busson Anthony et Vèque Véronique. "Propriétés structurelles des réseaux ad hoc de véhicules", *Colloque francophone sur l'ingénierie des protocoles (CFIP'08)*, Les Arcs. Mars 2008. http://cfip2008.imag.fr/?page_id=46

3 Détail des enseignements

Mes activités d'enseignements se sont déroulées sur quatre années ininterrompues, d'avril 2006 à juin 2010, en tant que vacataire, moniteur, et ATER. L'enseignement étant depuis longtemps au centre de mon projet de carrière, très tôt j'ai voulu acquérir des d'expériences dans l'enseignement supérieur. J'ai commencé à faire des vacations dès mon DEA en 2006. Ces enseignements se sont essentiellement déroulés à l'université de Cergy-Pontoise et se veulent volontairement très diversifiés. J'ai enseigné en licence à la fois en première, seconde et troisième année ; dans divers domaines : réseaux, algorithmes, théories de graphes, administration systèmes, informatique graphique, bureautique etc ; et sous forme de travaux dirigés, travaux pratiques ou cours magistraux.

3.1 Informatique en Biologie

Public	Licence 2nd année SV
Charge	90h TP : 5 Groupes, 6 séances. 6h CM : 2 séances.
Notes	J'ai été responsable du module "Informatique" en filière SV. J'ai élaboré les cours et les TP. Le but de ce module est d'amener des étudiants non informaticiens à s'intéresser à la programmation informatique.
Lien	http://florent.kaiser.name/index.php?page=enseignement
Cours	<ul style="list-style-type: none">- Introduction à l'informatique :<ul style="list-style-type: none">- Histoire de l'informatique- Architecture des ordinateurs- Introduction à la programmation :<ul style="list-style-type: none">- Les programmes informatiques- Le langage Python.
Travaux Pratiques	<ul style="list-style-type: none">- Prise en main de Python- Mise en pratique : élaboration d'un jeu.- Dessiner avec Turtle- Traitement des chaînes de caractères- Structure de données : Listes et dictionnaires- Synthèse : Traduction d'une séquence d'ADN

3.2 Introduction à l'informatique graphique

Public	Licence 3ème année MPI
Charges	58h eq. TD : 29 Séances sur 3 années.
Responsable	Brahim Derdouri brahim.derdouri@dept-info.u-cergy.fr
Notes	Élaboration des cours et travaux pratiques sur OpenGL. Encadrement de projets.
Lien	http://florent.kaiser.name/index.php?page=enseignement

Cours	<ul style="list-style-type: none"> - Outils pour la programmation graphique (architecture, l'image en informatique), SDL (Simple Directmedia Layer) - Introduction à OpenGL : la bibliothèque, syntaxe et commandes, variables d'état, gestion de la couleur.
Travaux pratiques	<ul style="list-style-type: none"> - SDL - OpenGL - Interaction avec la souris - OpenGL : Transformation et visualisation - Visualiseur de fichiers mesh - Texture avec OpenGL et SDL
Projet	<ul style="list-style-type: none"> - Courbes et surfaces de subdivision

3.3 Réseaux

Public	Licence 3ème année MPI
Charge	24h eq. TD : 1 Groupe, 8 Séances
Responsable	Tuyêt Trâm DANG NGOC, http://dntt.free.fr/
Travaux pratiques	<ul style="list-style-type: none"> - Outils de base, routage - Calcul de sous-réseaux, analyse des protocoles, ethereal, ICMP, TCP, UDP, telnet - DNS (Bind) - Mail (SMTP avec Postfix), POP/IMAP, Serveur Web (HTTP) - Ipfw, natd, dhcp, NFS, smb, Active Directory - Programmation réseau - Déploiement général (synthèse) (2 séances)

3.4 Administration système

Public	Licence 3ème année MPI
Charge	12h eq. TD : 1 Groupe, 6 Séances
Responsable	Tuyêt Trâm DANG NGOC, http://dntt.free.fr/
Travaux pratiques	<ul style="list-style-type: none"> - Gestion des disques, Ajout de nouvelles partition FreeBSD. Création de disklable, système de fichiers, swap, montage, /etc/fstab, types de fichiers - Installation de systèmes UNIX : Multi-boot, installation d'une distribution Linux et de FreeBSD - Démarrage - Utilisateurs : /etc/passwd, /etc/passwd, pw adduser, /etc/group - Compilation de noyaux Linux et FreeBSD - ttys, motd, accton, cron

3.5 Programmation système

Public	Licence 2ème année MPI,
Charge	36h eq. TD : 12 Séances sur deux années
Responsable	Tuyêt Trâm DANG NGOC, http://dntt.free.fr/
Travaux pratiques	<ul style="list-style-type: none">- Gestion des fichiers et des répertoires : création et manipulation d'une arborescence, gestion de liens, de droits.- Gestion des processus, Gestion de flux : utilisation de flux de redirection, filtrage de texte- Script shell (2 séances) : création en script shell d'un menu utilisateur- awk- Compilation séparée et Makefile

