

# Politiques d'admission statiques et dynamiques dans des réseaux sans fil

Pierre Coucheney<sup>1</sup>, Bruno Gaujal<sup>1</sup>, Emmanuel Hyon<sup>2</sup>, Corinne Touati<sup>1</sup>

<sup>1</sup> INRIA ; 51 av. J Kuntzmann, 38330 Montbonnot, France  
{pierre.coucheney,bruno.gaujal,corinne.touati}@inria.fr

<sup>2</sup> Université Paris Ouest ; LIP6 ; 104 av. du Président Kennedy 75016 Paris, France  
emmanuel.hyon@u-paris10.fr

**Mots-Clés :** Réseau sans fil, Politiques d'admission, Théorie des Jeux, Processus Décisionnels de Markov

## 1 Introduction

Avec l'augmentation croissante des interconnexions entre réseaux sans fil, l'affectation des clients à la technologie la plus appropriée (d'un point de vue disponibilité ou d'un point de vue qualité de service) devient un problème crucial pour les opérateurs. En effet, d'une part les opérateurs offrent (ou offriront) leurs services à travers une large palette de technologies différentes (UMTS, WiMAX, WiFi, LTE...) et d'autre part les mobiles seront (s'ils ne le sont déjà) capables de gérer ces différentes technologies simultanément. Aussi, à l'intersection entre différentes cellules couvertes par des technologies différentes et considérant l'ensemble des mobiles pouvant se connecter à chacune d'entre elles, on peut se demander quelle est (rejets inclus) l'affectation optimale des mobiles aux technologies, afin d'optimiser l'utilité de chacun (optimisation de la qualité de service par exemple).

Parmi les articles récents qui ont abordé cette question deux approches peuvent être notées : l'approche *statique* et l'approche *dynamique*. Dans la première, l'état présent du système est complètement connu et l'optimisation se fait en ne considérant que celui-ci. Ainsi [1] utilise un modèle de théorie des jeux qu'il résout au moyen d'un algorithme distribué. Dans l'approche dynamique par contre, l'état du système n'est pas connu complètement : les arrivées comme les temps de traitement ne sont connus que par leur distribution probabiliste. Les décisions d'allocation sont donc prises en considérant plus spécifiquement la dynamique temporelle du système. De tels modèles sont le plus souvent étudiés avec des SMDP (Processus de Décisions Semi Markovien) afin d'optimiser le débit moyen [3] ou la satisfaction des utilisateurs [2].

Si la première approche trouve sa justification dans le fait d'être facilement implémentable dans les appareils mobiles, la seconde, elle, a plutôt des visées de dimensionnement et requiert la connaissance d'un certain nombre de statistiques. Néanmoins, la non prise en compte du futur dans les approches statiques a un impact négatif sur les performances car certaines actions sont irréversibles (typiquement le rejet). C'est pourquoi, il est important de savoir comment l'algorithme statique se comporte au cours du temps par rapport à un optimum dynamique (mais stochastique). Cela permet de mesurer l'importance de l'information future pour la qualité de la solution. On saura alors si, d'un point de vue pratique, il est pertinent d'ajouter des informations relatives à la dynamique dans les

algorithmes d'allocations statiques. D'un point de vue théorique, il s'agit d'évaluer si les apports des résultats sur les jeux répétés [4] permettront des améliorations notables ou non.

Une première série de comparaisons entre ces deux approches a été effectuée dans [5], mais il s'avère que ces comparaisons ne sont pas complètes. En effet, elles ne tiennent pas compte du *handover*, qui se traduit par la possibilité pour le mobile de reconsidérer son affectation au cours d'une session. C'est ce que nous faisons ici en étendant le modèle et les méthodes de résolutions numériques pour y inclure le handover. Notre but est la minimisation d'une fonction d'utilité qui est le nombre de clients moyens dans les cellules plus les coûts de rejets éventuels. Ceci, en prenant en compte la répartition spatiale des mobiles dans la cellule. Ainsi, nous présentons une série de comparaisons entre différents indicateurs obtenues par calculs numériques et simulations.

## 2 Modèle des jeux

**Jeu statique dans un contexte dynamique** On considère le jeu simple sous la forme d'un triplet  $(\mathcal{N}, \mathcal{C}, \mathcal{S})$  où  $\mathcal{N}$  est l'ensemble des mobiles qui peuvent se connecter aux différentes cellules,  $\mathcal{C}$  l'ensemble des coûts : ici le nombre de clients  $d_n$  et le coût de rejet  $K$  d'un client. L'ensemble  $\mathcal{S}$  est l'ensemble des stratégies du jeu (l'ensemble des cellules auxquelles le joueur peut se connecter ainsi que le rejet du client). L'optimum social du jeu consiste en la somme des coûts moyens de tous les utilisateurs. A partir de là, on génère une dynamique en supposant que les arrivées et les durées d'appel suivent une loi exponentielle. A chaque arrivée ou départ, le jeu est remis à zéro, l'issue du jeu précédent est oubliée (tout comme l'historique) et on relance l'algorithme de [1] avec les nouveaux paramètres.

**Processus de Décision et affectation optimale** L'état du système  $\mathcal{X}$  est un vecteur représentant le nombre de clients dans chaque subdivision de la cellule (ce qui permet d'appréhender le positionnement des usagers). L'ensemble des décisions est noté  $\mathcal{Q}$  et consiste en l'affectation d'un client à une cellule donnée ou son rejet. Les coûts instantanés sont le nombre de clients après la décision en y ajoutant éventuellement le coût de rejet. Les transitions sont calculées similairement aux cas des politiques *Processor Sharing* en file d'attente. Après chaque événement, on réoptimise l'affectation des clients comme le permet le handover. Tout ceci revient à considérer un SMDP uniformisé en critère moyen que nous résolvons par une méthode d'itération de la valeur.

## Références

- [1] P. Coucheney, C. Touati, and B. Gaujal. Fair and efficient user-network association algorithm for multi-technology wireless networks. In *Infocom*, 2009.
- [2] M. Coupechoux, J.-M. Kelif, and P. Godlewski. Network controlled joint radio resource management for heterogeneous networks. In *IEEE Vehicular Technology Conference (VTC)*, pages 1771–1775, May 2008.
- [3] D. Kumar, E. Altman, and J.-M. Kelif. User-network association in a WLAN-UMTS hybrid cell : Global & individual optimality. *Research Report, INRIA, Sophia Antipolis, France*, 2006.
- [4] M. J. Osborne and A. Rubinstein. *A course in game theory*, chapter Repeated Games, pages 133–160. 1994.
- [5] C. Touati, P. Coucheney, B. Gaujal, and E. Hyon. Myopic versus clairvoyant admission policies in wireless networks. In *Gamecomm*, 2009.