

# Outil d'évaluation du routage dans les réseaux sans fil avec programme linéaire d'ordonnancement

Fabien Esmiol<sup>1</sup>, Stéphane Rousseau<sup>1</sup>

Thales Communications, 160 boulevard de Valmy, BP82 92704 Colombes Cedex - France.  
prenom.nom@fr.thalesgroup.com

Mots-Clés : Programmation linéaire, génération de colonnes, réseau sans fil, TDMA

## 1 Routage dans les réseaux sans fil dans un contexte TDMA

Dans cette étude nous nous intéressons au problème de routage de flots (associés à des communications) dans les réseaux sans fil TDMA-mono-fréquence avec antennes omnidirectionnelles. D'après [1], acheminer un flot entre une source et une destination avec QoS dans ce type de réseau est un problème NP-Complet, de plus maximiser le nombre de flots routés dans un réseau est un problème inapproximable [2]. Plusieurs heuristiques ont été proposées [1,2]. Une des difficultés majeures est d'évaluer la qualité de ces heuristiques. En effet, mener une campagne de tests dans un réseau opérateur n'est pas toujours possible, l'évaluation des heuristiques par simulation implique de modéliser le réseau le plus fidèlement possible avec la réalité. Dans [2], les auteurs proposent d'évaluer l'heuristique basée sur la métrique CARTA par simulation, introduisant un ordonnancement non-optimal pour affectation des ressources dans un contexte TDMA. Dans [3], les auteurs proposent un programme linéaire pour l'ordonnancement des communications dans le réseau. Le papier s'organise en trois parties. Dans la première partie nous décrivons le simulateur utilisé dans [2]. Ensuite nous présentons le programme linéaire d'ordonnancement de [3]. En conclusion de cette étude nous présenterons nos résultats et ce qu'ils impliquent.

## 2 Evaluation d'heuristiques et simulation

Dans cette étude, on considère un réseau de 20 noeuds. l'accès aux ressources est divisé en slots dans une fenetre de temps fixe. Le réseau reçoit un nombre infini de flots qui sont traités un par un et des ressources sont allouées (réservation de slots) en vérifiant la disponibilité des ressources à l'aide d'une heuristique d'ordonnancement ("first-fit"). Dès qu'il n'y a plus de ressources pour acheminer un flot, le réseau est considéré comme étant saturé et la simulation prend fin. Toutefois, l'affectation des ressources par l'heuristique utilisée n'est pas optimale et dégrade la qualité de l'évaluation des métriques de routage. Pour remédier à cela, nous adaptons à notre cas le programme linéaire d'ordonnancement proposé dans [3].

Le programme se base la méthode de génération de colonnes. L'objectif est de minimiser le nombre de slots requis pour acheminer toutes les demandes. Le second programme génère des colonnes qui optimise les résultats du programme initial en maximisant le nombre de communications dans un intervalle de temps. Voici les contraintes des programmes.

$\begin{array}{l} \text{Minimize } \sum_{i \in I} \lambda_i \\ \sum_{i \in I} R_{uve} \lambda_i \forall (u, v) \text{ in } L \\ \lambda_i \in Z^+ \end{array}$	$\begin{array}{l} \text{Maximize } \sum_{(u,v) \in L} \sum_{r \in R} y_{uv} Q_r x_{uvr} \\ \sum_{(u,v) \in L} \sum_{r \in R} x_{uvr} + x_{vur} \leq 1 \quad \forall u \in U \\ (M + P_r) x_{uvr} + (\sum_{(w,z) \in L} P_r G_{(w,v)} x_{wzr}) \leq M + G_{uv} \forall (u, v) \in L \end{array}$
--	---

Tab. 1 – Programme d'ordonnancement (gauche) et de génération de colonnes(droite)

Notre contribution consiste à reprendre les résultats de [2] et d'évaluer le nombre de slots pouvant être encore utilisés. Pour cela nous considérons un ensemble de flots acheminés par la métrique CARTA, puis de comparer en combien de slots aurait pu être acheminés ces flots avec le programme linéaire d'ordonnancement.

### 3 Résultats et Conclusion

Pour analyser les performances du programme linéaire d'ordonnancement, on étudie les résultats de simulation avec une taille de fenêtre (nombre de slots disponibles) de temps fixe. A l'issue de la simulation telle qu'elle est définie dans [2], des ressources sont allouées pour chaque flots jusqu'à saturation d'un des noeuds. Le but est donc d'acheminer un maximum de flots avec les ressources disponibles. On compare ensuite les ressources qu'aurait utilisées le programme linéaire d'ordonnancement pour ces mêmes flots.

simulation	40	60	80
PLNE	30	52	62

Tab. 2 – Ecart de ressources consommées par simulation et programmation linéaire

On peut voir que le programme linéaire utilise environ 20% de ressources en moins, il pourrait donc permettre d'acheminer plus de demandes en l'intégrant directement dans le simulateur et permettrait d'améliorer la qualité de l'évaluation des métriques de routage.

### Références

- [1] G. Allard, L. Georgiadis, P. Jacquet, B. Mans, Bandwidth Reservation in Multihop Wireless Networks : Complexity, Mechanisms and Heuristics, International Journal of Wireless and Mobile Computing, 2004.
- [2] Raffaele Bruno, Vania Conan, Stéphane Rousseau, "A load dependent metric for balancing Internet traffic in Wireless Mesh Networks". In Proc. of 3rd IEEE International Workshop on Enabling Technologies and Standards for Wireless Mesh Networking (Mesh Tech), Macau, October 2009.
- [3] Scheduling Optimization in Wireless MESH networks with Power Control and Rate Adaptation. Antonio Capone, Giuliana Carello. s.l. : IEEE SECON, 2006.