3.6 Théories des Graphes

Public	L2 MPI,
Charge	42h eq. TD : 18 Séances sur 2 années
Responsable	Brahim Derdouri brahim.derdouri@dept-info.u-cergy.fr
Travaux dirigés	<ul style="list-style-type: none">- Théorie des graphes- Propriétés sur les graphes- Algorithmes de parcours d'un graphe- Algorithmes de calcul de composantes connexes.- Algorithmes de plus court chemin

3.7 Introduction à la programmation (Langage C)

Public	L1 MPI
Charge	36h eq. TD : 12 Séances.
Responsable	Brahim Derdouri brahim.derdouri@dept-info.u-cergy.fr
Travaux pratiques	<ul style="list-style-type: none">- Introduction au Langage C- Les tableaux- Structure et type énuméré- Pointeurs- Fonctions- Récursivité- Parcours et recherches

3.8 Algorithmie

Public	L1 MPI
Charge	10h TD : 5 Séances
Responsable	Virginie Sans <code>virginie.sans@dept-info.u-cergy.fr</code>
Travaux dirigés	<ul style="list-style-type: none">– Algorithmes sur les graphes– Complexité des algorithmes

3.9 Informatique en Sciences Humaines

Public	L2 Domaine Humanités et Sciences des Sociétés.
Charge	48h TP : 4 groupes, 6 séances.
Responsable	Jean Pierre Bassot <code>jeanpierre.bassot@laposte.net</code>
Travaux pratiques	<ul style="list-style-type: none">– Saisies– Formules mathématiques– Génération de graphiques– Filtres et grille de critères– Fonctions de recherches (RECHERCHEV)– Tableaux croisés– Fonctions de base de données (BD*)

4 Détail de mes activités de recherche

Ma thèse de doctorat s'est déroulée à l'Institut d'Électronique Fondamentale¹ de l'université Paris-Sud sous la direction de Véronique Vèque et Colette Johnen. Mon manuscrit de thèse et la présentation de la soutenance sont disponibles sur le site Thèse en ligne (TEL) [17].

La principale thématique de ma thèse sont les réseaux de véhicules. Dans le domaine des systèmes de transport intelligents (ITS), les communications sans fil entre véhicules (Vehicle to Vehicle ou V2V) apparaissent comme une solution à la prévention des accidents en offrant une vision plus étendue que les traditionnels capteurs. En reliant les véhicules à un réseau de télécommunications (Vehicle to Infrastructure ou V2I), de nouvelles perspectives sont offertes tant aux passagers qu'au conducteur avec des applications de communications classiques telles que l'accès Internet, les jeux ou le "chat".

Les réseaux de véhicules sont une technologie émergente intégrant les dernières techniques de communications. Un réseau de véhicules fournit (1) le long de la route une connectivité au monde extérieur par l'intermédiaire de passerelles vers d'autres réseaux, et (2) une *communication inter-véhiculaire* pour les *véhicules intelligents*. Sans infrastructure, le réseau est décentralisé et autonome, un protocole de routage, dit ad hoc, doit donc être utilisé pour assurer les communications inter-véhiculaires. Nous appelons ce type de réseau, un *réseau ad hoc de véhicules*, ou en anglais, VANET pour Vehicular Ad Hoc Networks. Contrairement à un réseau classique, où un terminal (source) communique avec une infrastructure réseau fixe pour atteindre un autre terminal (destination), dans un réseau ad hoc chaque terminal est aussi un *routeur* qui relaie les communications pour atteindre la destination.

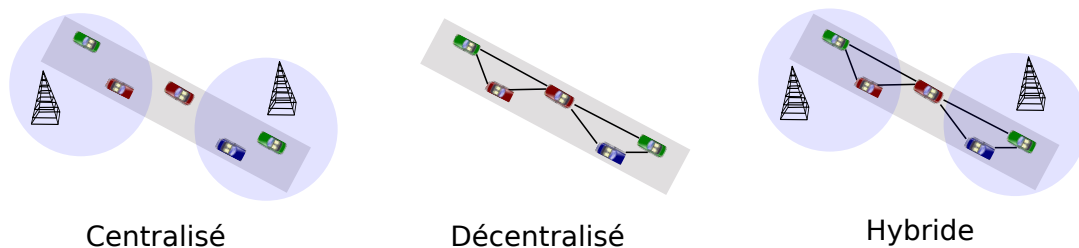


FIGURE 1 – Trois configurations de réseaux de véhicules

Les principales propriétés d'un réseau ad hoc de véhicules sont : un environnement varié, la forte dynamique de la topologie, la faible connectivité du réseau, l'énergie et le stockage suffisant, la mobilité prévisible et l'information de localisation disponible. Selon l'environnement (autoroutier, urbain ou rural) la densité et la vitesse des véhicules n'ont pas les mêmes impacts sur sa dynamique. Si l'on considère deux véhicules roulant en sens opposé à 25 m/s (90 km/h), avec une couverture radio de 250 m, alors la durée de la communication directe entre les véhicules est seulement de 10 secondes. Un véhicule produit et stocke sa propre énergie électrique, permettent largement d'alimenter le système de transmission électronique. Les véhicules suivant une route, la mobilité des nœuds du réseau est prévisible, permettant de projeter dans le temps la position des véhicules.

