

## Travaux Dirigés

### Etude des techniques d'accès multiple

#### Objectifs du TD :

- Revoir les principes des techniques d'accès multiple (cours RA)
- Comprendre les contraintes des opérateurs mobiles pour designer et optimiser leur réseau.

#### Exercice 1 : Etude d'un réseau GSM.

Un opérateur GSM dispose d'une licence lui affectant dans la bande de 900 MHz 50 paires de fréquences (plus précisément, des canaux fréquentiels de 200 kHz de large).

**Question 1.** *Rappelez les techniques d'accès utilisées dans le GSM. Pourquoi les fréquences sont-elles affectées par paire ?*

L'opérateur couvre le territoire en utilisant un plan de réutilisation des fréquences basé sur des clusters de 7 cellules (voir figure 1).

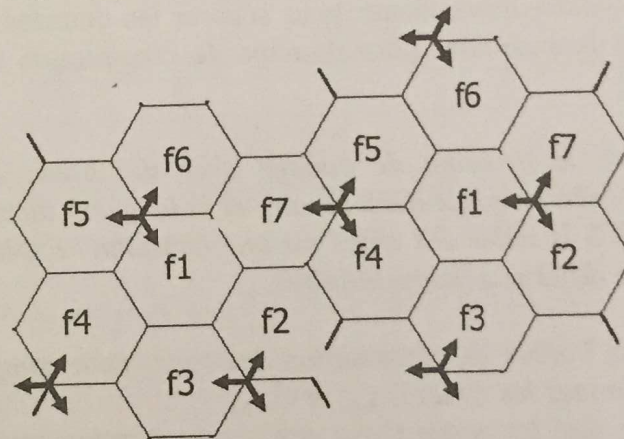


Figure 1 : grille de design et plan de fréquences du réseau

**Question 2.** *Combien de canaux fréquentiels va-t-il en utiliser en moyenne par cellule ?*

Sur chaque canal fréquentiel circulent des trames TDMA composées chacune de 8 slots temporels. Sur une trame TDMA, seuls les 7 premiers slots sont utilisés pour véhiculer de la voix. Le dernier est réservé aux échanges de signalisation (établissement d'appels, contrôle de transmission, gestion de l'itinérance...).

**Question 3.** *Déterminez le nombre maximal d'appels simultanés par cellule (moyen sur le territoire couvert par l'opérateur).*

Pour en limiter au maximum le nombre, les sites radio sont constitués de 3 stations de base et couvrent donc chacun 3 cellules. Ils sont régulièrement disposés aux points d'intersection communs à trois cellules comme montré sur la figure 1.



**Question 4.** Tracez sur la figure, pour une cellule, la zone de couverture idéale de sa station de base. Expliquez précisément les limites de cette zone de couverture, qui permettent à la fois de garantir l'absence de trous dans la couverture du réseau et d'éviter les brouillages par interférences avec d'autres cellules.

Dans les zones urbaines, des simulations montrent que l'opérateur pourrait rencontrer des problèmes de saturation fréquents avec le plan de déploiement choisi. Il décide alors de changer de plan de fréquences en choisissant des motifs de réutilisation à 4 cellules au lieu de 7.

**Question 5.** Montrez sur une nouvelle figure la nouvelle répartition des fréquences.

**Question 6.** Combien peut-il y avoir maintenant au maximum d'appels simultanés par cellule ?

**Question 7.** Quel est le gain obtenu sur le trafic servi par  $\text{km}^2$  et quelles sont les contreparties éventuelles ?

Une autre possibilité peut être de diminuer la taille des cellules.

**Question 8.** Quel est alors le gain obtenu sur le trafic servi par  $\text{km}^2$  et quels sont les inconvénients éventuels ?

## **Exercice 2 : Etude du W-CDMA utilisé en UMTS.**

Les codes d'étalement utilisés en UMTS sont de longueur variable et s'appellent les codes OVSF (Orthogonal Variable Spreading Factor Code). Ils sont en particulier utilisés par les stations radio sur la liaison descendante pour séparer les données destinées aux différents mobiles présents dans leur cellule. Leur principe de construction est donné dans le cours, diapositive RA3-54.

**Question 9.** Rappelez le principe de codage avec des codes d'étalement : donnez la relation entre le débit chips, le débit binaire et la longueur du code utilisé.

**Question 10.** En UMTS le débit des chips est une constante. Expliquez comment l'on peut alors transmettre différents débits binaires.

**Question 11.** Analysez l'arbre de construction des codes pour comprendre leur principe de construction et donnez les codes  $C_{ch,8,2}$  et  $C_{ch,8,5}$ .

**Question 12.** Montrez que les codes  $C_{ch,8,2}$  et  $C_{ch,8,5}$  sont orthogonaux. Est-ce une propriété que doivent vérifier tous les codes et pourquoi ?

Supposons que les données suivantes : 0110 soient destinées au mobile A présent dans la cellule. Elle sont envoyées par la station de base avec le code  $C_{ch,2,1}$ .

**Question 13.** Donnez la séquence des chips émise.

Supposons qu'en même temps, la station de base doit envoyer des données aussi au mobile B. Pour cela elle utilise le code  $C_{ch,8,3}$ .

**Question 14.** Que vaut le débit binaire de ces données par rapport au débit binaire des données du mobile A ?

**Question 15.** Montrez que le mobile A pourra bien décoder ses données, sans être gêné par la présence des données du mobile B.



