



5<sup>ème</sup> année : Génie Électronique & Informatique Industrielle (GEII)

## Module : Réseaux Sans Fil

### Contrôle # 1 #

Durée d'examen 1 heure 30 minutes : 10 h - 11 h 30  
(Documents autorisés)

Exercice - 1 -	Exercice - 2 -	Exercice - 3 -	Total
/ 4	/ 7,5	8,5	/ 20

Bonne chance ...

### Ex-1- Ingénierie du télétrafic.

Pour un opérateur de téléphonie mobile qui couvre une zone géographique où il a implanté son réseau cellulaire, on considère les données suivantes :

- ▷ Population totale : 20000 habitants.
- ▷ Taux de pénétration du service : 50%.
- ▷ Temps moyen d'appel 'mobile-fixe' et 'fixe-mobile' : 55 s.
- ▷ Nombre moyen des appels/heure pour 'mobile-fixe' et 'fixe-mobile' : 120 *appels/h.*
- ▷ Temps moyen d'appel 'mobile-mobile' : 70 s.
- ▷ Nombre moyen des appels/heure pour 'mobile-mobile' : 200 *appels/h.*
- ▷ Répartition du trafic :
  - 'mobile-fixe' : 20%.
  - 'fixe-mobile' : 15%.
  - 'mobile-mobile' : 65%.

1. Calculer en Erlang le trafic généré par les appels 'mobile-fixe & 'fixe-mobile', puis celui généré par les appels 'mobile-mobile'.
2. Calculer en Erlang le trafic total.
3. Supposant qu'un MSC (Mobile Switching Center) peut gérer jusqu'à un trafic de 12000 *Erlang*. Combien de MSCs sont nécessaires pour manager le trafic total ?

### Ex-2- Architecture GSM

On considère la figure ci-dessous qui représente les éléments clés de l'architecture d'un réseau GSM (Global System for Mobile Communications).

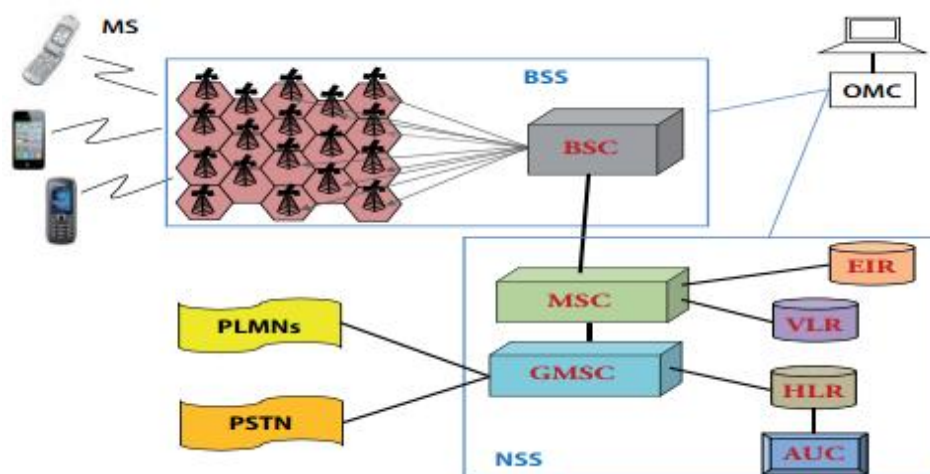


FIGURE 1 – Principaux éléments de l'architecture GSM.

1. Quels sont les trois sous ensembles qui agencent le réseau GSM ? Assigner chaque entité de cette figure à chaque sous ensemble.
2. Affecter à chaque entité les identités suivantes " 'CI : Cell Identifier', 'MSISDN : Mobile Station ISDN Number', 'IMEI : International Mobile Equipment Identity', 'IMSI : International Mobile Subscriber Identity', 'TMSI : Temporary Mobile Subscriber Identity', 'Kc : Cipher / Decipher Key', 'Ki : Subscriber Authentication key', 'LAI : Location Area Identifier' ".
3. Quelle est la différence entre IMSI et TMSI ? Quelle est l'entité qui gère la correspondance entre ces deux identités ?
4. Esquisser sur une figure à part le déroulement d'un appel "Mobile - Mobile".
5. Le réseau de la génération 2,5G GPRS (General Packet Radio Service) ajoute un certain nombre de 'modules' à l'architecture GSM (2G) sans changer le réseau existant.  
Quelles sont ces nouvelles entités ? Quels sont leurs principaux rôles ?
6. Quel est le mode de transmission du standard GPRS extension du GSM ? Expliquer comment il permet des débit supérieur à ceux du GSM.

