

L3-STIC-ET L3-STIC-TR
Communications numériques – ETRS621

Date : 18/03/2026

Durée : 1h30

- Une feuille A4 recto verso manuscrite et calculatrice autorisées

1. Questions de cours (6 pts)

- Q1. Quels sont les intérêts/inconvénients d'une transmission en bande de base par rapport à une transmission en bande transposée ? (1 pt)
- Q2. Pour caractériser une chaîne de transmission, on se base sur son débit, sa valence et sa rapidité de modulation.
- Rappeler à quoi correspond chacun de ces paramètres et précisez leur unité. (1 pt)
 - Rappeler la relation entre ces 3 paramètres. (0.5 pt)
 - Si on veut augmenter le débit d'une transmission, on peut jouer sur la valence ou la rapidité de modulation. Expliquez pour chaque paramètre quel phénomène physique limite son augmentation. (1 pt)
- Q3. La formule suivante permet de calculer la capacité d'un canal : $C = W \cdot \log_2(1 + SNR)$
- Qu'est-ce que la capacité d'un canal ? Quelle est son unité ? (1 pt)
 - A quoi correspondent les paramètres W et SNR ? (1 pt)
 - Quel est le débit maximal que l'on peut espérer sur une liaison dotée d'une largeur de bande de 1MHz et d'un rapport signal/bruit de 30dB ? (0.5 pt)

2. Transmission en bande de base (12.5 pts)

Dans une chaîne de transmission en bande de base, on utilise un code défini par :

$e(t) = +A$	pour $kT < t < (k+1/2)T$	pour un bit à « 00 »
0	pour $(k+1/2)T < t < (k+1)T$	
$e(t) = +A/3$	pour $kT < t < (k+1/2)T$	pour un bit à « 01 »
0	pour $(k+1/2)T < t < (k+1)T$	
$e(t) = -A/3$	pour $kT < t < (k+1/2)T$	pour un bit à « 11 »
0	pour $(k+1/2)T < t < (k+1)T$	
$e(t) = -A$	pour $kT < t < (k+1/2)T$	pour un bit à « 10 »
0	pour $(k+1/2)T < t < (k+1)T$	

où T est la période d'émission d'un symbole.

Q1. Quels sont la valence de ce signal et l'ensemble des symboles a_k de ce code? (1 pt)

On envoie le signal "00111001".

Q2. Dessiner le chronogramme du message envoyé $e(t)$. (0.5 pt)

Q3. Comment s'appelle ce code ? (0.5 pt)

Q4. Qu'est-ce qu'une fonction de codage ? Tracer la fonction de codage $h(t)$ utilisée ici et donner son expression mathématique. (1.5 pts)

La densité spectrale de puissance $\gamma_e(f)$ de $e(t)$ peut s'exprimer en fonction de la densité spectrale de puissance $\gamma_a(f)$ de $a(t)$ par la relation :

$$\gamma_e(f) = \gamma_a(f) |H(f)|^2$$

Sachant que les symboles a_k sont tous indépendants, la DSP $\gamma_a(f)$ de $a(t)$ s'exprime de la façon suivante :

$$\gamma_a(f) = \frac{\sigma_a^2}{T} + \frac{m_a^2}{T^2} \sum_{k=-\infty}^{\infty} \delta(f - \frac{k}{T})$$

