

UED-Etat de l'art du GE-Chapitre II

2.1 Utilisation du concept cellulaire

Le concept de cellulaire fut un tournant majeur dans la résolution du problème de congestion spectrale et celui de la capacité utilisateur. Il consiste à remplacer l'unique transmetteur à grande puissance (grande cellule) par plusieurs transmetteurs de faible puissance (petites cellules) chacun assurant la couverture à une petite portion de la zone à servir. A chaque station de base est allouée une portion du nombre total de canaux disponibles et qui est différente pour les stations adjacentes, ainsi tout le spectre disponible est alloué à un petit nombre de stations de bases voisines tout en minimisant l'interférence entre les stations.

2.2. Réutilisation de fréquence

Pour un système cellulaire possédant un total de S canaux duplex disponibles et si les S canaux sont divisés en N cellules disjointes de k canaux ($k < S$) chacune, alors le nombre total des canaux disponibles peut être exprimé par :

$$S = k * N$$

Les N cellules qui utilisent l'ensemble des fréquences disponibles est appelé motif (cluster). Si le motif est reproduit M fois dans le système, le nombre total des canaux duplex, C , peut être pris comme mesure de la capacité et est donné par :

$$C = M * k * N = M * S$$

A cause du fait que la géométrie hexagonale a exactement six équidistants voisins et pour assurer une connexion sans vide entre les cellules adjacentes, le nombre de cellules par cluster, N , ne peut avoir que des valeurs satisfaisant l'équation :

$$N = i^2 + ij + j^2$$

Où i et j sont des entiers non-négatifs.

2.3. Stratégies d'attribution des canaux

Dans le cas de la stratégie fixe, on alloue à chaque cellule un ensemble prédéterminé de canaux. Un appel ne peut être fait à partir de la cellule que dans le cas où il existe un canal libre dans le cas contraire l'appel est tout simplement bloqué.

Pour la stratégie dynamique, les canaux ne sont pas alloués d'une manière permanente. A chaque requête d'un appel, la station de base demande un canal au MSC, ce dernier alloue un canal selon un algorithme qui prend en considération la vraisemblance de blocage dans la cellule, la distance de réutilisation du canal, et bien d'autres fonctions ayant trait au coût.

2.4. Itinérance (hand off)

Quand un mobile, en cours de conversation, entre dans une cellule différente, le MSC transfère automatiquement l'appel à un autre canal de la nouvelle station de base (hand off).

Le traitement du hand off est une tâche importante du system radio cellulaire

Plusieurs problèmes sont soulevés en pratique, notamment pour les véhicules rapides qui traversent la cellule en quelques secondes, pendant que les piétons peuvent ne jamais avoir besoin de hand off pendant un appel. Une solution consiste à utiliser des antennes élevées (souvent sur le même immeuble ou tour) avec des niveaux de puissance différents, et fournir ainsi des grandes cellules et des petites. On parle de l'approche à cellule parapluie, et qui consiste donc à offrir une grande zone de couverture aux utilisateurs se mouvant à grande vitesse et des zones plus petites pour les autres (Fig. 1.1).

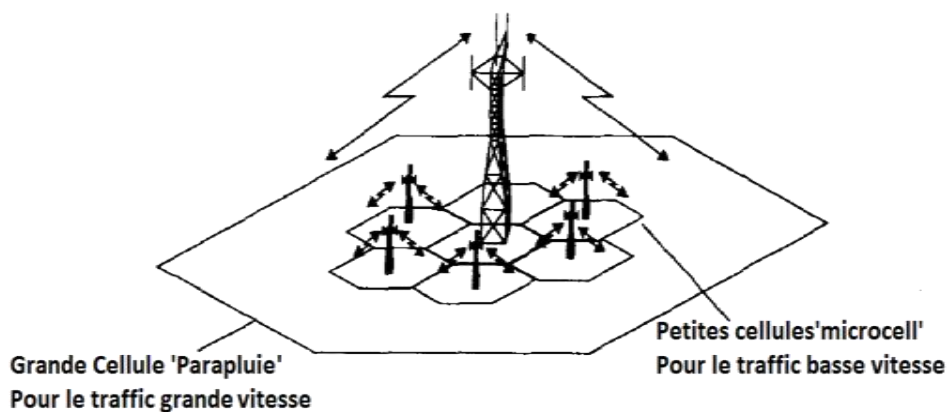


Fig. 1.1

Une caractéristique des nouveaux systèmes cellulaires est leur capacité à faire des décisions de hand off en se basant sur une grande variété de métriques autres que la force du signal. L'interférence co-canal et l'interférence du canal adjacent peuvent être utilisées avec la force du signal pour fournir un algorithme multidimensionnel pour déterminer le moment d'effectuer le hand off.

