

**Partie I : Communication Numérique Avancée**

Cocher la/les bonnes réponses (0.5 pt/question).

1/ Dans les modulations M-aires, le nombre de bits par symbole est donné par :

- a)  $\log_2(M)$ .                      b)  $M^2$ .                      c)  $M$ .

2/ Avec la même puissance et la même bande passante, la QPSK comparée à la BPSK a :

- a) la même efficacité spectrale.  
b) la moitié de l'efficacité spectrale.  
c) le double de l'efficacité spectrale.

3/ Quelle est l'énergie moyenne des symboles de cette constellation (la distance entre symboles =  $2d$ ) :

- a)  $E=10d^2$                       b)  $E=160d^2$                       c)  $E=2.5d^2$



4/ Le canal de transmission sans fils est :

- a) invariant par rapport au temps.  
b) variant par rapport au temps.  
c) indépendant par rapport au temps.

5/ Si la bande passante du canal de transmission alloué par le système est inférieure à la bande passante du signal à transmettre, cela engendre :

- a) une perte d'efficacité en puissance de la transmission.  
b) des interférences sur le canal de transmission.  
c) des interférences sur les bandes adjacentes à la bande allouée.

6/ Dans un canal AWGN, le bruit a une densité spectrale de puissance (DSP) :

- a) constante.                      b) gaussienne.                      c) variable.

7/ Avec une largeur de bande du canal  $B$  et un rapport signal à bruit SNR, l'expression de la capacité maximum  $C$  du canal AWGN est donnée par :

- a)  $C=B \log_2(1+SNR)$ .                      b)  $C=B \log_{10}(1+SNR)$ .                      c)  $C=\log_{10}(1+SNR)$ .

8/ L'évanouissement rapide "Fast fading" signifie :

- a) un temps de cohérence inférieur à la période symbole.  
b) un canal variant lentement dans le temps.  
c) un canal variant rapidement dans le temps.

9/ Le \_\_\_\_\_ fading affecte toutes les fréquences de la même façon.

- a) slow "lent".                      b) flat "plat"                      c) sélective "sélectif"

10/ Dans le \_\_\_\_\_ les composantes fréquentielles sont affectées différemment.

- a) fast fading.                      b) slow fading.                      c) selective fading.

11/ Le fading résulte :

- a) des multi-trajets.                      b) des obstacles.                      c) des variations fréquentielles à la source.

12/ En CDMA, donnez la séquence étalée du signal  $d=1-1$ , générée par le code d'étalement :  $-1-111$ .

- a)  $-1-11111-1-1$                       b)  $11-1-1-1-111$                       c)  $-1-111-1-111$

13/ La TDMA est une technique d'accès multiple qui :

- a) assigne à chaque usager un slot fréquentielle unique.  
b) assigne à différents usagers des slots de temps différents.  
c) assigne à chaque usager un code unique.

14/ La CDMA:

- a) est une technologie d'étalement de spectre.
- b) permet à chaque usager d'utiliser une période spécifique de temps.
- c) affecte à chaque usager un code unique.

15/ L'usage de la CDMA aide dans :

- a) l'augmentation de l'immunité par rapport aux interférences.
- b) l'augmentation de l'immunité par rapport à l'interception des signaux.
- c) l'allocation de différents spectres en différents time slots.

16/ Les codes PN (Pseudo-Noise) utilisés en CDMA ont une :

- a) intercorrélation faible entre les différents codes.
- b) intercorrélation élevée entre les différents codes.
- c) autocorrélation très faible.

17/ L'intervalle de garde, en OFDM, permet :

- a) d'éliminer l'orthogonalité des sous porteuses.
- b) de réduire les ISI.
- c) d'avoir un débit symbole élevé.

18/ En diversité temporelle:

- a) des versions multiples du signal sont transmises à différents instants temporels.
- b) les signaux sont transmis en utilisant différents canaux.
- c) les signaux sont transmis avec des polarisations différentes.

19/ L'avantage de l'OFDM réside :

- a) dans l'utilisation de récepteurs peu complexes.
- b) dans la réduction des ISI "interférences entre symboles".
- c) dans l'utilisation de plusieurs usagers à la même fréquence.

20/ Les inconvénients de l'OFDM sont :

- a) une faible efficacité de puissance.
- b) une réduction de la bande passante.
- c) une réduction de l'efficacité spectrale à cause de l'intervalle de garde.

**Exercice 1 (4pts) :**

Un système de communication transmet avec une modulation 2-PAM, les symboles  $S[n] = \pm 1$  à travers le canal discret équivalent suivant :  $h[n] = -0.3\delta[n] + 0.8\delta[n-1] - 0.2\delta[n-2]$   
En supposant une détection symbole par symbole, tracer la constellation des symboles à la sortie du canal en considérant un bruit nul.

**Exercice 2 (4pts) :**

Dans la modulation M-PSK, la phase de la porteuse peut prendre une valeur parmi les  $M$  possibles.

L'expression de l'onde modulée est :  $m(t) = \sqrt{\frac{2E_s}{T_s}} \cos(2\pi f_c t + \theta_l)$  pour  $0 \leq t \leq T_s$

Où  $E_s$  est l'énergie par symbole et  $T_s$  est la période symbole.

1-Donner l'expression des phases  $\theta_l$  .(1pt)

2-Donner l'expression de  $E_s$  en fonction de  $E_b$  , l'énergie par bit. (1pt)

3-Ecrire l'expression des signaux pour chacune des voies : en phase et en quadrature. (2pts)

**Exercice 3 (2pts) :**

Soit un système de communication numérique utilisant une modulation BPSK avec  $\sqrt{E_b} = 2$  et le mapping suivant :  $0 \rightarrow -\sqrt{E_b}$  ,  $1 \rightarrow +\sqrt{E_b}$ . Deux symboles sont transmis à travers un canal, les signaux reçus (en bande base) au niveau du récepteur sont :  $y(0) = -0.3 + 0.1j$  et  $y(1) = -0.1 - 0.4j$ .  
En supposant une détection optimale, quel serait la séquence binaire détectée.