

CARMA

CApacité de Réseaux radio MAillés : modélisation, simulation et expérimentation

Porteur : Hervé Rivano

Projet I3S(CNRS-UNSA)/INRIA Sophia Antipolis

Résumé

Le déploiement de réseaux radio maillés est un enjeu technologique et économique majeur et un pas décisif vers l'existence d'un réseau ambiant nécessaire à l'émergence de l'informatique ubiquitaire. Les réseaux maillés présentent la particularité de confronter des communications radio multi-sauts très étudiées dans le contexte des réseaux ad-hoc, le même objectif de couverture d'un territoire donné que les réseaux de capteurs, et le contrôle total d'un opérateur de télécommunications devant offrir une qualité de service garantie à ses utilisateurs.

L'objectif de cette ARC est de s'intéresser à la capacité des réseaux radio maillés, critère majeur de la qualité de service. Ainsi, il nous est nécessaire de combiner des approches théoriques complémentaires (bornes déterministes, outils stochastiques, théorie des graphes, etc.) pour développer des méthodes et outils pertinents pour la modélisation et l'évaluation de la capacité fournie par un réseau maillé. Il faudra ensuite optimiser cette capacité pour améliorer le comportement du réseau. De notre point de vue, seule une approche *cross-layer* sera à même de nous rapprocher d'un comportement optimal et adapté à un déploiement efficace du réseau, en proposant des protocoles de communications travaillant simultanément sur la couche MAC et le routage. Enfin, si les outils théoriques nous permettent de dégager des tendances fortes, nous souhaitons valider les protocoles proposés à travers des simulations mais aussi des expérimentations.

1 Activités scientifiques envisagées

La technologie des réseaux radio maillés est en pleine effervescence. Dans de nombreuses grandes villes américaines et européennes de tels réseaux se déploient progressivement (Nouvelle Orléans¹, Providence², Tampa³, Philadelphie⁴, Paris⁵, ...).

¹http://www.tropos.com/pdf/new_orleans_casestudy.pdf

²http://www.motorola.com/mesh/pages/newsroom/press_releases/2005_08_22.htm

³<http://www.voipmonitor.net/Floridas+First+Citywide+Wireless+Mesh+Network.aspx>

⁴<http://www.01net.com/article/285093.html>

⁵<http://www.ozone.net>

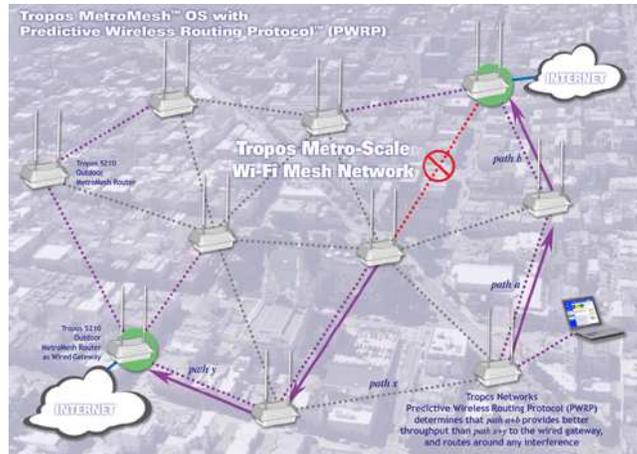


FIG. 1 – Exemple de topologie radio maillé

Dans cette ARC, nous considérons les réseaux radio maillés en tant qu’infrastructures de bornes sans-fil fixes acheminant les communications d’usagers potentiellement mobiles vers des points d’accès à l’Internet (cf. Fig 1). Les utilisateurs se connectent directement à une des bornes couvrant leur position. Si chaque borne est directement connectée à l’Internet, le problème consiste alors à déterminer un placement des bornes, ainsi que leurs puissances d’émission, à la manière d’un réseau cellulaire de type 2G/3G. Les réseaux maillés diffèrent de ce cas par la capacité des bornes à router le trafic utilisateur sur les liens radio interconnectant ces bornes pour atteindre un des points d’accès répartis dans l’infrastructure. Les coûts induits, notamment par le raccordement à l’Internet des routeurs et les travaux de câblage à coût prohibitif, sont donc réduits. Il devient ainsi envisageable d’obtenir une couverture très dense, donc à très haut débit, de grands territoires, notamment urbains.

