

Tous documents et calculatrices autorisés
Téléphones/PC portables interdits – Durée : 3h00
Le sujet comporte 4 pages. Barème indicatif sur 20 points.

QCM – 4 points

Question X – Handover

Dans les réseaux cellulaires, le *handover* désigne un déplacement entre ?

- a) Réseaux
- b) Opérateurs
- c) Pays
- d) Cellules

Solution : A et D

Question X – UMTS

La technologie UMTS permet des débits maximums de quel ordre ?

- a) 100 kbit/s
- b) 1 Mbit/s
- c) 10 Mbit/s
- d) 100 Mbit/s

Solution : B

Question X – GSM

Dans le réseau GSM, à quel type d'équipement correspond la BSC ?

- a) L'antenne
- b) Le mobile
- c) Le contrôleur
- d) Le commutateur

Solution : C

Question X – UMTS

Quel(s) multiplexage(s) est(sont) utilisé(s) dans le réseau UMTS ?

- a) CDMA
- b) TDMA
- c) FDMA
- d) OFDMA

Solution : A

Question X – LTS

Quel(s) multiplexage(s) est(sont) utilisé(s) dans le réseau LTE ?

- a) CDMA
- b) TDMA
- c) FDMA

d) OFDMA

Solution : D

Question X – 3G – 2 points

Quelles sont les améliorations principales de la 3G par rapport à la 2G et comment ces améliorations sont-elles rendues possibles ?

Solution :

L'amélioration principale est bien sûr le débit qui passe de 100kbit/s à 2Mbit/s. On peut citer également : un même réseau d'accès pour la voix et les données, un réseau cœur en IP et un roaming à l'échelle mondiale.

Ces améliorations s'appuient sur des bandes de fréquence plus élevées, un codage CDMA plus performant et des tailles de cellules plus adaptées.

Question X – 4G – 2 points

Même question pour la 4G par rapport à la 3G ?

Solution :

Le débit maximum en 4G passe à 160 Mbit/s (1 Gbit/s en LTE Advanced).

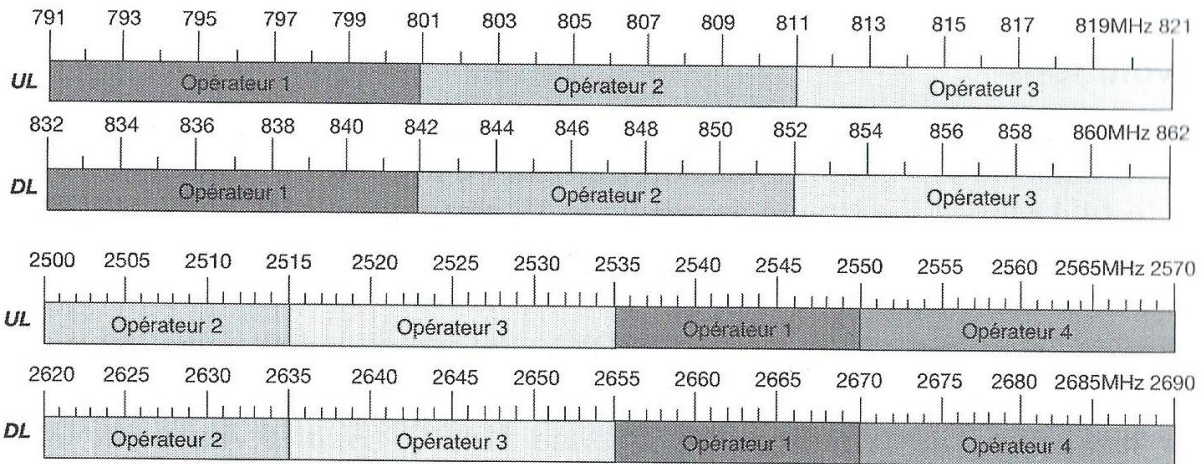
Les bandes de fréquences sont également plus larges et sur des fréquences plus importantes.

Le multiplexage OFDMA, l'utilisation du MIMO et des modulations d'ordre élevé, entre autres, permettent ce gain important en débit.

Question X – LTE – 3 points

Une trame LTE dure 10 ms. Elle est découpée en 10 sous-trames de 1 ms. Chaque sous-trame est divisée en deux slots de 0,5 ms. Sept symboles sont transmis dans un slot et un slot correspond à 12 sous-porteuses OFDMA.

- Quel est le débit de symbole pour un bloc (=slot) ?
- Quel est le débit binaire par bloc si une modulation 64QAM est utilisée pour chaque sous-porteuse ?
- La figure ci-dessous donne les bandes de fréquences attribuées aux opérateurs français pour le LTE. Quels sont les débits maximums possibles dans la bande des 2,6 Ghz (débits descendants) pour les différents opérateurs si 25 blocs peuvent être exploités par bande de 5 Mhz ?



d) Quel est finalement le débit que peut obtenir un abonné ?

