

TD Réseaux cellulaires

Exercice 1

Lors d'un changement de cellule, votre communication téléphonique est interrompue alors que d'autres personnes déjà présentes dans la nouvelle cellule poursuivent leur communication, citez 2 raisons de cette interruption.

Solution :

Les causes de rupture de communication sont nombreuses, citons : -mobile dans une zone d'ombre ; -batterie trop faible ; -vitesse de déplacement du mobile trop importante ; -mobile en limite de portée d'une cellule et plus de capacité d'accueil dans la cellule qui aurait dû, compte tenu de la position du mobile, le prendre en charge.

Exercice 2

Chaque cellule ne dispose que d'un certain nombre de porteuses, qui lui ont été allouées lors de la mise en place d'un plan de fréquences.

a) Les porteuses sont partiellement utilisées pour la signalisation, c'est-à-dire pour les communications entre mobile actifs (allumés mais sans communication orale) et la station de base. Si l'on suppose qu'une cellule possède 5 porteuses, elle dispose de 40 intervalles de temps, dont un est utilisé pour le contrôle commun et la diffusion, deux pour fournir des canaux de signalisation point à point, et le reste pour donner 37 canaux de trafic utilisateur. Pour chaque canal de signalisation, il est possible de gérer 50 terminaux mobiles. Combien de mobiles peuvent être actifs dans la cellule ?

b) Si l'on suppose qu'un utilisateur téléphone en moyenne dix-huit minutes pendant les six heures de pointe de la journée, quel est le nombre moyen de clients qui téléphonent en même temps ?

c) Cette cellule paraît-elle bien dimensionnée ?

d) La possibilité de passer une parole téléphonique en demi-débit sur un canal à 5,6 Kbit/s, au lieu d'un canal standard plein débit à 13 Kbit/s, paraît-elle une solution ?

Solution

a) Le nombre de mobiles actifs 100

Comme il y a 5 porteuses et 8 canaux par porteuse, nous avons bien un équivalent de 40 intervalles de temps. Pour chaque canal de signalisation, il est possible de gérer 50 terminaux mobiles. Puisqu'il y a 2 canaux de signalisation, il est possible de gérer 100 utilisateurs mobiles actifs. Sur les 100 utilisateurs, 37 seulement peuvent avoir une communication téléphonique, mais les 100 pourraient avoir des communications GPRS simultanément.

b) 5. Un utilisateur téléphone en moyenne 18 min sur les 360 min des heures de pointe. Si l'on suppose qu'il y a 100 utilisateurs actifs dans la cellule et que les communications téléphoniques se déroulent d'une façon équirépartie sur les 360 min, cela représente un total de 1 800 min, qui se répartissent sur 360 min, c'est-à-dire 5 utilisateurs en moyenne.

c) Cette cellule paraît mal dimensionnée car nous avons en moyenne 5 clients en train de téléphoner pour 37 canaux disponibles. Dans les faits, le trafic n'est pas équiréparti, et la probabilité d'atteindre plus 37 clients souhaitant téléphoner en même temps est réelle tout en restant extrêmement faible.

Exercice 3

On utilise, pour la planification, le modèle théorique hexagonal. On rappelle le principe de calcul du facteur de réutilisation N , en fonction des distances i et j ($N=i^2+j^2+ij$).