1.1 Problématique et verrous scientifiques

Les verrous scientifiques à lever pour les réseaux maillés radio sont nombreux :

- la planification et le déploiement du réseau
- la gestion d’utilisateurs mobiles (hand-off, enregistrement, localisation)
- la supervision du réseau et l’ingénierie de trafic
- la sécurité des communications
- ...

Les connaissances à la fois théoriques et expérimentales de cette nouvelle technologie de réseaux d’infrastructure sont lacunaires. Forts de ce constat, des projets universitaires tentent de combler ces manques. L’université Paris VI a par exemple récemment déployé une infrastructure d’expérimentation pour évaluer des protocoles d’auto-configuration, d’auto-organisation et de sécurité [PIR]. Le MIT a lui aussi investi dans une plate-forme expérimentale déployée à Cambridge pour étudier des défis tant théoriques que pratiques [BABM05]. Mais ces études sont principalement orientées vers la gestion et l’exploitation d’un réseau existant et les développements protocolaires nécessaires.

D'un point de vue interne à l'INRIA, plusieurs axes de recherche ont été envisagés sur ce domaine. On peut notamment citer les ARC IRAMUS (2005-2006) et IFANY (2006-2007) qui s'intéressent principalement à la couche physique radio, d'un point de vue protocolaire pour la première, et sous l'angle de la théorie de l'information pour la seconde. Nous nous proposons de nous intéresser aux couches supérieures. L'INRIA est par ailleurs partie prenante avec la société Luceor dans l'expérimentation d'un réseau maillé en Picardie.

Ce projet rassemble trois équipes INRIA et une universitaire parmi les plus actives sur ce domaine d'application. Notre ambition est d'étudier les enjeux amonts, relatifs à la conception et au déploiement d'une infrastructure radio maillée performante, tant au niveau de la répartition des ressources du réseau que des mécanismes de partage entre utilisateurs.

1.2 Objectifs du projet

Destinés surtout à équiper les zones urbaines, les réseaux radio maillés sont censés favoriser un déploiement très rapide et à moindre coût d'un réseau d'accès ambiant à l'Internet.

La zone de couverture de chaque borne relais est conditionnée par la densité d'utilisateurs et le type d'applications considéré. La conception et le déploiement du réseau doivent prendre en compte la dynamique de ces critères ainsi que la mobilité des utilisateurs afin d'offrir une qualité de service suffisante au cours du temps.

Il faut alors considérer dans le déploiement la quantité de bande passante qui sera utilisée par les bornes pour transmettre le trafic émis par les usagers jusqu'à un point d'accès et, par conséquent, optimiser la répartition des points d'accès dans l'infrastructure. Cette bande passante se partage ensuite à deux niveaux : *(i)* global, correspondant au routage, et *(ii)* local, correspondant à l'accès au médium (couche MAC).

Un routeur d'un réseau maillé est un équipement spécifique, l'implémentation d'une optimisation conjointe de ces deux couches est donc envisageable : aucune modification n'est requise sur le terminal client, l'*intelligence* résidant dans la partie *relais* du réseau maillé.

A ce titre, il est fondamental de développer des modèles pertinents intégrant couches MAC et routage, afin d'obtenir une évaluation fine des capacités optimales espérées d'un réseau radio maillé. Dans un deuxième temps, le développement de protocoles intégrant plusieurs couches (*cross-layer*), notamment MAC et réseau, devrait permettre d'obtenir des performances pratiques proches des optimaux modélisés. En particulier, il faudra étudier les fonctionnalités d'auto-organisation et de routage, tirant avantage de l'infrastructure fixe des relais sans contrainte énergétique, pour mieux servir les besoins en bande passante des usagers, dynamiques et autonomes et leur offrir une connectivité robuste à la mobilité.

Dans toutes ces études, la question de l'évaluation pertinente des solutions proposées doit toujours être sous-jacente. En particulier, l'obtention d'optimums théoriques permet une comparaison objective des performances des protocoles étudiés, que ces dernières soient simulées ou expérimentales.

Ce projet se focalisera donc sur les points suivants :

- modélisation et évaluation de la capacité
- recherche de stratégies optimales de partage de ressources
- conception de protocoles inter-couches efficaces (*cross-layer*)

1.3 Axes de recherche

L'approche que nous privilégions a ceci d'original qu'elle consiste en la combinaison d'outils complémentaires, à la fois pour l'étude, la modélisation et le développement de protocoles *cross-layer*, comme pour la validation et l'évaluation des performances des réseaux maillés. Par la suite, nous détaillons les trois points que nous allons traiter.