Enfin, la majorité des véhicules possédant un système de géolocalisation, le système peut obtenir la position géographique du véhicule ainsi que sa direction (à condition qu'il soit en mouvement).

Dans le cadre de mes recherches, je me suis intéressé à deux problèmes : la gestion de la forte dynamique du réseau et l'augmentation de la connectivité du réseau. Dans la suite nous traitons ces problématiques selon plusieurs angles de recherche, correspondant à mes différents axes de recherche depuis les cinq dernières années.

1. Il est à noter que le laboratoire travaillant sur les réseaux fait partie d'une école doctorale de physique. C'est pour cette raison qu'il est mentionné "physique" sur mon diplôme de doctorat. Mais le fond de mon travail de thèse est purement informatique, de manière générale il porte sur l'étude d'algorithmes de routage dans les réseaux informatiques.

4.1 Routage et diffusion dans les réseaux ad-hoc hybrides de véhicules

L'un des inconvénients des réseaux ad hoc (autonomes) est la connectivité. Aucun routeur n'étant dédié ou fixe, il se peut que le réseau soit fragmenté en plusieurs sous-réseaux non connectés, empêchant certains nœuds de communiquer entre eux. De plus, dans un réseau de véhicules sur autoroute, la topologie du réseau est proche d'une ligne, la capacité du réseau (débit de données échangé sur la totalité du réseau) s'en trouve alors réduite.

Nous avons amélioré la connectivité et la capacité du réseau en y ajoutant une infrastructure de points d'accès fixes. Les points d'accès disposés le long des voies ne couvrent pas toute la route mais ce réseau est étendu par des communications ad hoc inter-véhiculaires. Le réseau de véhicules devient alors un réseau ad hoc hybride, proche des réseaux appelés *réseau MESH*. Deux axes se dégagent de mes recherches selon les applications : routage de données point-à-point et diffusion d'informations dans le réseau.

4.1.1 Routage pour communication inter-véhiculaire

Pour la communication inter-véhiculaire, un protocole de routage est nécessaire pour trouver un chemin entre deux nœuds du réseau. Bien qu'il soit possible d'utiliser dans un réseau ad hoc hybride un protocole de routage ad hoc existant [10], le passage à l'échelle (possibilité d'augmenter la taille du réseau sans dégrader les performances), s'en trouve limité. Nous avons donc étendu un protocole de routage ad hoc existant : DSR [16].

DSR fait partie des protocoles de routage ad hoc dits *topologiques réactifs*, adaptés au réseau fortement dynamique tel qu'un réseau de véhicules sur autoroute. J'ai ajouté à DSR un protocole d'enregistrement auprès de l'infrastructure pour le routage des paquets descendants (infrastructure → nœud mobile). Les points d'accès jouant le relais de proxy, ils répondent aux requêtes à la place de la destination. Ainsi, on peut limiter le TTL (Time to Live) des requêtes et donc diminuer la charge du réseau.

J'ai amélioré un simulateur de réseaux ad-hoc (JiST/SWANS) [2] afin d'évaluer les performances de cette extension de DSR que nous proposons dans un contexte de réseau ad hoc hybride. Les résultats des simulations ont montré que les protocoles ad hoc existants ne sont pas adaptés à un réseau hybride, à la fois pour la gestion de la mobilité et le passage à l'échelle ; les performances se dégradant avec l'augmentation de la taille du réseau. Les résultats obtenus avec le nouveau protocole ont montré que le passage à l'échelle était amélioré de manière significative ainsi que la capacité du réseau. Ces résultats ont été publiés à la conférence WCNC'09 [18].

4.1.2 Diffusion dans les réseaux de véhicules

Récemment, dans le cadre de mes activités à l'INRETS, nous avons étudié la diffusion d'informations dans les réseaux de véhicules. L'application cible étant de connaître la position des véhicules voisins (à quelques kilomètres) ou de diffuser une alerte. Ces informations sont affichées sur une carte (figure 2) à l'aide d'un dispositif d'affichage à l'intérieur du véhicule (appelé par abus de langage GPS).

