

# Méthode distribuée de gestion dynamique des ressources radios dans les réseaux sans fils hétérogènes

Habib B.A. Sidi<sup>1</sup>, Rachid El-Azouzi<sup>1</sup>, Yezekael Hayel<sup>1</sup>, Julio Rojas-Mora<sup>1</sup>

LIA, Université d'Avignon, Avignon, France

{habib.sidi@etd., rachid.elazouzi@, yezekael.hayel@, julio.rojas@}univ-avignon.fr

**Mots-Clés :** *Equilibres de Nash, Gestion de ressources radios, Réseaux hétérogènes.*

**Introduction et modèle** La présence de deux ou plusieurs systèmes radios dans un même environnement réseau devient de plus en plus fréquente. Cette diversité de technologies d'accès radios dans des réseaux hétérogènes, offre la possibilité aux utilisateurs d'accéder à une variété de technologies réseaux comme, le WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwaves Access), le WiFi, les réseaux de téléphonie mobile tels que le LTE(Long Term Evolution), etc. Dans l'optique d'optimiser l'utilisation de ces réseaux, divers mécanismes permettant la sélection d'une technologie d'accès radio parmi les accès disponibles ont été étudiés dans la littérature. Cependant, ces différentes études ne considèrent qu'un nombre fixe de mobiles. La nouveauté de notre étude, sera de s'intéresser à l'optimisation des performances des algorithmes distribués, dans un environnement dynamique. Nous nous intéressons à une région géographique du réseau couverte par une large cellule à l'intérieur de laquelle figurent plusieurs sous-cellules utilisant une technologie différente (figure 1) L'intérêt de ce modèle est de pouvoir optimiser l'utilisation des ressources du réseau global, en tenant compte des paramètres de mobilité et classes de mobilité des utilisateurs, dans un environnement radio mobile dynamique.

Dans ce travail, nous considérons une coexistence entre deux différentes stations de bases des technologies WiMAX et UMTS dont les couvertures radios se chevauchent, ceci étant un cas réduit à deux technologies du modèle générale. Afin de décrire la dynamique de l'environnement radio mobile (constituée par les arrivées et départs des mobiles), nous considérons un nombre  $N_t$  total de mobiles présents dans le réseau à l'instant  $t$ . On note  $s_w$  (resp.  $s_u$ ) la capacité fixe du WiMAX (resp. UMTS). Notons par  $n_u^t$  (resp.  $n_w^t$ ) le nombre de mobiles connectés à l'UMTS (resp. WiMAX) à cet instant. Pour chaque mobile, nous considérons que l'utilité perçue à l'issue du choix de l'une des deux technologies est le débit physique qui leur est alloué sur ce lien radio. L'utilité perçue par les utilisateurs est donnée par :  $u_t^{(p)} = s_w / (n_w^t \cdot \max(s_w, s_h))$  et  $u_t^{(p)} = s_h f(SINR_{n_u^t}) / (n_u^t \cdot \max(s_w, s_h))$ , respectivement pour le WiMAX et l'UMTS. Les mobiles entrent et sortent du système avec des taux d'arrivée et de départ distincts, suivant qu'ils soient ou non dans la région de coexistence et également en fonction de la proportion de chevauchement des deux technologies.

**Algorithme et résultats** L'algorithme utilisé dans ce travail (voir [1]) se base sur un algorithme d'apprentissage dynamique proposé dans [3], pour lequel nous essayons de maintenir les propriétés