1.3.1 Modélisation et évaluation de la capacité

Dans les interactions locales, les protocoles d'accès au média (couche MAC) induisent une répartition de la bande passante entre les communications en compétition pour accéder au médium radio. Au niveau global, les stratégies de routage déterminent les goulots d'étranglement dans le réseau et donc les limites de la capacité offerte aux utilisateurs. D'un point de vue théorique, la mise en œuvre conjointe de techniques algorithmiques, combinatoires, et stochastiques doit permettre la modélisation fine et pertinente des propriétés à la fois probabilistes (nombre aléatoire d'utilisateurs) et dynamiques (utilisateurs mobiles).

Plusieurs études ont tenté de modéliser et analyser diverses couches MAC en réseaux multi-sauts [WLT⁺02, ZWCF06]. En se fondant sur des travaux récents d'analyse stochastique [GK00, DFT06, MPR06, MBF04], nous comptons obtenir des bornes précises sur les capacités optimales que peut fournir une telle infrastructure.

L'analyse du routage comme mécanisme de répartition de la capacité a fait l'objet de nombreux travaux en optimisation combinatoire et mathématique. Cependant, ces outils ont été développés dans le contexte des réseaux filaires et ne sont pas directement applicables aux ressources diffuses telles que la capacité radio : les contraintes d'interférences radio, et donc d'interdépendances sont complexes à modéliser [QCJM04]. Ce n'est que récemment que des développements [KRD06, RTV06] ont ouvert la voie à l'extension de ces techniques au contexte radio, tout en montrant certaines limites.

Il s'agira donc, dans notre étude, d'étendre et réunir ces deux approches, pour dépasser leurs limites respectives et prendre en compte les contraintes et modèles des méthodes d'accès au média et de routage étudiées dans ce projet. Cette étude nécessitera l'ensemble des outils disponibles et d'en rendre l'exploitation opérationnelle possible pour l'optimisation de grands systèmes.

1.3.2 Recherche de stratégies optimales de partage de ressources

Le contexte technologique qui nous motive lève de nouvelles problématiques d'optimisation. Il faut notamment trouver un compromis entre le nombre de points d'accès au réseau dorsal haut débit à installer et la capacité nécessaire pour relayer les connexions des usagers.

Le réseau doit être robuste aux changements de topologie (pannes d'équipements, extensions temporaires du réseau) et à l'évolution de la demande (mobilité des utilisateurs ou variabilité des applications). Les stratégies optimales de routage doivent pouvoir faire face à ces deux types de dynamiques.

Les problèmes de flots et multi-flots dynamiques sont au centre de ces problématiques. Des travaux menés précédemment sur l'accélération des algorithmes combinatoires de multi-flots

devraient permettre de dégager des pistes pour une formalisation pertinente de leur adaptation au contexte de la radio et le développement d'algorithmes efficaces [CR02, CRR03].

Des études de géométrie stochastique [SKM95] semblent prometteuses pour prendre en compte des répartitions aléatoires et dynamiques des utilisateurs et leur influence sur la distribution des points d'accès dans le réseau. En effet, de telles études ont été proposées dans le cadre des réseaux cellulaires afin d'étudier la répartition spatiale des stations de base qui optimise les performances globales du réseau à moindre coût [BKLZ97, BTZ00, BS04].

La combinaison de ces deux approches vers le développement d'outils combinatoires stochastiques est une piste qui nous semble pertinente.

1.3.3 Conception de protocoles inter-couches efficaces (cross-layer)

IEEE 802.11 est très souvent utilisé, tant pour les communications clients/points d'accès qu'entre points d'accès. Cependant, ce protocole ne permet pas d'offrir un service performant en termes d'équité et de débit global dans les réseaux sans-fil multi-sauts [HRBSD03, Dho03].

Nous entendons comparer et combiner les pistes proposées dans la littérature. En particulier, l'exploitation d'interfaces radio multiples semble prometteuse à la fois en terme de stabilité du réseau et de débit disponible. Cela pose néanmoins des questions complexes, à la fois protocolaires pour la synchronisation entre routeurs, et algorithmiques pour l'optimisation conjointe entre les routes et les canaux radio, à rapprocher des études sur le routage dans les réseaux optiques [Riv03].

Les techniques algorithmiques et stochastiques envisagées en section 1.3.2 génèrent des routages portés par des ensembles de chemins possédant des ressources disjointes. Ainsi, la charge se répartit plus uniformément dans le réseau. Nous exploiterons cet aspect pour développer des protocoles de routage multi-chemins s'approchant au mieux des solutions optimales, notamment à l'aide de structures virtuelles de routages [TF05].