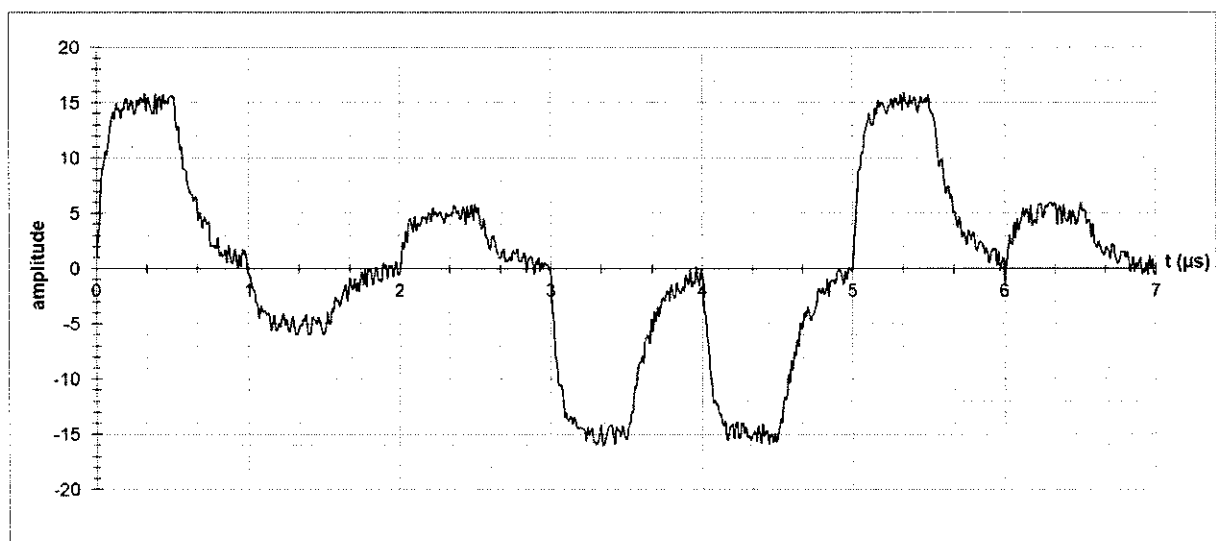
m_a , σ_a^2 désigne respectivement la moyenne, la variance des symboles a_k .

Q5. Calculer et tracer la DSP $\gamma_e(f)$ du signal $e(t)$. Commenter en donnant les avantages et inconvénients de ce code. (3 pts)

Q6. Si on voulait augmenter le débit en augmentant la rapidité de modulation, quelle(s) conséquence(s) cela aurait-il sur cette DSP ? (0.5 pt)

Q7. Si on voulait augmenter le débit en augmentant la valence, quelle(s) conséquence(s) cela aurait-il sur cette DSP ? (0.5 pt)

Le récepteur reçoit le message suivant :



Q8. Quel(s) phénomène(s) se produisant dans le canal a dégradé la transmission ? (0.5 pt)

Q9. Qu'est-ce que le critère de Nyquist ? A-t-il été respecté ? (1 pt)

Q10. Décoder le message reçu. (0.5 pt)

Q11. Dessiner l'allure du diagramme de l'œil à la réception. (1 pt)

Q12. Situer le meilleur moment pour prélever un échantillon. (0.5 pt)

Q13. Déterminer le ou les seuil(s) de détection. (0.5 pt)

3. Transmission en bande transposée (4.5 pts)

Pour une transmission numérique, on souhaite associer une modulation d'amplitude avec une modulation de phase d'une porteuse $P(t) = A \cdot \sin(2\pi ft + \phi)$.

On choisit le codage suivant :

"00" correspond à $A=+6V$ et $\phi = 0^\circ$

"01" correspond à $A=+2V$ et $\phi = 0^\circ$

"10" correspond à $A=+2V$ et $\phi = 180^\circ$

"11" correspond à $A=+6V$ et $\phi = 180^\circ$

On veut transmettre le message suivant : 0 1 0 0 1 0 1 1 0 1 1 0.

Q1. Quelle est la valence de cette transmission ? (0.5 pt)

Q2. Tracez l'allure du signal $s(t)$ envoyé sur la ligne. Vous considérerez que la porteuse à une fréquence de 2 MHz et que la transmission à une rapidité de modulation de 1Mbauds. (1 pt)

Q3. Quel est le débit de cette liaison ? (0.5 pt)

Q4. Quel doit être la bande passante minimale du canal pour espérer un taux d'erreur faible ? (0.5 pt)

Q5. Tracez le diagramme de constellation de cette transmission. Quel est le nom de cette modulation ? (1 pts)

Q6. Quelle est la différence entre cette modulation et une modulation d'amplitude de valence 4 (ASK-4) ? Justifiez. (1 pt)

