



HAL
open science

Métrologie des réseaux sans-fil

Guillaume Kremer

► **To cite this version:**

Guillaume Kremer. Métrologie des réseaux sans-fil. RESCOM 2011, Jun 2011, La Palmyre, France. 2p. hal-00600620

HAL Id: hal-00600620

<https://hal.science/hal-00600620>

Submitted on 15 Jun 2011

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.

Métrologie des réseaux sans-fil

Guillaume Kremer^{1,2} {gkremer@laas.fr}

¹CNRS; LAAS; 7 avenue du colonel Roche, F-31077 Toulouse Cedex 4, France

²Université de Toulouse; UPS, INSA, INP, ISAE; UT1, UTM, LAAS; F-31077 Toulouse Cedex 4, France

Abstract—Les réseaux sans-fil se généralisent, notamment en tant que techniques d'accès à l'Internet avec les dispositifs sans-fils portatifs actuels (ordinateurs portables, tablettes, smartphones...). Cependant, la nature de ces réseaux offrant des ressources réduites par rapport aux réseaux filaires ou mettant en oeuvre des techniques d'accès indéterministes temporellement posent des problèmes au niveau de la gestion des ressources. Par conséquent la métrologie de ces réseaux sans fil est un élément prépondérant. Etant donnée la nature spécifique de ces réseaux, cette article introduit une approche "cross-layer" de la métrologie, i.e. une approche qui va réaliser des mesures et des observations à tous les niveaux du réseau sans fil: couches physique, MAC, liaison et réseau. Cet article insiste sur l'importance et la difficulté de réaliser des mesures fiables au niveau de la couche physique et du médium hertzien. Il illustre au travers d'une expérience, l'impact de la qualité du support hertzien sur la qualité et les performances du service réseau.

Index Terms—Wireless Networks, Cross layer Metrology, Physical Layers

I. INTRODUCTION

Les réseaux sans-fil se généralisent, notamment en tant que techniques d'accès à l'Internet avec les dispositifs sans-fils portatifs actuels (ordinateurs portables, tablettes, smartphones...). Cela ne va pas sans créer des problèmes, car, contrairement aux réseaux filaires (fibre optique notamment), les ressources de communication restent faibles: la bande passante et les technologies sans fil actuelles n'offrent pas des débits très élevés par rapport aux besoins identifiés. D'autre part, la complexité des réseaux mobiles, leur variabilité ou leur indéterminisme, par exemple au niveau des techniques d'accès au médium, posent des problèmes significatifs au niveau de la gestion des ressources. Par conséquent la métrologie de ces réseaux sans fil est un élément prépondérant. C'est dans ce contexte qu'opère le projet RESCUE dont l'une des tâches est la surveillance des réseaux sans-fil avec pour but la conception de nouvelles méthodologies et de nouveaux outils de métrologie spécifiquement dédiés aux réseaux sans-fil. L'originalité de ce travail est l'approche cross-layer consistant à récolter des informations à chaque couche de la pile de communication sans-fil et de les combiner pour mesurer les interdépendances existantes avec les caractéristiques de trafic et de performance observées, point non abordé de façon générale dans les précédents travaux (à notre connaissance). Dans cette optique, ce papier présente une partie du travail effectué jusqu'alors en se concentrant sur les aspects d'instrumentation des réseaux sans-fil. La première section dresse un état de l'art concernant les mesures cross-layer dans les réseaux sans-fil. La seconde détaille des paramètres de qualité du médium et du signal au niveau physique, paramètres

si importants dans le contexte des réseaux sans fil et dont nous illustrerons la prédominance pour expliquer les comportements et mécanismes des couches protocolaires supérieures. La troisième section illustre au travers d'une mesure corrélée du SNR et des délais mesurés sur une séquence de communication cette affirmation. Il montre sur un exemple concret l'impact d'un paramètre physique sur les performances et la qualité de service obtenue au niveau réseau.