J'ai donc développé un protocole afin de réaliser cette diffusion. Chaque véhicule envoie à intervalle régulier (typiquement deux fois par seconde) sa position géographique obtenue grâce à un dispositif de géolocalisation (comme le GPS), ainsi que sa vitesse, sa course (orientation du déplacement), son identité, et le type de véhicule. Ces informations sont regroupées dans un paquet encapsulé dans une trame MAC puis directement transmises sur le réseau sans fil (via WiFi). IP n'est alors pas utilisé car nous n'avons pas besoin d'un adressage basé sur la topologie du réseau. Nous avons également testé ce protocole à l'aide de véhicules réels. Pour cela j'ai réalisé un logiciel en Java implémentant le protocole en question, ainsi que l'affichage sur une carte des véhicules voisins (figure 2), la carte étant issue des données OpenStreetMap [5]. Nous pourrions ensuite intégrer ce logiciel dans des systèmes embarqués pour véhicules de type *In-Vehicle Infotainment (IVI)* [1].

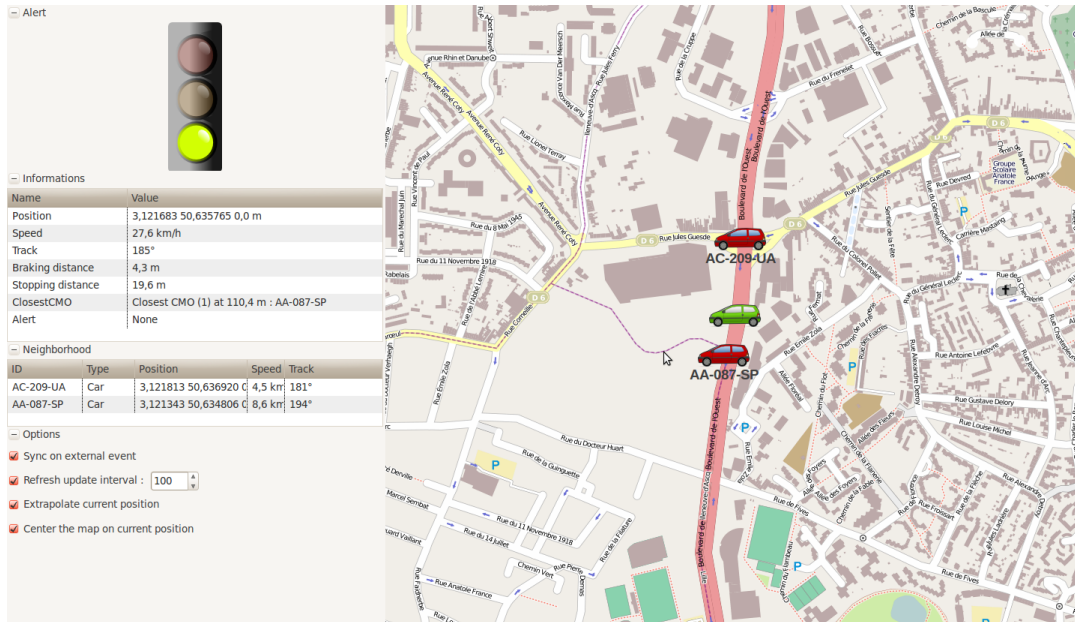


FIGURE 2 – Interface d’informations géolocalisées

Pour que cette information puisse être diffusée sur des distances supérieures à la portée radio du WiFi, chaque véhicule est routeur et transmet les paquets de ses voisins. Un nombre de transmissions limite est fixé (TTL) pour éviter de saturer le réseau. Ce type de diffusion a également ses limites en terme de capacité et connectivité du réseau. Pour passer outre ces limites, une première approche est d’utiliser une technique de diffusion plus fine : seuls les véhicules les plus éloignés du précédent nœud qui a transmis le paquet est le nouveau transmetteur [15]. Ceci permet de réduire le nombre de paquets envoyé sur l’ensemble du réseau, et donc sa capacité, tout en conservant le même taux de découverte des voisins.

Une seconde approche est d’ajouter des points relais au bord de la route pour obtenir un réseau hybride. Ces points relais permettent d’augmenter la connectivité du réseau et donc de pouvoir recevoir l’information de véhicules éloignés. En effet les points relais étant reliés entre eux, ils ont la possibilité de transmettre cette information à d’autres points relais pour la diffuser à un endroit du réseau non accessible par le véhicule source.

Des simulations à l’aide d’Opnet [6] (ce simulateur étant utilisé à l’INRETS) sont en cours de réalisation pour évaluer ces différentes approches pour la diffusion d’informations dans un réseau de véhicules. Dans la partie consacrée aux simulations (§4.5) nous reviendrons sur un module que nous avons développé pour Opnet.

Ces travaux font partie du projet Plata/Proton de l’ANR [7], que nous décrivons dans le paragraphe 6.

4.2 Algorithme de formation de grappes pour la mobilité de groupes dans les réseaux de véhicules

Une des trois parties de ma thèse porte sur le développement d’un protocole permettant la gestion de convois de véhicules. Nous définissons la notion de convoi comme étant un ensemble de véhicules regroupés selon leurs caractéristiques propres. En aucun cas, il s’agit ici de convois physiques, c’est à

dire d'un système permettant aux véhicules de se suivre. Les véhicules restent libres de leurs mouvements à tout instant.