Par ailleurs, une intégration *cross-layer* permet d'introduire une collaboration entre les couches de la pile protocolaire, faisant remonter par exemple certaines propriétés mesurées de la couche MAC à la couche routage [HRGD05]. Ainsi, nous pouvons envisager la conception de protocoles répartissant les flots de manière spatiale, sur l'ensemble des routeurs intermédiaires, et répartissant équitablement la bande passante entre les flots. Au final, une telle approche permettrait de s'approcher des optimum théoriques.

1.4 Modélisation, simulations et expérimentations : méthodologie pour la validation de performances

L'évaluation de performances est une problématique délicate pour les réseaux sans-fil. D'un point de vue méthodologique, la validation d'un protocole doit confronter deux techniques différentes (modélisation et simulation, simulation et expérimentation, ...) [Jai92]. Dans le cas particulier des réseaux radio, la confrontation des trois techniques majeures nous semble nécessaire du fait de la difficulté à prendre en compte les caractéristiques du canal radio (évanouissement, perturbations, réflexions, ...). En effet, l'optimisation combinatoire permet d'obtenir des résultats fiables et reproductibles au prix de temps de calcul parfois

prohibitifs (jours, mois, années). Les études analytiques stochastiques peuvent prendre en compte des phénomènes dynamiques complexes mais se limitent aux comportements asymptotiques. La simulation à événements discrets permet d'étudier avec une grande finesse de détail le comportement de chaque composant d'un système, mais l'étude détaillée du comportement global d'un grand système est difficile. Quant à l'expérimentation, elle permet de se confronter à la réalité, mais se limite elle-aussi à des systèmes de petite taille.

Les performances de nos algorithmes et protocoles seront donc évaluées à la fois au regard des optimums théoriques obtenus avec nos modèles mathématiques (programmation linéaire, géométrie stochastique, . . .), par simulation et expérimentation. La combinaison de ces trois techniques permettra de compenser les faiblesses individuelles de chacune.

Cette méthodologie sera appliquée de manière transversale dans toutes les phases du projet. Les résultats des différentes évaluations seront alors exploités pour affiner les modèles et les contraintes d'optimisation devant être prises en compte.

2 Demande budgétaire de la collaboration

Un des outils les plus profitables dans une collaboration est l'échange de doctorants entre plusieurs sites. Il faut pour cela prévoir un ensemble de séjours de longue durée (3 semaines par site et par an) pour doctorants, auquel s'ajoute des missions plus classiques, incluant l'organisation de journées de travail régulières.

Nous souhaitons faire participer des étudiants de Master aux thématiques scientifiques couvertes par l'ARC. Par ailleurs, nous souhaitons le recrutement d'un post-doctorant pour travailler sur les aspects simulation et expérimentation d'un réseau maillé.

Enfin, nous proposons de communiquer sur les résultats de cette ARC à travers l'organisation d'un *workshop* adossé à une conférence internationale de haut niveau qui permettrait de réunir les acteurs sur ce sujet et diffuser les résultats issus de cette ARC.

Missions	20 000 euros/ans
Stage d'étudiants en master	7 000 euros/an
12 mois de post-doc	40 000 euros
Organisation d'un <i>workshop</i>	6 000 euros
Demande totale	100 000 euros

3 Participants

Équipe	Membres	Thématique scientifique
Mascotte	David Coudert Hervé Rivano	Optimisation combinatoire, Algo. de graphe Algo. d'approximation, programmation mathématique
ARES	Guillaume Chelius Fabrice Valois	Protocoles, expérimentation, simulations Évaluation de performances, protocole couches 2/3
POPS	Nathalie Mitton David Simplot-Ryl	Géométrie stochastique, algorithmique Simulations, expérimentations, Protocoles
Drakkar	Andrzej Duda Fabrice Theoleyre	Intégration des couches, Routage multi-chemins Simulation, expérimentations, Protocoles

3.1 INRIA/I3S MASCOTTE

MASCOTTE est un projet commun à l'INRIA Sophia-Antipolis et au laboratoire I3S (Informatique Signaux et Systèmes Sophia-Antipolis), lui même commun au CNRS et à l'Université de Nice-Sophia Antipolis (UNSA). De plus, MASCOTTE est fortement associé au centre de recherche et développement de France Telecom à Sophia-Antipolis via le Contrat de Recherche Collaborative CORSO.