### **Ex-3- Ingénierie radiomobile**

Avec une ingénierie selon le modèle hexagonal, on considère un réseau constitué de cellules de rayon  $R$ . Les mêmes fréquences sont réutilisées dans les cellules notées "1" comme indiqué sur la figure 2.

1. Calculer la distance de réutilisation  $D$  et la taille  $N$  du motif utilisé.
2. Quel est le niveau de protection  $\frac{C}{I}$  du signal utile en limite de portée d'une cellule ? (On ne considérera que les interférences co-canal).
3. Dessiner le motif sur la figure.
4. Dans le cas du GSM, quel mécanisme est utilisé pour éviter qu'un tel signal (voir la figure 2) soit décodé par le terminal ?

Les caractéristiques des équipements (relais et terminal) utilisés dans ce réseau sont données dans le tableau ci-dessous. Par ailleurs on considère que l'affaiblissement moyen (exprimé en  $dB$ ) dû à la propagation est donné par :

$$L = 112 + 35,8 \log(d) \quad (1)$$

où  $d$  est la distance donnée en  $km$ .

5. Établir le bilan de liaison des voies montante et descendante. Faut-il l'équilibrer ?
6. Quelle est la portée des cellules ?

	Relais	Terminal
Puissance max	$3 W$	$1 W$
Gain d'antenne	$10 dB_i$	$0 dB_i$
Pertes des câbles	$3 dB$	-
Pertes de couplage à l'émission	$3 dB$	-
Pertes de couplage en réception	$1 dB$	-
Pertes dues aux utilisateurs	-	$3 dB$
Sensibilité	$-109 dBm$	$-106,3 dBm$

TABLE 1 – Principales caractéristiques des équipements.

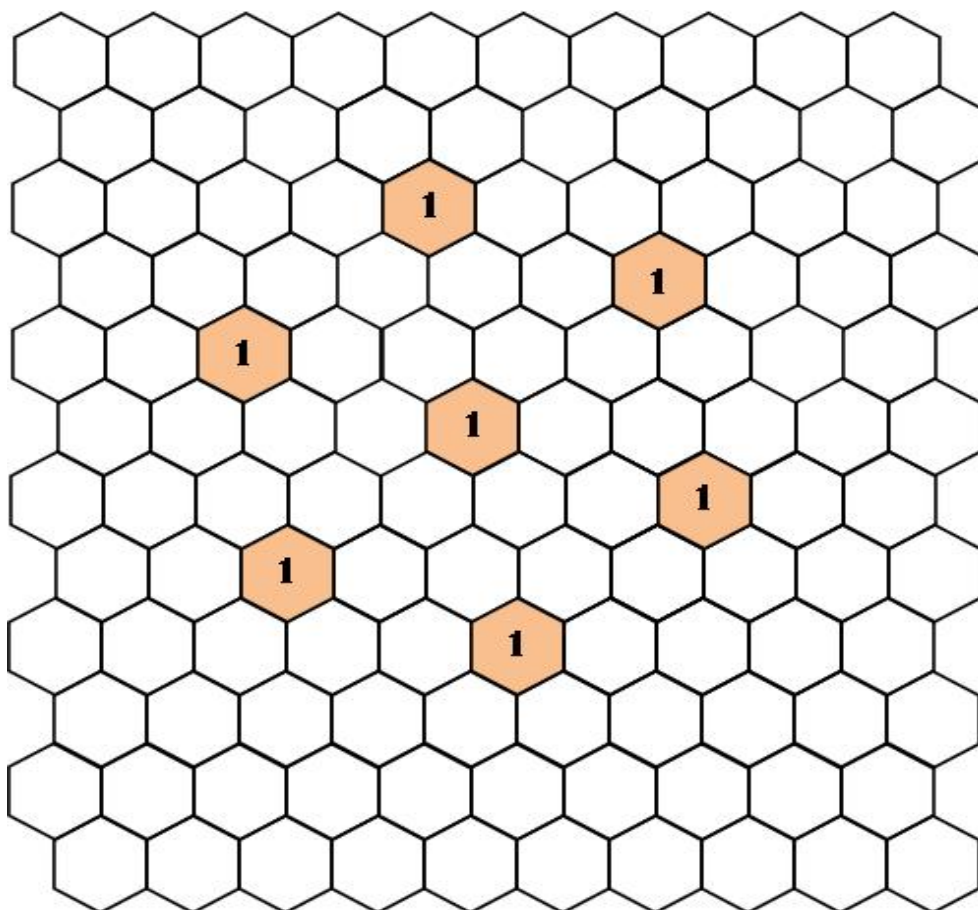


FIGURE 2 – Mêmes fréquences réutilisées dans les cellules notées '1'.