L'utilisation de convois à plusieurs avantages. J'ai proposé deux avantages à l'utilisation de convois de véhicules. D'une part améliorer la gestion de la mobilité dans un réseau ad hoc hybride, d'autre part maîtriser la diffusion d'informations dans le réseau. La gestion de la mobilité avec des convois (mobilité de groupe) permet de gérer non plus la mobilité de chaque nœud individuellement, mais la mobilité de chaque groupe de nœuds. Pour cela chaque convoi s'enregistre auprès de l'infrastructure. Ainsi, les routeurs de l'infrastructure connaissent la position de chaque groupe de véhicules et donc à quel point d'accès il faut transmettre les paquets pour atteindre un nœud mobile. Le second avantage à l'utilisation de convois de véhicules est la diffusion d'informations à l'intérieur d'un groupe. Au lieu de diffuser une information dans l'ensemble du réseau, on peut la restreindre à un groupe en particulier.

Pour tirer avantage des groupes de véhicules, nous avons besoin de groupes stables. Pour cela nous groupons les véhicules ayant des caractéristiques proches. La métrique utilisée pour caractériser la stabilité relative entre deux véhicules est la durée de vie d'un lien. Deux véhicules sont reliés entre eux par un lien radio. Ce lien radio existe tant que la distance entre les deux véhicules est inférieure à la couverture radio R . La durée de vie d'un lien est alors calculée à l'aide de trois paramètres : R , la vitesse relative et la distance entre les véhicules.

L'algorithme de formation de convois que j'ai développé est inspiré des algorithmes de formations de clusters. De nombreux travaux traitent de la formation de clusters dans les réseaux ad hoc [9, 13, 23, 25, 26, 24].

Un convoi est composé de trois types de véhicules (figure 3) : les véhicules membres du convoi, les véhicules passerelles, et les véhicules tête de convoi. Par défaut un véhicule est seulement membre du convoi. Le véhicule en tête de convoi est le celui qui est devant tous les autres membres du convoi. Il est en charge de centraliser l'ensemble des informations du convoi, comme l'identité des nœuds, la taille du convoi ou l'enregistrement auprès de l'infrastructure. Enfin les passerelles, sont les véhicules connectés à un point d'accès au niveau de la couche 2 (WiFi).

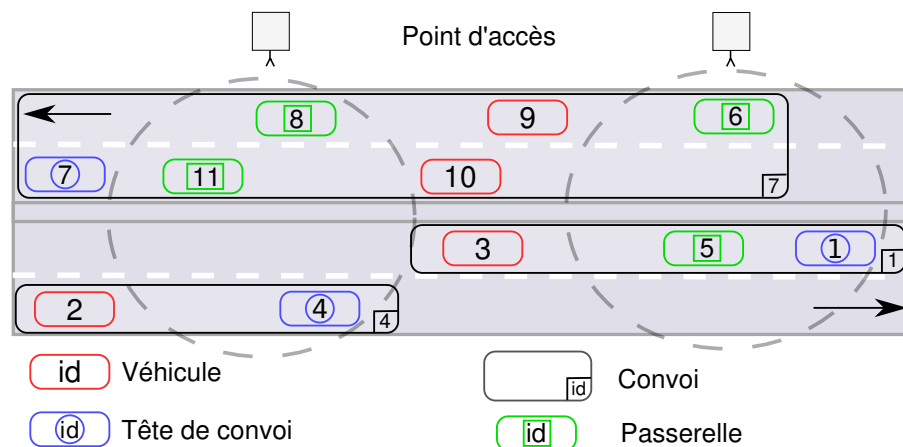


FIGURE 3 – Architecture des convois de véhicules

Au départ, chaque convoi comporte un seul véhicule, tous les véhicules sont alors une tête de convoi. Ensuite s'il existe un lien entre deux véhicules dont la durée de vie est inférieure à un seuil fixé, alors une demande de fusion de convois est envoyée au convoi dont le nœud voisin fait partie. Si la réunion des deux convois ne dépasse pas une taille limite, alors les convois fusionnent.

Ce mécanisme permet la formation de convois. Un second mécanisme est nécessaire pour la maintenance des convois. Lorsqu'un véhicule du convoi ne peut plus communiquer avec la tête de convoi alors le convoi n'est plus connexe et doit donc se couper en deux. Lors de cette scission de convoi, les

nœuds en aval du lien rompu forme un nouveau convoi, alors que le convoi existant est amputé de ces nœuds.

La communication à l'intérieur de ces convois est réalisée grâce à un protocole de routage basé sur la position géographique [12]. En plus des messages nécessaires à la formation des convois et l'enregistrement auprès des points d'accès, des données utilisateurs (communication point-à-point), ainsi que la diffusion d'informations, peuvent transiter dans le convoi.