Solution :

- 7 symboles sont transmis pour 12 sous-porteuses, soit 84 symboles par slot. Un slot dure 0.5 ms, le débit de symbole pour un bloc est donc :
 $D_s = 84 / 0.5 \text{ ms} = 168 \text{ ksymboles/s}$
- Dans une modulation 64QAM, 6 bits sont transmis par symbole ($2^6 = 64$), le débit binaire par bloc est donc :
 $D_b = 6 D_s = 1008 \text{ kbit/s}$
- Pour les opérateurs 1 et 2, la bande allouée a une largeur de 15 Mhz, ce qui correspond à 75 blocs (3×25) donc 75 blocs. Le débit maximum est donc :
 $D_b = 75 \times 1008 = 75,6 \text{ Mbit/s}$
Les opérateurs 3 et 4 disposent de 100 blocs d'où : $D_b \text{ max} = 100 \times 1.008 = 100,8 \text{ Mbit/s}$
- Un abonné de l'opérateur 3 qui disposerait de la totalité des slots dans sa cellule pourrait obtenir, en utilisant seulement la bande des 2,6 Ghz, un débit de 100 Mbits/s.

Question X – Code correcteur – 3 points

- Rappeler le principe du CRC. On fixera le polynôme générateur à $G(x) = x^5 + x^3 + 1$
- On souhaite émettre les données 110100101. Déterminez le message à émettre.

<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px 10px;">x8</td> <td style="padding: 2px 10px;">x7</td> <td style="padding: 2px 10px;">x5</td> <td style="padding: 2px 10px;">x2</td> <td style="padding: 2px 10px;">1</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px 10px;">1</td> <td style="padding: 2px 10px;">1</td> <td style="padding: 2px 10px;">0</td> <td style="padding: 2px 10px;">1</td> <td style="padding: 2px 10px;">0</td> </tr> </table>	x8	x7	x5	x2	1	1	1	0	1	0	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px 10px;">x5</td> <td style="padding: 2px 10px;">x3</td> <td style="padding: 2px 10px;">1</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px 10px;">1</td> <td style="padding: 2px 10px;">0</td> <td style="padding: 2px 10px;">1</td> </tr> </table>	x5	x3	1	1	0	1																	
x8	x7	x5	x2	1																														
1	1	0	1	0																														
x5	x3	1																																
1	0	1																																
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px 10px;">-</td> <td style="padding: 2px 10px;">x8</td> <td style="padding: 2px 10px;">x6</td> <td style="padding: 2px 10px;">x3</td> <td style="padding: 2px 10px;">1</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px 10px;"></td> <td style="padding: 2px 10px;">x7</td> <td style="padding: 2px 10px;">x6</td> <td style="padding: 2px 10px;">x5</td> <td style="padding: 2px 10px;">x3</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px 10px;">-</td> <td style="padding: 2px 10px;">x7</td> <td style="padding: 2px 10px;">x5</td> <td style="padding: 2px 10px;">x2</td> <td style="padding: 2px 10px;">1</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px 10px;"></td> <td style="padding: 2px 10px;">x6</td> <td style="padding: 2px 10px;">x3</td> <td style="padding: 2px 10px;">1</td> <td style="padding: 2px 10px;">1</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px 10px;">-</td> <td style="padding: 2px 10px;">x6</td> <td style="padding: 2px 10px;">x4</td> <td style="padding: 2px 10px;">x</td> <td style="padding: 2px 10px;">1</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px 10px;"></td> <td style="padding: 2px 10px;">x4</td> <td style="padding: 2px 10px;">x3</td> <td style="padding: 2px 10px;">x</td> <td style="padding: 2px 10px;">1</td> </tr> </table>	-	x8	x6	x3	1		x7	x6	x5	x3	-	x7	x5	x2	1		x6	x3	1	1	-	x6	x4	x	1		x4	x3	x	1	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px 10px;">x3</td> <td style="padding: 2px 10px;">x2</td> <td style="padding: 2px 10px;">x</td> </tr> </table>	x3	x2	x
-	x8	x6	x3	1																														
	x7	x6	x5	x3																														
-	x7	x5	x2	1																														
	x6	x3	1	1																														
-	x6	x4	x	1																														
	x4	x3	x	1																														
x3	x2	x																																

Question X – Wifi – 2 points

- Combien de canaux sont utilisables en Wifi 802.11bg sur la bande des 2,4Ghz.

Solution : 14 canaux.

- b) Comment doit-on répartir ces canaux dans un même bâtiment si l'on dispose de plusieurs bornes Wifi ?

Solution : 1/6/11 ou 2/7/12 ou 3/8/13 ou 4/9/14 pour éviter le chevauchement des spectres de fréquences.

Question X – WAP – 2 points

Expliquez le contexte de la création du WAP et pour quel but il a été créé.

Solution : protocole proche de HTTP et HTML pour un environnement mobile. Utilise WML et WSP. Permet d'accéder à Internet sur une liaison sans fil bas débit. Ré-encode les objets multimédias.

Question X – GSM – 2 points

Expliquez le principe d'authentification des abonnés.

Solution :

● Principe