2.5 Diminution des interférences

Les interférences sont le principal facteur limitant les performances des systèmes radio cellulaires. L'interférence est plus accrue en zone urbaine (*nous avons étudié le cas de Béjaia*) à cause d'un plus grand niveau de bruit RF et l'existence de beaucoup de stations de bases. Pour diminuer cette interférence, nous avons procédé à une séparation physique d'une distance minimale qui assure l'isolation suffisante de la propagation. Cette interférence, notée Q , devient une fonction du rayon de la cellule R et la distance D entre les centres des cellules co-canal les plus proches.

$$Q = \frac{D}{R} = \sqrt{3N}$$

Si i_0 est le nombre de cellules co-canal, alors le ratio signal/interférence (S/I) est donné par :

$$\frac{S}{I} = \frac{S}{\sum_{i=1}^{i_0} I_i}$$

Où S représente la puissance du signal de la BTS de la cellule, et I_i est la puissance interférence causée par l' i ème cellule co-canal.

La puissance moyenne P_r reçue à une distance d de l'antenne est approximativement donnée par :

$$\text{Ou } P_r = P_0 \left(\frac{d}{d_0} \right)^{-n}$$

$$P_r \text{ (dBm)} = P_0 \text{ (dBm)} - 10n \log \left(\frac{d}{d_0} \right)$$

Où P_0 est la puissance reçue à une distance référence proche de l'antenne. Et n , l'exposant path loss.

En supposant les puissances de transmission dans toutes les stations de bases sont identiques ainsi que l'exposant path loss à travers toute la zone de couverture, S/I pour un mobile vaut approximativement :

$$\frac{S}{I} = \frac{R^{-n}}{\sum_{i=1}^{i_0} (D_i)^{-n}}$$

2.6 Capacité de systèmes

Si on considère seulement la première couche de cellules interférentes, et si toutes ces cellules sont équidistantes de la station de base désirée, cette formule peut se simplifier en :

$$\frac{S}{I} = \frac{(D/R)^n}{i_0} = \frac{(\sqrt{3N})^n}{i_0}$$

Equation qui relie le ratio S/I au cluster N .

Pour le cas d'un cluster de 7, avec le mobile se trouvant sur la frontière de la cellule, alors on peut voir que le mobile est à une distance $D-R$ des deux cellules co-canal les plus proches et approximativement à $D+R/2$, D , $D-R/2$ et $D+R$ des autres cellules Fig. 1.3]. L'équation (Eq.1)

Peut être approximée par :

$$\frac{S}{I} = \frac{R^{-4}}{2(D-R)^{-4} + 2(D+R)^{-4} + 2D^{-4}}$$

Nous avons ainsi obtenu le schéma type pour la zone urbaine subdivisée en petites zones

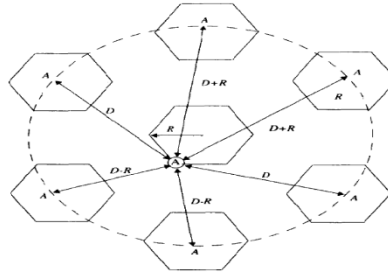


Fig. 1.2

Pour $N=7$, le ratio Q vaut 4.6, donc le cas le plus mauvais de S/I est approximativement 53,36 (17,27 dB), tandis que une valeur exacte en utilisant l'équation (Eq.1) donne la valeur 17,8 dB]. Ainsi pour un cluster de 7 cellules, le rapport S/I est légèrement inférieur à 18 dB.

2.7 Contrôle de puissance pour réduire l'interférence

En pratique, dans les systèmes de communication radio cellulaires, les niveaux de puissances transmis par chaque unité utilisateur sont sous un contrôle constant par les stations de bases. Ce qui assure que chaque mobile utilise le minimum de puissance pour garder une liaison de qualité sur le canal montant. Ceci prolonge la durée de vie de l'unité de l'utilisateur et permet de réduire considérablement le ratio S/I du canal montant dans le système.

Le contrôle de puissance prend une grande importance dans les systèmes à étalement de spectres comme le CDMA, dans lesquels tous les utilisateurs dans toutes les cellules partagent le même canal radio.

2.8 Amélioration de la capacité des systèmes cellulaires

Avec l'augmentation de la demande aux services, le nombre de canaux assignés aux cellules devient insuffisant pour supporter tous les utilisateurs. Aussi, des techniques de partitionnement de cellule et de sectorisation sont utilisées en pratique pour étendre les capacités des systèmes cellulaires. Le partitionnement des cellules permet la croissance du nombre de cellules et la sectorisation utilise des antennes directionnelles pour de plus amples contrôles de l'interférence et la réutilisation de fréquence des canaux.