Nous avons évalué la qualité des convois formés dans un contexte de réseaux de véhicules sur autoroute. Cette évaluation se base sur la durée de vie d'un convoi, le nombre moyen de véhicules dans un convoi ou la longueur d'un convoi (en mètre). Nous avons conclu à une bonne stabilité des convois qui nous permet de penser qu'il est possible des les exploiter pour les applications qu'on nous avons décrit précédemment. Ces travaux ont été soumis à la conférence CFIP 2011 et le seront à une conférence internationale au cours de l'année. Ils ont déjà fait néanmoins l'objet d'une communication lors d'une journée du groupe de travail ResCom sur les réseaux véhiculaires.

4.3 Réseau tolérant au délai pour la communication inter-véhiculaire

J'ai travaillé durant l'été 2008 au laboratoire d'informatique de l'université de Cambridge sous la direction de Cecilia Mascolo `cecilia.mascolo@cl.cam.ac.uk`. Le contexte de travail sont les DTN (Delay Tolerant Network) dans les réseaux véhiculaires.

L'utilisation d'un protocole de routage basé sur la position semble être plébiscité dans le domaine des réseaux de véhicules. Néanmoins, une approche alternative aux protocoles de routage classiques sont les DTN (Delay Tolerant Network). Le principe est basé sur le store-and-forward : un véhicule enregistre un message qu'il peut conserver pendant un temps pouvant aller de la seconde à l'heure. Une stratégie de transmission permet de définir à quel moment et à qui, le message doit être transmis (ou dupliqué). Cela peut être basé sur l'emplacement du véhicule, sa direction de déplacement, voir son itinéraire [19] (c'est le cas d'étude de mon travail à Cambridge). L'avantage des DTN est qu'un paquet peut être diffusé ou transmis dans un réseau peu dense. Néanmoins, les DTN, par définition, entraînant des temps d'acheminement de messages pouvant être très importants. C'est la raison pour laquelle, le laboratoire a proposé l'utilisation d'un algorithme hybride entre un routage géographique classique et un routage store-and-forward (DTN). Mon travail a été de développer puis d'implémenter le protocole hybride dans le simulateur de réseau OMNET++. Les résultats ont montré une diminution du délai moyen d'acheminement tout en conservant un taux de perte identique, prouvant l'utilité de ce type de protocole hybride.

4.4 Évaluation de protocoles de routage par modèle quantitatif

Les travaux existants révèlent également un désaccord sur la comparaison de deux grandes classes de protocoles ad hoc dans un contexte autoroutier : basée sur la topologie et basée sur la position géographique [20]. La seconde classe prenant en compte l'information géographique obtenue à l'aide d'un système de positionnement comme GPS, le premier n'ayant aucune de ces informations. Trancher la question est difficile car les travaux comparant ces classes de protocoles utilisent des approches de simulation différentes et aboutissent à des conclusions divergentes [20, 14, 22, 27].

J'ai établi un modèle analytique de comparaison du passage à l'échelle de ces deux classes de protocoles de routage. Ce modèle (équation 1) est dit quantitatif car basé sur la détermination du nombre de messages m de signalisation envoyés par un protocole [11]. Ce nombre de messages est noté N_p . En comparant le nombre de messages envoyés pour chaque protocole, nous pouvons déterminer leur capacité au passage à l'échelle.

Pour établir ce modèle on se base sur la fréquence $f(m)$ de chaque classe de message envoyée (comme les requêtes de recherche de chemin ou les messages Hello), la densité de relais $d(m)$ pour

ces messages (qui est fonction de la densité des nœuds sur le réseau) ainsi que la longueur moyenne $l(m)$ entre la source et la destination lors d'une communication point-à-point.

$$N_p = \sum_{m \in M(P)} f(m).d(m).l \quad (1)$$

Grâce à ce modèle nous avons comparé les protocoles de routage basés sur la topologie (DSR ou AODV), et ceux basés sur la position géographique en prenant en compte les dernières optimisations développées. Les résultats obtenus ont montré un avantage significatif aux protocoles géographiques en ce qui concerne le passage à l'échelle.

4.5 Apports dans les simulateurs de réseaux

Lors de mes recherches j'ai eu l'occasion de travailler sur plusieurs simulateurs de réseau : Jist/SWANS [2], OMNet++ [4], Opnet [6], ns-2 [3]. Cette expérience m'a permis d'acquérir une certaine expertise sur cet outil indispensable à l'évaluation des protocoles dans les réseaux. J'ai également travaillé sur un modèle de mobilité de véhicules sur autoroute quand j'ai dû adapter à SWANS le simulateur de micro-mobilité [21] développé précédemment dans mon laboratoire. J'ai également ajouté dans SWANS la gestion des réseaux ad hoc hybrides afin d'évaluer une extension de DSR pour ce type de réseau.