II. ÉTAT DE L'ART DES MESURES CROSS-LAYER DANS LES RÉSEAUX SANS-FIL

Précédemment, la mesure de performances s'est surtout intéressée aux couches élevées des réseaux [1] de façon similaire à ce qui se fait dans des réseaux filaires. D'autres travaux se sont intéressés aux performances obtenues au niveau de la couche MAC [2] de manière isolée ou en corrélation avec d'autres couches comme les corrélations avec des phénomènes de routages, des mécanismes MAC ou encore les performances obtenues lors de fortes contentions d'accès au lien. Cette étude cross-layer est signalée par [3] et [4] comme la seule valide dans les réseaux sans-fil. Il est indiqué dans [5] que les performances au niveau de la couche physique ont un fort impact sur les couches supérieures dans l'utilisation de 802.11. D'autres travaux existent pour valider l'utilisation d'outils fonctionnant au niveau de différentes couches comme Lacage et al. [6] qui étudient l'influence de différents débits sur les performances de protocoles MAC. Qui et al. [7] et Jain et al. [8] proposent quand à eux des modèles d'évolution de liens sans fils et d'interférences basés sur des mesures cross-layer.

III. MÉTROLOGIE DU MÉDIUM HERTZIEN: EXEMPLES DE PARAMÈTRES SIGNIFICATIFS

Dans cette section, nous n'allons pas revenir sur les paramètres de QoS ou de performances des couches MAC, liaison ou réseau qui sont parfaitement connus dans cette communauté scientifique. Nous allons au contraire nous focaliser sur les paramètres physiques du signal ou du médium hertziens. La suite de ce chapitre détaille les paramètres physiques qui nous ont semblé d'une grande importance pour quantifier la qualité du médium hertzien à un moment donné. Ainsi, la force du signal reçu (RSS) et le rapport signal-sur-bruit (SNR) sont généralement utilisés comme indices de fiabilité du lien sans-fil. Le RSS est mesuré à partir d'une sonde recueillant le gain de l'antenne. Il est une mesure de la valeur absolue du signal reçu constitué du bruit et du signal utile. Il peut-être exprimé dans plusieurs unités comme le dBm, le dB ou le Watt. Le SNR mesure la différence entre le signal

utile reçu et la valeur maximale de bruit de fond détecté dans l'environnement. Le rapport signal-sur-bruit-plus-interférences (SNIR) va plus loin en ajoutant les énergies d'interférence au bruit de fond. L'énergie de fuite sur canaux adjacents (ACPR), est une mesure importante dans le cadre de technologies qui divisent le spectre en canaux de largeurs égales comme OFDM utilisé dans 802.11g ou WiMAX. Elle donne une indication de l'énergie d'interférences liée à l'émission d'informations sur des canaux voisins et qui peuvent se révéler néfastes pour la bonne transmission d'un signal. Enfin la magnitude du vecteur d'erreur (EVM) est une mesure prise au niveau du récepteur après démodulation et qui permet de mesurer l'erreur entre la représentation complexe IQ du signal numérique reçu par rapport à la représentation similaire et idéale du signal envoyé. Cette mesure permet d'obtenir une indication fiable de la qualité d'un lien et de quantifier la déformation du signal lors de sa propagation. Elle est exprimée en dB ou en pourcentage d'erreur calculé à partir de la valeur de l'erreur sur la valeur de la force du signal reçu. Mesurer précisément et sans ambiguïtés ces paramètres n'est pas une tâche aisée. Le RSS et le SNR sont mesurables par du matériel standard bas de gamme comme une carte périphérique 802.11. Néanmoins la précision de ces équipements est critiquable. De plus, bien que les définitions de ces mesures soient normalisées dans les standards habituels, les méthodes de mesure diffèrent selon les fabricants et il peut-être difficile de comparer des données obtenues à partir de matériels différents. En revanche, seules quelques puces 802.11 récentes (Atheros ar9300,) ou du matériel de mesure de signaux vectoriels haute-performance (utilisé par les électroniciens) permettent d'obtenir l'EVM. Cette dernière catégorie d'équipements permet également de mesurer l'ACPR, impossible à obtenir autrement. L'utilisation de ce type d'équipements est par contre réservée à un usage de laboratoire étant donné leur coût et leur encombrement.

