

**Cycle d'ingénieur INE2**

**Filières: ICCN & SUD**

**Architectures des réseaux mobiles**

**Examen écrit (durée : 1h40)**

- ✓ **L'examen est composé de trois exercices répartis sur deux pages**
- ✓ **Documents autorisés : Support de cours**
- ✓ **Toute rédaction en crayon ou stylo rouge sera rejetée**

**Exercice 1 : Concept cellulaire et accès multiple \*\*\*\*\* (6 points)**

- 1) Citer les trois différences principales entre un réseau fixe et un réseau mobile cellulaire? **(1 pt.)**
- 2) Comment justifiez-vous l'utilisation des cellules de grande taille (macro-cellules) dans les zones rurales pour le déploiement d'un réseau cellulaire? **(1 pt.)**
- 3) Donner la définition des notions suivantes, utilisées dans le concept cellulaire:
  - a) Le motif de cellules (ou cluster)
  - b) Le mécanisme de Handover
- 4) Rappeler, à l'aide d'un schéma, le principe des deux modes d'accès FDD (Frequency Division Duplex) et TDD (Time Division Duplex)? Lequel des deux est utilisé dans le réseau GSM? Justifier votre réponse? **(1 pt.)**
- 5) Comment justifiez-vous l'utilisation des techniques d'accès multiples au niveau de l'interface radio d'un réseau mobile cellulaire? **(1 pt.)**
- 6) Monter, à l'aide d'un schéma, que la technique CDMA (Code Division Multiple Access) permet de lutter contre les brouilleurs? **(1 pt.)**

**Exercice 2 : Réutilisation de fréquences dans un réseau GSM \*\*\*\*\* (7 points)**

Un opérateur de téléphonie mobile veut déployer un réseau GSM sur une zone géographique de superficie  $S_z = 187 \text{ km}^2$  en la découpant en  $N_{cel}$  cellules hexagones de rayon  $R_c = 1.2 \text{ km}$  chacune. Pour cela, il s'est vu alloué une bande de fréquences supportant  $N_{tc} = 380$  canaux de trafic avec un facteur de réutilisation de fréquences  $N_f = 7$ .

- 1) Expliquer l'intérêt de la réutilisation de fréquence pour l'opérateur dans le déploiement de son réseau GSM? **(1 pt.)**
- 2) Calculer la surface  $S_{cel}$  d'une cellule? En déduire le nombre de cellules  $N_{cel}$  nécessaire pour desservir la zone géographique considérée? **(1.5 pt.)**
- 3) Tracer un motif de  $N_f = 7$  cellules réutilisé deux fois en spécifiant la valeur de la distance  $D$  séparant deux cellules utilisant la même fréquence? **(1 pt.)**
- 4) Trouver le nombre de canaux de trafic par cellule  $N_{tpcel}$ ? En déduire le nombre total de canaux de trafic  $N_{tczone}$  dans la zone géographique considérée ? **(1 pt.)**

- 5) Supposons maintenant que l'opérateur dessert la même zone géographique en la découpant en cellules hexagones, de rayon  $R_c = 2.4 \text{ km}$  chacune, avec la même bande passante et le même facteur de réutilisation de fréquence.
- La modification du rayon des cellules impacte-t-elle le nombre de canaux de trafic alloués à l'opérateur? Justifier votre réponse? **(1 pt.)**
  - Déterminer la nouvelle valeur du  $N_{cel}$  et le nouveau nombre total de canaux de trafic  $N_{tzone}$  dans la zone géographique? Conclure? **(1.5 pt.)**

**Exercice 3 : Réseaux mobiles 3G et 3G+ \*\*\*\*\* (7 points)**

Considérons un réseau mobile cellulaire de troisième génération (3G) où  $K$  utilisateurs transmettent avec la technique CDMA (Code Division Multiple Access) en utilisant les codes d'étalement  $c_1, c_2, \dots, \text{ et } c_K$  représentés par des vecteurs de même longueur  $SF$ . Nous supposons que le  $k^{\text{ème}}$  ( $k = 1, 2, \dots, K$ ) utilisateur transmet un bit  $b_k$  avec une amplitude  $A_k$ .

- Tracer la structure de l'émetteur CDMA et donner l'expression du signal multi-utilisateurs  $x_{CDMA}$ ? **(1.5 pt.)**
- Quelle est la condition sur les codes d'étalement pour éviter les interférences d'accès multiple? **(0.5 pt.)**
- Expliquer la relation des codes d'étalement avec la sécurité des utilisateurs dans les réseaux 3G et 3G+? **(1 pt.)**
- En utilisant l'arbre OVVSF, générer tous les codes d'étalement orthogonaux de longueur  $SF = 2, SF = 4, \text{ et } SF = 8$ ? Quel est le nombre d'utilisateurs qui peuvent être actifs dans le système sans interférences pour chaque valeur de  $SF$ ? Justifier votre réponse? **(1.5 pt.)**
- Calculer le débit binaire  $D_b$  associé à chacune des trois valeurs de  $SF$  utilisées dans la question 4)? En déduire la durée  $T_b$  d'un bit pour les trois valeurs de  $SF$ ? **(1.5 pt)**
- Quel est le mécanisme qui permet d'assister un des utilisateurs, en communication, lorsque les amplitudes des autres utilisateurs deviennent importantes? Expliquer brièvement ce mécanisme? **(1 pt.)**