Dans Opnet, aucun modèle ni outil n'existait pour les réseaux de véhicules ; j'ai donc développé un exporteur de trace issu du micro-simulateur de mobilité de véhicules SUMO [8] vers des fichiers *trajectories* nécessaires pour la mobilité des nœuds dans Opnet. J'ai également ajouté un modèle permettant la géolocalisation des véhicules voisins décrit précédemment (§4.1.2) afin d'évaluer ce type de protocole dans un réseau de véhicules.

5 Projets de recherches et d'enseignements

5.1 Projets de recherche

Actuellement post-doctorant à l'INRETS de Villeneuve d'Ascq - Lille, je travaille sur l'élaboration de protocoles et applications orientés utilisateur pour les réseaux de véhicules. L'objectif de ces travaux est d'obtenir l'ensemble des positions des objets mobiles communicants (voiture, camion, vélo, piéton, etc). Un simulateur de réseau (Opnet) est utilisé pour mesurer le passage à l'échelle des protocoles proposés.

Parallèlement à mon post-doctorat, je m'intéresse à l'évaluation des protocoles informatiques utilisés dans les réseaux. Mon expérience personnelle sur les langages de programmation m'a permis d'aborder l'utilisation des simulateurs de réseaux avec un certain esprit critique vis à vis de leurs architectures (génie logiciel) et de l'utilisation de simulateurs non libres en recherche où chaque expérience doit être reproductible. Je souhaite dans l'avenir approfondir cette problématique des simulateurs de réseaux selon plusieurs axes : génie logiciel (architecture), compilation (langages et optimisations) et interfaces utilisateurs (GUI, facilité d'utilisation et d'extension).

Je souhaite également approfondir les recherches portant sur la formation de convois dans les réseaux de véhicules sur autoroute. Dans ma thèse, comme application des convois, j'ai proposé l'amélioration des handovers (changement de point d'accès) dans le cadre d'un réseau multi-hop hybride (contenant des point d'accès). Cette amélioration est quantifiable en nombre de paquets perdus lors d'un handover (coupure dans la connexion). La découverte de services en général dans les réseaux de véhicules est également une thématique porteuse et il serait intéressant d'étudier les protocoles de découverte de services dans un tel contexte.

5.2 Projets d'enseignements

Passionné par la programmation depuis toujours, enseigner cette discipline est pour moi très gratifiant. J'ai eu l'occasion d'enseigner le C et le Python, mais je souhaite approfondir ce domaine, tant il est fondamental qu'un étudiant en informatique acquiert de véritables bases en développement de logiciels pour sa carrière scientifique ou d'ingénieur. J'ai pu m'exercer dans beaucoup de langages à différents paradigmes : impératif (C, Pascal, Python...), orienté objet (Java, C++) ou fonctionnel (Scala). Je pense qu'il est important que les étudiants puissent exercer la programmation avec l'ensemble de ces paradigmes, quelque soit le langage, le but étant d'être à l'aise dans n'importe quel contexte de développement.

Les réseaux étant ma spécialité de recherche, j'ai eu l'occasion d'encadrer des TP pour la mise en place (équipement, branchement) et la configuration (adressage, routage, installation de services) de réseaux filaires. Ces types de TP sont toujours très intéressants et instructifs pour un étudiant par le côté mise en pratique sur le "terrain". Dans la suite je souhaiterais également élaborer des TP sur les réseaux sans fil en mettant l'accent sur la sécurité. En effet de nos jours, la sécurité des réseaux sans fil dans les entreprises est devenue un problème loin d'être négligeable.

Enfin, j'ai eu l'occasion d'enseigner et de préparer des cours/TP sur la programmation graphique, notamment l'introduction à OpenGL. Sur trois années, j'ai amélioré l'approche d'enseignement dans ce domaine et je serais ravi de continuer si l'occasion se présentait.

6 Activités d'encadrement et participation au projet ANR

Mes travaux actuels à l'INRETS sont réalisés dans le cadre d'un projet ANR *PROTON-PLATA* [7] en collaboration avec BMW, Eurecom, Thales et TUM (Université technique de Munich). Dans le cadre de ce projet j'ai l'occasion de participer aux réunions avec l'ensemble des partenaires et de collaborer avec d'autres laboratoires pour que mes recherches et développements s'inscrivent au mieux dans le cadre du projet.

En fin de thèse j'ai eu l'occasion d'encadrer un stagiaire dont l'objectif était d'étendre le protocole OLSR dans le simulateur Jist/SWANS afin d'en mesurer les performances dans un contexte de réseaux de véhicules.

En post-doc, j'encadre également un stagiaire qui réalise un logiciel pour la diffusion d'alertes via un protocole DTN pour un équipement embarqué dans les véhicules.