L'objectif du projet MASCOTTE est de développer des méthodes et outils algorithmiques qui s'appliquent en particulier à la conception de réseaux de télécommunications. La réalisation de cet objectif implique la poursuite de recherches de haut niveau dans les domaines de l'algorithmique, de la simulation et des mathématiques discrètes. Les axes de recherche qui y sont développés sont l'algorithmique, les mathématiques discrètes, et l'optimisation combinatoire. Le domaine d'application principal du projet MASCOTTE est l'algorithmique des communication et la simulation de systèmes complexes pour le dimensionnement de réseaux (optiques WDM, MPLS, embarqués, radio WiFi WiMax et satellites), la protection, le partage de ressources, l'optimisation des réseaux logiques. En particulier, durant les quatre dernières années, MASCOTTE a développé des outils à la fois théoriques et appliqués pour la conception de réseaux hétérogènes de types divers (ex. WDM, SDH, ATM, sans-fil, satellites, ...). Ces thématiques sont au coeur des considérations du pôle de compétitivité PACA "Solutions Communicantes Sécurisées". Le projet MASCOTTE est par ailleurs impliqué dans de nombreuses relations industrielles et internationales.

Budget annuel : 240 000 euros

David Coudert est chargé de recherche à l'INRIA Sophia Antipolis depuis 2002. Il est coordonnateur local de l'ACI "Sécurité Informatique" PRESTO sur la protection et sécurisation des nouvelles architectures de réseaux, et impliqué dans le Contrat de Recherche Collaborative avec France Télécom CORSO portant notamment sur les calculs de disponibilité et sécurisation des réseaux radio maillés. Il a reçu le Magistère d'Informatique et de Modélisation de l'École Normale Supérieure de Lyon en 1997. Il a obtenu son doctorat de

l'Université de Nice-Sophia Antipolis en 2001. Ses recherches portent sur les méthodes algorithmiques et combinatoire pour la conception de réseaux de télécommunication robustes.

Hervé Rivano (coordinateur de l'ARC) est chargé de recherche au CNRS dans le laboratoire I3S depuis octobre 2004. Il est coordonnateur de l'ANR "Jeunes Chercheurs" OSERA sur l'Optimisation et la Simulation pour l'Étude des Réseaux Ambiants. Il a reçu son DEA Réseaux et Systèmes Distribués de l'Université de Nice-Sophia Antipolis et le Magistère d'Informatique et de Modélisation de l'École Normale Supérieure de Lyon en 2000. Le 28 novembre 2003, il a obtenu son doctorat de l'Université de Nice-Sophia Antipolis. Ses thèmes de recherche sont les méthodes algorithmiques et de programmation mathématique pour la conception optimale ou approchée de réseaux d'infrastructure.

3.2 INRIA/INSA Lyon ARES

Le projet ARES est un projet commun INSA de Lyon / INRIA Rhône-Alpes. Le projet INRIA ARES (Architectures de Réseaux de Services) a comme axes de recherche prioritaires les problèmes liés aux déploiements de services efficaces sur des architectures de réseaux spontanés (réseaux de capteurs, réseaux ad hoc, réseaux sans fil). Ainsi ARES adresse les verrous scientifiques sur l'interopérabilité des systèmes et des protocoles, ainsi que l'optimisation des ressources (radio, réseaux et systèmes) lors du déploiement et de l'utilisation d'un service. Le projet ARES sera moteur pour la définition et la réalisation de l'infrastructure de communication. Le projet est membre de l'ACI FRAGILE, participe à l'ACI P2P et au projet plate forme CNRS RECAP. Les travaux conduits au sein des ACI que l'on peut qualifier de plus fondamentaux ainsi que l'expérience pratique de mise en oeuvre acquise au sein du projet plate forme de capteurs CNRS RECAP à permis aux membres du projet INRIA ARES d'acquérir de solides compétences dans le domaine des réseaux de capteurs. Le projet ARES dispose également d'une expérience en transferts industriels dans les domaines des réseaux maillés et des réseaux hybrides multi-sauts notamment par le projet RNRT SAFARI et via diverses collaborations bilatérales.