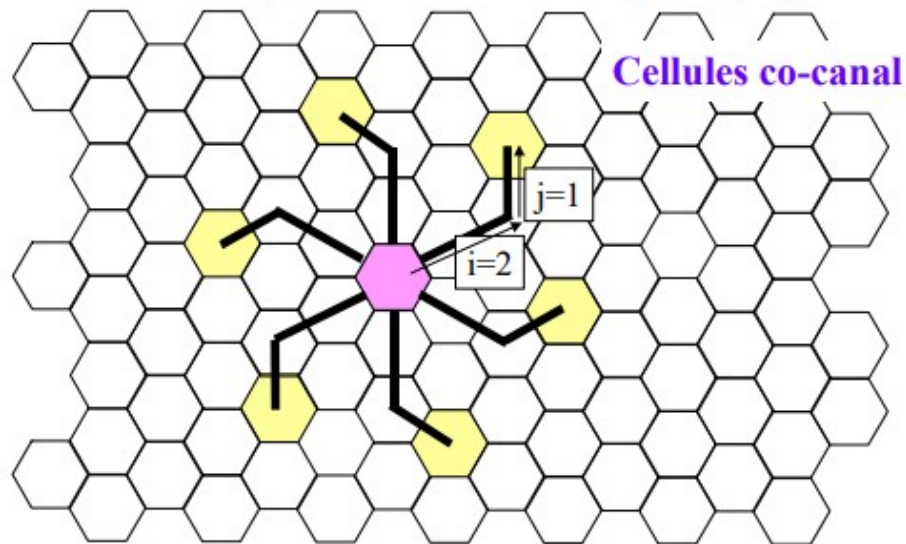
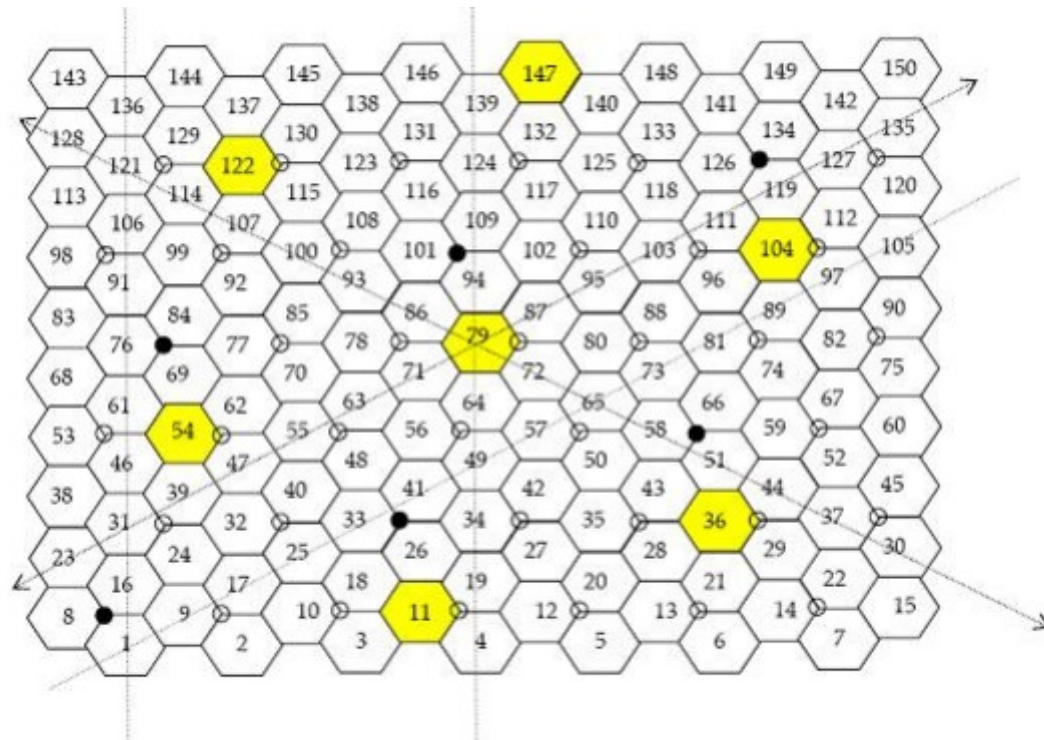


Figure : motif hexagonal, les cellules co-canales se calculent à partir d'un plan de répartition à 6 voisines. Pour avoir un motif régulier, on se déplace dans les 6 directions possibles d'un nombre de cellules égal à « i », puis d'une direction latérale égale à « j ». On obtient 6 cellules voisines. En appliquant cette règle on obtient un motif régulier = chaque cellule a les mêmes caractéristiques de SNR.

Les 150 cellules de forme hexagonale d'un réseau radio mobile sont numérotées ainsi qu'il apparaît sur la figure ci-dessous.

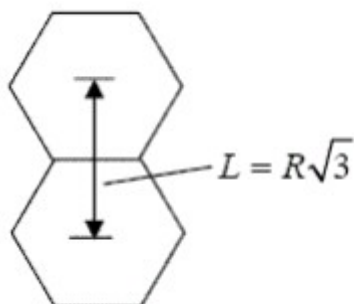


On donne les caractéristiques suivantes : • modèle de propagation utilisé Okumura-Hata $L=69,55+26,16\log(f[\text{en MHz}])-13,82\log(h_r[\text{en m}])+36,2\log(d[\text{en km}])$ • Bande de fréquence utilisable de $2 \times 6,3 \text{ MHz}$ à $f = 1,8 \text{ GHz}$ • Espacement des porteuses de 100 kHz ; 6 canaux de parole par porteuse dont 1 pour la signalisation • Trafic par abonné de $0,08 \text{ E}$ à l'heure chargée • Hauteur des relais 25 m • Distance entre relais les plus proches 7 km • Taux de perte à 2%

- Quel est le "rayon" des hexagones?
- Les cellules 11, 36, 54, 79, 104, 122 et 147 utilisent les mêmes porteuses.
Quelles cellules sur la figure utilisent les mêmes porteuses que la cellule 1 ?
- Quelle est la distance de réutilisation entre cellules ?
- Quelle est la taille du motif utilisé?
- Quel niveau de protection offre cette organisation (C/I)?

Solution :

- $4,04 \text{ km}$. $L = \text{distance entre relais le plus proche} = 7 \text{ km}$



b. 26, 51, 69, 94, 119 et 137

c. La distance réutilisation se calcule avec les coordonnées hexagonales (4,1), soit :

$$D = 31,74 \text{ km} \text{ Comme } \frac{D}{R} = \sqrt{3N} \text{ on a}$$

$$N=21$$

d.

$$\frac{C}{I} = \frac{1}{6} (3N)^{\frac{3,62}{2}} = 301 \text{ soit } \left(\frac{C}{I} \right)_{dB} = 10 \log 301 = 24,78 dB$$