Références

- [1] *In-vehicle infotainment (IVI)*, <http://meego.com/devices/in-vehicle>.
- [2] *JiST/SWANS: Java in simulation time / scalable wireless ad hoc network simulator*, <http://jist.ece.cornell.edu>.
- [3] *ns-2: the network simulator*, <http://www.isi.edu/nsnam/ns>.
- [4] *OMNeT++ community site*, <http://www.omnetpp.org>.
- [5] *Openstreetmap*, <http://www.openstreetmap.fr>.
- [6] *Opnet modeler* (®), http://www.opnet.com/solutions/network_rd.
- [7] *PROTON/PLATA (PROgrammable Telematics ON-boardradio)*, http://www.openairinterface.org/projects/proton_plata.en.htm.
- [8] *SUMO - simulation of urban mobility*, <http://sumo.sourceforge.net/>.
- [9] S. Basagni, *Distributed clustering for ad hoc networks*, Parallel Architectures, Algorithms, and Networks, 1999. (I-SPAN '99) Proceedings. Fourth International Symposium on (Perth/Fremantle, WA, Australia), 1999.

- [10] J. Broch, D.A. Maltz, and D.B. Johnson, *Supporting Hierarchy and Heterogeneous Interfaces in Multi-Hop Wireless Ad Hoc Networks*, Workshop on Mobile Computing at I-SPAN (1999).
- [11] SM Das, H. Pucha, and YC Hu, *Performance comparison of scalable location services for geographic ad hoc routing*, INFOCOM 2005. 24th Annual Joint Conference of the IEEE Computer and Communications Societies. 2 (2005).
- [12] B. Ducourthial, Y. Khaled, and M. Shawky, *Conditional transmissions : Performance study of a new communication strategy in vanet*, Vehicular Technology, IEEE Transactions on **56** (2007), no. 6, 3348–3357.
- [13] Peng Fan, Abolfazl (Kouros) Mohammadian, Peter C. Nelson, James Haran, and John Dillenburg, *A novel direction based clustering algorithm in vehicular ad hoc networks*, 86th Annual Transportation Research Board Meeting, January 2007.
- [14] Holger Füßler, Martin Mauve, Hannes Hartenstein, Michael Käsemann, and Dieter Vollmer, *A Comparison of Routing Strategies for Vehicular Ad Hoc Networks*, Tech. Report TR-02-003, Department of Computer Science, University of Mannheim, July 2002.
- [15] F. Hrizi and F. Filali, *Achieving broadcasting efficiency in V2X networks with a distance-based protocol*, IEEE ComNet 2009, 2010, pp. 1–8.
- [16] David B. Johnson, David A. Maltz, and Josh Broch, *Dynamic source routing in ad hoc network*, Mobile Computing, Kluwer Academic Publishers, 1996, pp. 153–181.
- [17] Florent Kaiser, *Communications dans les réseaux fortement dynamiques*, Ph.D. thesis, jun 2010, <http://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00512021/fr>.
- [18] Florent Kaiser and Véronique Vèque, *On the scalability problem of highway ad hoc network*, Proceedings of WCNC'09 (Wireless Communications & Networking Conf.) (IEEE, ed.), April 2009.
- [19] I. Leontiadis and C. Mascolo, *GeOpps : Geographical opportunistic routing for vehicular networks*, WoWMoM, 2007, pp. 1–6.
- [20] F. Li and Y. Wang, *Routing in vehicular ad hoc networks : A survey*, Vehicular Technology Magazine, IEEE **2** (2007), no. 2, 12–22.
- [21] Muriel Mabilia, *Propriétés structurelles des réseaux ad hoc de véhicules*, Ph.D. thesis, Paris Sud XI, 2007.
- [22] Muriel Mabilia, Anthony Busson, and Véronique Vèque, *Inside vanet : Hybrid network dimensioning and routing protocol comparison*, IEEE VTC Spring, 2007, pp. 227–232.
- [23] N. Nikaiein, H. Labiod, and C. Bonnet, *DDR-distributed dynamic routing algorithm for mobile ad hoc networks*, Mobile and Ad Hoc Networking and Computing, MobiHOC. (Boston, MA, USA), 2000, pp. 19–27.
- [24] X. Niu, Z. Tao, G. Wu, C. Huang, and L. Cui, *Hybrid Cluster Routing : An Efficient Routing Protocol for Mobile Ad Hoc Networks*, IEEE International Conference on Communications, ICC'06, vol. 8, 2006.
- [25] Tomoyuki Ohta, Naoyoshi Murakami, and Yoshiaki Kakuda, *Performance evaluation of autonomous clustering for hierarchical routing protocols in mobile ad hoc networks*, ICDCSW '07 (Washington, DC, USA), 2007, p. 56.
- [26] Francisco J. Ros and Pedro M. Ruiz, *Cluster-based olsr extensions to reduce control overhead in mobile ad hoc networks*, IWCMC '07 : Proceedings of the 2007 international conference on Wireless communications and mobile computing (New York, NY, USA), ACM, 2007, pp. 202–207.
- [27] M. Torrent-Moreno, F. Schmidt-Eisenlohr, H. Füßler, and H. Hartenstein, *Packet Forwarding in VANETs, the Complete Set of Results*, Tech. report, Univ., Fak. für Informatik, Bibl., 2005.