Budget annuel propre : 350 000 euros

Guillaume Chelius est actuellement chargé de recherche INRIA au sein du projet ARES dans le laboratoire CITI. Il a reçu son DEA d'Informatique fondamental de l'Ecole Normale Supérieure de Lyon en 2001 puis a soutenu son doctorat d'informatique intitulé *Architecture et communication dans les réseaux spontanés sans-fil* à l'INSA de Lyon en 2004. Il a été recruté par l'INRIA en tant que chargé de recherche cette même année. Depuis son recrutement, il a effectué des visites de courtes et longues durées dans plusieurs laboratoires nationaux (LIP6, ENST) et étrangers (LNCC au Brésil, CTTC en Espagne). Il est impliqué dans plusieurs comités de programme et a été PC chair de conférences nationales et internationales. Ses domaines de recherche portent sur les réseaux sans fil multi sauts, réseaux

ad hoc et réseaux de capteurs, et plus particulièrement sur les protocoles de communication (couches MAC et routage).

Fabrice Valois est maître de conférences à l'INSA Lyon depuis Septembre 2000. Après un doctorat en modélisation et évaluation de performances de réseaux cellulaires obtenu en 2000 à l'Université de Versailles, il a rejoint la même année le laboratoire CITI pour participer à la mise en place des thématiques scientifiques. Il a également participé à l'élaboration du projet INRIA ARES. Aujourd'hui, il s'intéresse aux protocoles d'auto-organisation pour réseaux ad hoc et de capteurs ainsi qu'aux problématiques de modélisation et d'évaluation de performances de ces réseaux.

3.3 INRIA/LIFL POPS

Le projet POPS est un projet commun Université des Sciences et Technologies de Lille, CNRS et INRIA. Le projet se concentre sur des solutions pour rendre plus utilisables (en termes de programmation, d'adaptation ou d'insertion dans les systèmes informatiques classiques) des petits objets appelés "POPS" (Petits Objets Portables et Sécurisés). Cette famille de POPS comprend, par exemple, les cartes à microprocesseur, les étiquettes électroniques (RFID tags), ou les assistants personnels digitaux. Ces objets sont caractérisés par des ressources limitées, une grande mobilité et un besoin de sécurité malgré un environnement non fiable. Le développement d'applications intégrant des POPS ou pour les POPS souffre du fait que de telles plateformes sont non conventionnelles et demandent des développements spécifiques avec des protocoles propriétaires ou exotiques. Ainsi, la plupart des POPS ne sont pas aisés à programmer et un haut niveau d'expertise est requis pour produire du logiciel pour ces systèmes contraints. De plus, la mobilité des POPS peut induire des déconnexions soudaines et fréquentes, des temps de réponse élevés, un taux d'erreur significatif et une faible bande passante. Ainsi, le système des POPS doit s'adapter aux besoins des applications et aux modifications de son environnement. Dans ce contexte, nous menons des recherches complémentaires dans les domaines des systèmes d'exploitation embarqués et des réseaux mobiles. Le projet POPS participe aux ACI Sécurité Informatique SPOPS et SERAC ainsi qu'au projet plateforme CNRS/DSTIC RECAP sur les « réseaux de capteurs et réseaux auto organisés ». Le projet POPS dispose également d'une longue expérience en transferts industriels dans les domaines des cartes à microprocesseur et des étiquettes RFID et a contribué à des standards internationaux dans ces deux domaines.

Budget annuel : 320 000 euros

Nathalie Mitton est chargée de recherche à l'INRIA dans le projet POPS à Lille depuis Septembre 2006. Elle est ingénieur de l'INSA de Lyon, département Télécoms depuis 2003. Elle a reçu son DEA de l'INSA de Lyon en 2003. Le 27 mars 2006, elle a obtenu son doctorat en Informatique de l'INSA de Lyon. Ses recherches portent sur les réseaux sans fil auto-organisés, considérant les côtés d'auto-stabilisation, économie d'énergie, diffusion... aussi

bien d'un côté théorique à l'aide de la géométrie stochastique que du côté simulations.

