

Matière : Réseaux Radiomobiles

Filière : RT3

Enseignante : Mériem Afif

Travaux Dirigés N°2

Sujet : Concept cellulaire & réseau GSM

Mise en contexte :

Efficacité spectrale :

C'est le nombre d'Erlang par MHz et par cellule. Il donne le trafic offert par cellule et par nombre de porteuses de largeur Δ_b par MHz.

A ne pas confondre avec la capacité réseau en Erlang par MHz.km² qui donne la capacité en nombre d'abonnés sur la surface du réseau

Organisation cellulaire

$K = i^2 + ij + j^2$ avec $i, j \in \mathbf{N}$,

i/j	0	1	2	3	4
0	0	1	4	9	16
1		3	7	13	21
2			12	19	28
3				27	37
4					48

Si l'on dispose de n fréquences pour le réseau, on pourra en employer n/K par cellule.

En cas de fort trafic, il y a donc intérêt à diminuer K .

Formules et principes de base :

Trafic par MHz par cellule

$$BE_{Erl} = \frac{1}{N} \frac{1}{\Delta_b} k \cdot \lambda$$

Nombre d'abonnés par MHz par cellule

$$BE_{Ab} = \frac{1}{N} \frac{1}{\Delta_b} k \cdot \lambda \frac{1}{T}$$

Capacité en nombre d'abonnés par MHz et km²

$$C_{Sub} = \frac{1}{N} \frac{1}{\Delta_b} k \cdot \lambda \frac{1}{T} \frac{1}{\pi R^2}$$

- N** : le nombre de cellules dans le motif
- R_{min}** : le rayon de la cellule
- Δ_b** : la largeur du canal en MHz
- k** : le nombre de communications par porteuse
- λ**: le trafic par porteuse
- T** : le trafic moyen par abonné

Applications :

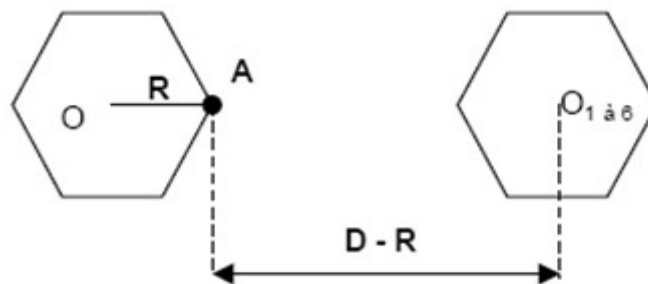
Exercice n°1

Les réseaux cellulaires sont en général basés sur des motifs à 9, 12 ou plus cellules par motif. Expliquer comment le nombre de cellules par motif peut agir sur le trafic écoulé dans un réseau cellulaire.

Exercice n°2

- 1). Étant donné que le nombre de porteuses est de 124 en GSM et que le nombre de communications simultanées par porteuse est de 7, Calculer la capacité minimale de GSM, en termes de communications simultanées totales
- 2). Si on considère un motif à 4 :
 - a). Calculer la distance de réutilisation de fréquence en fonction du rayon R de cellule
 - b). Donner le nombre de porteuses par sous-bandes
 - c). Déterminer la capacité instantanée de chaque cellule, en termes de communications simultanées
 - d). Quelle sera la capacité du système si le motif est répété 10 fois ?

Exercice n°3



R étant le rayon de cellule et D est la distance de réutilisation.

- 1). Donner l'expression de la puissance du signal utile reçu par un mobile situé en A.
- 2). Donner l'expression de la puissance des signaux interférant (brouilleurs)
- 3). En déduire l'expression du rapport C/I .
- 4). Exprimer C/I en fonction de N taille du motif. Interpréter le résultat.

Exercice n°4

Soit un réseau GSM formé de cellules hexagonales de rayon R. La distance D de réutilisation des



Avril 2026

fréquences est liée à la taille du motif par $D/R = (3N)^{1/2}$, avec N le nombre de cellules dans le motif. On suppose que l'affaiblissement varie selon la distance selon d^{-4} .

- 1). Si $N=4$, calculer le nombre de porteuses GSM qu'un opérateur disposant de 12.5MHz peut en théorie attribuer à chaque cellule.
- 2). Estimer le nombre maximal d'abonnés qu'il peut espérer accueillir dans une cellule sachant qu'un abonné moyen a un trafic de 0.03E à l'heure.
- 3). Le rayon R ne pouvant être inférieur à 350 m, combien d'abonnés cela représente-t-il dans une ville de forme approximative circulaire de rayon $R_P = 6$ km. Commenter brièvement ce résultat.

Exercice n°5

- 1). Quel est le problème si le nombre de cellules par zone de localisation (LA) est très élevé ?
- 2). Expliquez les deux processus de gestion de mobilité pour le système GSM : Localisation et recherche du mobile (paging)
- 3). Quels sont les facteurs ayant l'impact sur la taille d'une cellule ?
- 4). Pourquoi faut-il avoir une partie de recouvrement commun entre les cellules ?
- 5). Un mobile peut-il capter la même fréquence venant de deux stations de base ?
- 6). Comment un mobile choisit-il la station de base parmi les stations de bases candidates ?

Exercice n°6

- 1). Comment le réseau peut-il authentifier un abonné dans GSM ?
- 2). Pourquoi faut-il utiliser le TMSI à la place de l'IMSI pour l'identifiant de l'abonné ?
- 3). Quelle est l'entité qui gère la correspondance entre le TMSI et l'IMSI ?
- 4). La zone de localisation d'un mobile est-elle enregistrée au niveau de HLR ?
- 5). Comment le réseau trouve-t-il un mobile pour signaler un appel entrant ?