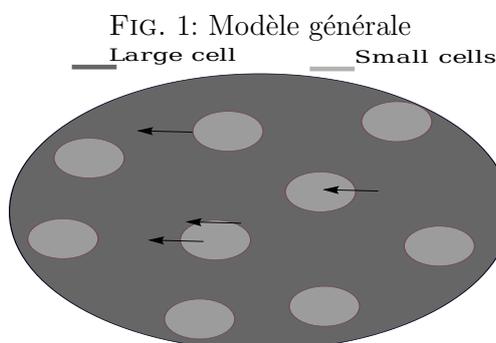
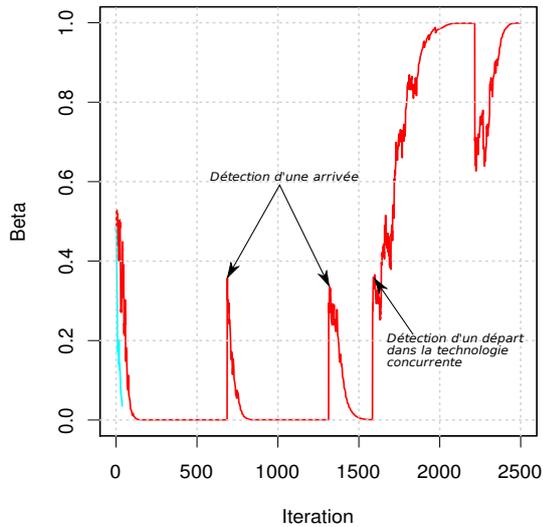
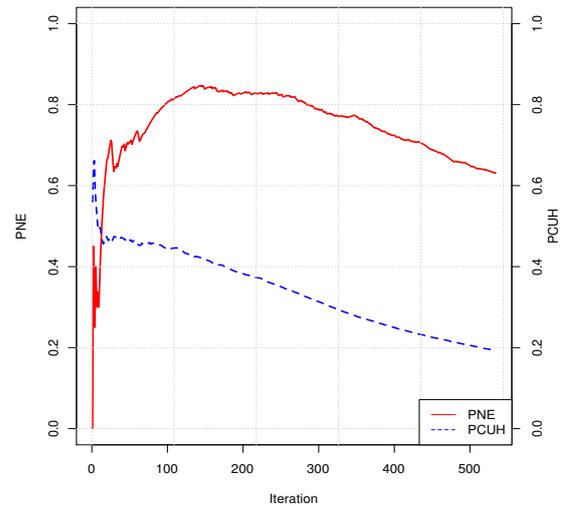


FIG. 2: Figures



(a) Evolution d'un mobile.



(b) Pourcentage cumulatif à l'équilibre de Nash et Pourcentage de handovers avant la convergence.

de convergence avec un environnement dynamique. Il a été prouvé que cet algorithme, s'il converge alors il converge vers un équilibre de Nash. On considère à un instant  $t$  un ensemble  $N_t = \{n_1^t, n_2^t\}$  de mobiles adoptant différentes stratégies sur l'ensemble  $C = \{1, 2\}$  des stratégies. A chaque itération, chaque joueur  $p$  choisit une stratégie pure  $c \in C$  avec une probabilité  $\beta_t^{(p)}$ . A chaque itération de l'algorithme, les mobiles mettent à jour leur probabilité suivant l'équation  $\beta_t^{(p)} = \beta_{t-1}^{(p)} + b \cdot \left(1_{\{c_t^{(p)}=1\}} - \beta_{t-1}^{(p)}\right) \cdot u_t^{(p)}$ . Nous utilisons un principe de convergence individuelle comme proposé dans [2], ainsi qu'un modèle de redémarrage (voir [1]), permettant aux mobiles de détecter les départs et arrivées dans le système. Nous obtenons les résultats présentés dans la figure 2a. Sur cette figure, nous observons un mobile qui après son entrée dans le système, converge rapidement au bout de quelques itérations, détecte des arrivées dans le système aux itérations 653 et 1315, redémarre et converge rapidement, détecte à l'itération 1585 un départ sur la technologie concurrente, redémarre et converge à nouveau.

**Extensions** Afin de tenir d'avantage compte des contraintes et réalités de l'environnement radio des mobiles, nous poussons nos analyses vers l'étude du contrôle des handovers verticaux (en introduisant des coûts de migrations spontanées) et la synchronisation des mobiles lors des mises à jours (en permettant à des mobiles de mettre à jour leurs probabilités plus rapidement selon la technologie utilisée). La figure 2b illustre l'évolution du pourcentage cumulatif de handovers (PCUH) ainsi que la convergence cummulative vers un équilibre de Nash au fil des itérations (PNE).

## Références

- [1] Julio Rojas-Mora, Habib B.A. Sidi, Rachid El-Azouzi, Yezekael Hayel. A Decentralized Algorithm for Radio Resource Management in a Heterogeneous Wireless Networks with Dynamic Number of Mobiles, Submitted.
- [2] Pierre Coucheny, Corinne Touati, and Bruno Gaujal. Fair and efficient user-network association algorithm for multi-technology wireless networks. In *Proceedings of INFOCOM 2009 Mini Conference*, 2009.
- [3] P.S. Sastry, V.V. Phansalkar, and M.A.L. Thathachar. Decentralized learning of nash equilibria in multi-person stochastic games with incomplete information. *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics*, 24(5) :769–777, May 1994.