# TD Etude des Techniques d'accès multiple

Exo 1

nnotes.co

Q1) Les fréquences sont par paires car il y a une fréquence descendante et montante

L'accès se fait par un mux de fréquence et un mux temporelle pour chaque fréquence

fréquence  $\rightarrow$ 

0	1	2	3		
---	---	---	---	--	--

 $\rightarrow$  4 usages par fréquence

triple répète

Q2) On a 50 paires divisées en 7 cellules

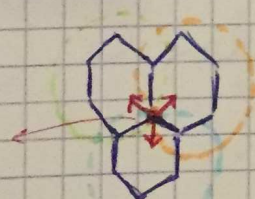
Donc  $50/7 = 7,14$  paires en moyenne

Q3) On a 7,14 canaux par cellule et 7 slots par canal

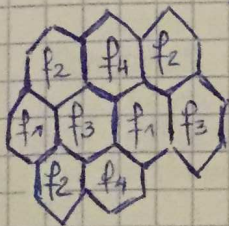
$\rightarrow 7,14 \times 7 = 50$  appels par cellule maximum

Ring La distance entre deux cellules est de 100 m en ville  
35 km en camp

Q4) 3 stations par antennes pour tout couvrir

  $\rightarrow$  On a toujours une couverture réseau

Q5) Motif à 4 : il y a plus d'interférence car les signaux identiques sont plus proches



Q6) On a  $50/4 = 12,5$  paires par cellule

$\rightarrow 12,5 \times 7 = 87,5$  appels maximum par cellule.



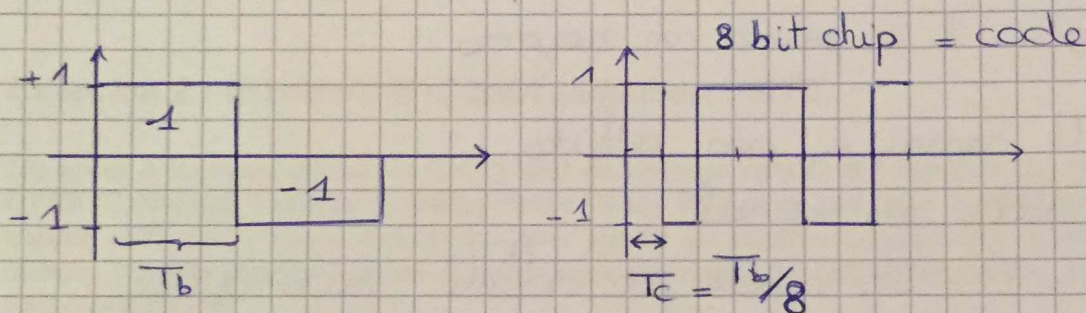
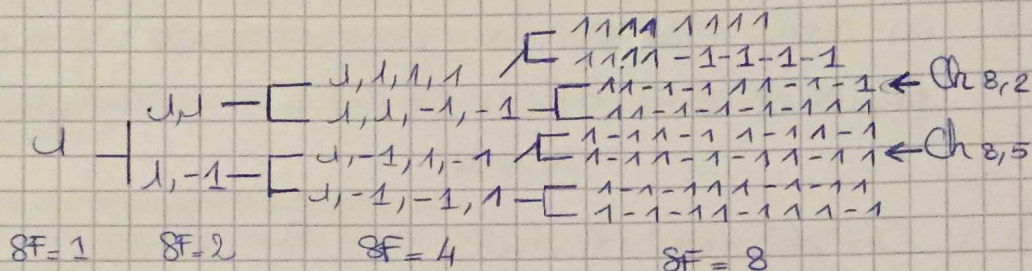
Q7) On a un gain de facteur  $F = \frac{7}{4} = 1.75$

Q8) On passe de 50 appels par  $4 \text{ km}^2$   
à 50 appels par  $\text{km}^2$  par exemple

On a alors un gain de facteur  $F = 4$  Mais ceci est chère (4 fois  $\oplus$  d'antenne)

Exo2

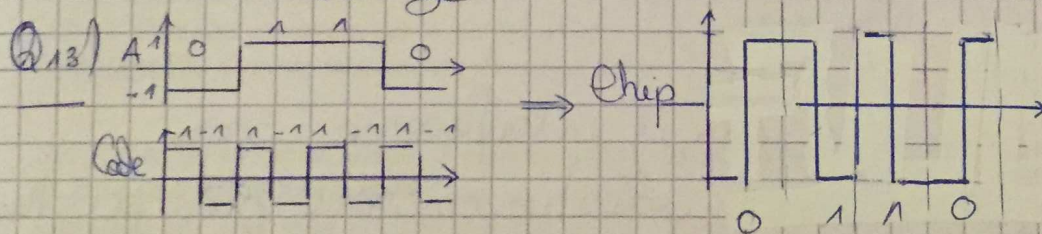
Q9) SF=8



On a  $D_b = D_c / 8 = 3.84 / 8 = 480 \text{ kb/s}$

Q10) On envoie différents débits binaires en modifiant la longueur du chip

Q11,12) Voir arbre. On a  $\langle \text{Ch}_{8,2} | \text{Ch}_{8,5} \rangle = 0$  ils doivent tous vérifier ça pour pouvoir décoder le bon message



Q14) On a  $D_{\text{chip}} = 2 D_{b_A}$

Q15) C'est grâce à l'orthogonalité