David Simplot-Ryl est Professeur à l'Université des Sciences et Technologies de Lille (USTL) et effectue sa recherche au Laboratoire d'Informatique Fondamentale de Lille (LIFL) où il dirige le projet commun USTL/CNRS/INRIA/POPS. Sa thématique de recherche comprend les réseaux de capteurs et les réseaux ad hoc mobiles, l'informatique mobile et distribuée, les systèmes d'exploitation embarqués, les « smart objects » et plus particulièrement la technologie RFID. Récemment, il a principalement contribué à la normalisation de protocoles d'identification d'étiquettes RFID en partenariat avec les sociétés Gemplus et TagSys. Il est directeur de publication de la revue Ad Hoc and Sensor Wireless Networks : An International Journal (Old City Publishing) et est membre du comité éditorial de plusieurs revues dont International Journal of Computers and Applications (Acta Press), International Journal of Wireless and Mobile Computing (Inderscience), Journal of Ubiquitous Computing and Intelligence (American Scientific Publishers) and International Journal of Parallel, Emergent and Distributed Systems (Taylor & Francis). Il est aussi éditeur invité de plusieurs numéros spéciaux de revues internationales dont IEEE Network Magazine (IEEE Communication Society), Ad Hoc Networks Journal (Elsevier) et IEEE Transactions on Parallel and Distributed Systems (IEEE Computer Society). Il est coordinateur scientifique du projet plateforme CNRS/DSTIC RECAP sur les réseaux de capteurs et les réseaux auto-organisés.

3.4 Laboratoire LSR, équipe DRAKKAR

Le Laboratoire LSR-IMAG est une Unité Mixte de Recherche qui associe à part le CNRS, l'INPG et l'UJF (l'INPG est l'organisme gestionnaire du laboratoire). Le projet implique l'équipe Drakkar (Réseaux et Multimédia) qui travaille depuis plusieurs années sur différents aspects des réseaux, en particulier des réseaux sans fil et la mobilité. Ainsi, il a apporté ou continue à apporter une contribution aux projets RNRT @IRS, @IRS++, VTHD++, Safari, AIRNET, ARESA. Il participe au projet européen WIP. L'équipe est composée d'environ une quinzaine de personnes (sept chercheurs ou enseignants chercheurs) et sept doctorants. Les recherches de l'équipe visent de nouvelles opportunités de communication ouvertes par l'avènement de réseaux IP, en particulier le développement de l'Internet Sans Fil Mobile. Nous travaillons sur des réseaux locaux sans fil de type 802.11 : l'optimisation des performances et de nouvelles méthodes d'accès. Nous abordons des réseaux sans fil maillés en définissant de nouvelles architectures d'interconnexion.

Budget annuel : 150 000 euros

Andrzej Duda est professeur à l'INPG-Ensimag (École Nationale Supérieure d'Informatique et de Mathématiques Appliquées de Grenoble). Il a obtenu une thèse de Docteur-Ingénieur à l'Université de Paris-Sud en 1984 et l'habilitation à diriger des recherches à l'Université de Grenoble (UJF) en 1994. Avant le poste actuel, il fut Maître Assistant à

l'Université de Paris-Sud, Chargé de Recherche au CNRS, et Visiting Scientist au Laboratory for Computer Science du MIT en 1992-1994. En 2002-2003, il a été professeur invité à l'EPFL (École Polytechnique Fédérale de Lausanne). Il a publié environ 80 papiers dans les domaines d'évaluation de performances, systèmes répartis, multimédia et réseaux. Il fait partie de comités de sélection de plusieurs conférences internationales et sert comme expert auprès de la Commission Européenne.

Fabrice Théoleyre est chercheur en post-doctorat dans le laboratoire de Logiciels, Systèmes et Réseaux (LSR) depuis novembre 2006. Il a obtenu un diplôme d'ingénieur de l'INSA de Lyon en Télécommunications en 2003 et un doctorat en informatique de l'INSA de Lyon en 2006. Il a été chercheur invité en 2005 à l'INRIA de Sophia-Antipolis, et en 2006 à l'université de Waterloo (Canada). Ses travaux de recherche s'intéressent aux réseaux ad hoc et maillés sans-fil dans les domaines de l'algorithmie, de la conception de protocoles, et de l'évaluation de performances analyse/simulation/expérimentation.

Références

- [BABM05] John Bicket, Daniel Aguayo, Sanjit Biswas, and Robert Morris. Architecture and evaluation of an unplanned 802.11b mesh network. In *International Conference on Mobile Computing and Networking (MOBICOM)*, Cologne, Germany, August 2005. ACM.
- [BKLZ97] F. Baccelli, M. Klein, M. Lebourges, and S. Zuyev. Stochastic geometry and architecture of communication networks. *Journal of Telecommunication Systems*, 7 :209–227, 1997.
- [BS04] B. Blaszczyzyn and R. Schott. Approximations of functionals of some modulated-poisson voronoi tessellations with applications to modelling of communication networks. In *International Symposium on Voronoi Diagrams in Science and Engineering*, Tokyo, Japan, 2004.
- [BTZ00] F. Baccelli, K. Tchoumatchenko, , and S. Zuyev. Markov path on the poisson delaunay graph with applications to routing in mobile networks. *Advances in Applied Probabilities*, 32 :1–18, 2000.
- [CR02] D. Coudert and H. Rivano. Lightpath assignment for multifibers WDM optical networks with wavelength translators. In *Global Communications Conference (GLOBECOM)*, Taiwan, Nov 2002. IEEE.
- [CRR03] D. Coudert, H. Rivano, and X. Roche. A combinatorial approximation algorithm for the multicommodity flow problem. In K. Jansen and R. Solis-Oba, editors, *Workshop on Approximation and Online Algorithms (WAOA)*, number 2909 in Lecture Notes in Computer Science, pages 256–259, Budapest, Hungary, September 2003. Springer-Verlag.