IV. IMPACT DU SNR SUR LE DÉLAI ET LA GIGUE DES COMMUNICATIONS

Cette section présente des mesures effectuées au LAAS-CNRS dans un environnement de bureau standard à l'aide d'une carte compatible 802.11 a/b/g. L'expérience a consisté à mesurer l'évolution du délai et de la gigue dans les envois/retours d'une séquence de 200 requêtes de ping et de la corréler avec une mesure du SNR du signal reçu au début de l'envoi de la séquence de ping. Le tableau I présente les

Décalage temporel (ms)	Corr (SNR,Délai)	Corr (SNR,Gigue)
0	0,89	0,67
100	0,84	0,76
200	0,61	0,48
300	-0,88	-0,81
400	-0,69	-0,07
500	-0,37	0,49
600	0,21	0,14
700	0,46	0,6
800	0,25	-0,01
900	0,59	0,83

TABLE I
VALEUR DE CORRÉLATION ENTRE SNR ET DÉLAI ET SNR ET GIGUE AU POINT DE TEST3

niveaux de corrélation entre le SNR et les délais et giges relevés. Le temps indiqué est le décalage temporel entre les mesures de délai et de gigue et le temps de référence correspondant à la mesure du SNR. Au temps 300 ms, la corrélation entre SNR et gigue/délai est négative, i.e. quand le SNR augmente, les valeurs de gigue/délai diminuent et inversement. On constate donc une propagation des valeurs du SNR aux couches supérieures. Plus le SNR est bon, plus les communications jouissent de délais faibles, sans variation de gigue. On note également que des petites modifications du SNR sont aussi répercutées et entraînent des changements importants. Ainsi une augmentation de 43 dB à 45 dB entraîne une chute du délai de 124 ms à 59 ms et un déclin de 45 dB à 44 dB une augmentation de 3 à 91 ms. Ceci illustre ce que nous soupçonnions a priori, à savoir que la couche physique est riche d'informations pour expliquer le comportement des protocoles des couches supérieures et analyser l'évolution de leurs performances et QoS. Un système de métrologie semble donc ne pas pouvoir faire abstraction de la couche physique et de son impact sur les couches supérieures.

V. CONCLUSION

Ce papier a présenté le travail effectué au cours de mes premiers mois de thèse dont l'objectif est de concevoir un système de métrologie spécifique pour les réseaux sans fil. Sans en apporter une preuve formelle irréfutable, les premières expérimentations ont montré l'importance de la qualité du médium hertzien et des signaux qu'il transporte sur la performance et la qualité des services offerts par les couches supérieures. Il met aussi clairement en évidence la nécessité de considérer des procédures d'analyse adoptant une approche cross-layer pour les technologies sans-fil. Ces premiers travaux permettent aussi de mesurer la complexité de la tâche, notamment en matière d'instrumentation dans le cadre des mesures à effectuer au niveau de la couche physique pour cartographier l'espace de communication. Cette tâche est d'autant plus ardue que nous ne nous contenterons pas d'étudier des WLAN de type WIFI, mais également d'autres types de réseaux sans fil (GPRS, UMTS, et éventuellement LTE).

REFERENCES

- [1] P. Svoboda, F. Ricciato, E. Hasenleithner, and R. Pilz, "Composition of gprs/umts traffic : snapshots from a live network," ser. IPS-MOME'06, 2006.
- [2] T. Claveirole and D. de AmorimMarcelo, "Wipal and wscout, two hands-on tools for wireless packet traces manipulation and visualization," ser. MobiCom '08, 2008.
- [3] C. Barrett, M. Drozda, A. Marathe, and M. Marathe, "Analyzing interaction between network protocols, topology and traffic in wireless radio networks," in *Wireless Communications and Networking, 2003. WCNC 2003. 2003 IEEE*, 2003.
- [4] K. Sundaresan and K. Papagiannaki, "The need for cross-layer information in access point selection algorithms," ser. IMC '06, 2006.
- [5] R. Raghavendra, E. Belding, K. Papagiannaki, and K. Almeroth, "Unwanted link layer traffic in large ieee 802.11 wireless networks," *Mobility Computing, IEEE Transactions on*, 2010.
- [6] M. Lacage, M. H. Manshaei, and T. Turetli, "'ieee 802.11' rate adaptation: a practical approach," ser. MSWiM '04, 2004.
- [7] L. Qiu, Y. Zhang, F. Wang, M. K. Han, and R. Mahajan, "A general model of wireless interference," ser. MobiCom '07, 2007.
- [8] K. Jain, J. Padhye, V. N. Padmanabhan, and L. Qiu, "Impact of interference on multi-hop wireless network performance," ser. MobiCom '03, 2003.