- [DFT06] Olivier Dousse, Massimo Franceschetti, and Patrick Thiran. On the throughput scaling of wireless relay networks. *IEEE/ACM Trans. Netw.*, 14(SI) :2756–2761, 2006.
- [Dho03] Dominique Dhoutaut. *Etude du standard IEEE 802.11 dans le cadre des réseaux ad hoc : de la simulation à l'expérimentation*. PhD thesis, INSA Lyon, December 2003. 152 p.
- [GK00] Piyush Gupta and P. R. Kumar. The capacity of wireless networks. *IEEE Transactions on Information Theory*, 46(2) :388–404, March 2000.
- [HRBSD03] Martin Heusse, Franck Rousseau, Gilles Berger-Sabbatel, and Andrzej Duda. Performance anomaly of 802.11b. In *INFOCOM*, San Francisco, USA, April 2003. IEEE.
- [HRGD05] M. Heusse, F. Rousseau, R. Guillier, and A. Duda. Idle Sense : An Optimal Access Method for High Throughput and Fairness in Rate Diverse Wireless LANs. In *Proc. of ACM SIGCOMM 2005*, August 2005.
- [Jai92] R. Jain. *The art of computer systems performance analysis*. Ed Wiley, 1992.
- [KRD06] Sunil Kumar, Vineet S. Raghavan, and Jing Deng. Medium access control protocols for ad hoc wireless networks : A survey. *Ad Hoc Networks*, 4(3) :326–358, May 2006.
- [MBF04] Nathalie Mitton, Anthony Busson, and Eric Fleury. Self-organization in large scale ad hoc networks. In *Mediterranean Ad Hoc Networking Workshop, MED-HOC-NET 04*, Bodrum, Turkey, June 2004.
- [MPR06] G. Méheut, S. Pérennes, and H. Rivano. Evaluation stochastique et simulation des réseaux radio. Research report 5989, INRIA, September 2006.
- [PIR] Projet RNRT Infradio, <http://rnrt-infradio.lip6.fr/>.
- [QCJM04] Lili Qiu, Ranveer Chandra, Kamal Jain, and Mohammad Mahdian. Optimizing the placement of integration points in multi-hop wireless networks. In *International Conference on Network Protocols (ICNP)*, Berlin, Germany, October 2004. IEEE.
- [Riv03] H. Rivano. *Algorithmique et télécommunications : coloration et multiflot approchés et applications aux réseaux d'infrastructure*. PhD thesis, Université de Nice-Sophia Antipolis, November 2003.
- [RTV06] H. Rivano, F. Théoleyre, and F. Valois. Capacity evaluation framework and validation of self-organized routing schemes. In *International Workshop on Wireless Ad-hoc and Sensor Networks (IWVAN)*, New-York, June 2006. IEEE.
- [SKM95] D. Stoyan, S. Kendall, and J. Mecke. *Stochastic geometry and its applications, second edition*. John Wiley & Sons, 1995.
- [TF05] F. Theoleyre and Valois F. Virtual structure routing in ad hoc networks. In *International Conference on Communication (ICC'2005)*, Seoul, Korea, May 2005. IEEE.

- [WLT⁺02] Shih-Lin Wu, Chih-Yu Lin, Yu-Chee Tseng, Chih-Yu Lin, and Jang-Ping Sheu. A multi-channel mac protocol with power control for multi-hop mobile ad-hoc network. *The Computer Journal*, 45(1) :101–110, 2002.
- [ZWCF06] Hongqiang Zhai, Jianfeng Wang, Xiang Chen, and Yuguang Fang. Medium access control in mobile ad hoc networks : challenges and solutions. *Wireless Communications and Mobile Computing*, 6(2) :151–170, March 2006.