

Corrigé et barème – Transmission et réception de signaux

Modulation, antennes, chaîne de communication

Durée : 55 min – Calculatrice interdite – Sur 20 points · Physique 3°

Exercice 1 – Un appel vidéo Marseille–Montréal (analyse d'une chaîne) (4 pts)

- a) Émetteur : micro et caméra du smartphone de Lina. Canaux : air (ondes radio Wi-Fi), fibre optique (signal lumineux), câble sous-marin (lumière dans la fibre), puis à nouveau ondes radio ou Wi-Fi à l'arrivée. Récepteur : écran et haut-parleur du smartphone de la cousine. (1)
- b) Analogique : la voix et la lumière captées par le micro et la caméra. Numérique dès la conversion par le smartphone (0 et 1), sur tout le trajet. Redevient analogique dans le haut-parleur et l'écran du destinataire. (1)
- c) Fibre : $6\,000 / 200\,000 = 0,03\text{ s} = 30\text{ ms}$, imperceptible. Satellite : $72\,000 / 300\,000 = 0,24\text{ s} = 240\text{ ms}$ par trajet, gênant : les interlocuteurs se coupent la parole. (1)
- d) $3\text{ Mbit/s} \times 1\,200\text{ s} = 3\,600\text{ Mbit} = 450\text{ Mo}$. (1)

Repère — un message change plusieurs fois de canal (air, fibre, cuivre) mais reste numérique d'un appareil à l'autre ; seuls les capteurs et les haut-parleurs manipulent de l'analogique.

Exercice 2 – Numériser un son (démarche expérimentale, tableau) (4 pts)

- a) A : $8\,000 \times 8 = 64\,000\text{ bit/s} = 64\text{ kbit/s}$. C : $44\,100 \times 16 = 705\,600\text{ bit/s} = 705,6\text{ kbit/s}$. (1)
- b) 8 bits : $2^8 = 256$ valeurs ; 16 bits : $2^{16} = 65\,536$ valeurs. Plus de valeurs = arrondi plus fin, son plus fidèle (moins de « souffle »). (1)
- c) $705\,600 \times 210\text{ s} = 148\,176\,000\text{ bits} = 18\,522\,000\text{ octets} \approx 18,5\text{ Mo}$. (1)
- d) La voix ne dépasse guère $4\,000\text{ Hz}$: $8\,000$ échantillons par seconde suffisent (deux par période). La musique monte à $20\,000\text{ Hz}$, il en faut plus de $40\,000$. De C à D, on garde les mêmes échantillons mais chacun est codé plus finement (24 bits) : fichier 1,5 fois plus lourd. (1)

Le point clé — débit = échantillons par seconde $\times$ bits par échantillon ($\times$ nombre de canaux) : deux réglages indépendants, l'un pour les aigus, l'autre pour la finesse des valeurs.

Exercice 3 – Télécharger, diffuser (calculs de débit) (4 pts)

- a) $4,8\text{ Go} = 4\,800\text{ Mo} = 4\,800 \times 8 = 38\,400\text{ Mbit}$. (1)
- b) ADSL : $38\,400 / 12 = 3\,200\text{ s} \approx 53\text{ min}$. Fibre : $38\,400 / 800 = 48\text{ s}$. (1)
- c) $5 \times 7\,200 = 36\,000\text{ Mbit} = 4\,500\text{ Mo} = 4,5\text{ Go}$. $20 / 4,5 \approx 4$ films. (1)
- d) Besoin total : $5 + 5 + 3 + 4 = 17\text{ Mbit/s} > 12\text{ Mbit/s}$. Non : les usages simultanés se partagent le débit, les vidéos se figeront. (1)

Erreur fréquente — oublier le facteur 8 entre octets (taille des fichiers) et bits (débits) : $1\text{ Mo} = 8\text{ Mbit}$, un fichier de 10 Mo à 10 Mbit/s met 8 s , pas 1 s .

Exercice 4 – Porteuses, antennes et modulation (lecture d'un tableau) (4 pts)

- a) FM : $\lambda = 3 \times 10^8 / 10^8 = 3 \text{ m}$. Wi-Fi : $\lambda = 3 \times 10^8 / 2,4 \times 10^9 = 0,125 \text{ m} = 12,5 \text{ cm}$. (1)
- b) FM : $3 / 4 = 75 \text{ cm}$; Wi-Fi : $12,5 / 4 \approx 3 \text{ cm}$. À 100 MHz l'antenne doit mesurer des dizaines de cm ; à 2,4 GHz, 3 cm suffisent et tiennent dans le boîtier. (1)
- c) La fréquence. Un son (20 Hz à 20 kHz) ne rayonne pas efficacement sous forme d'onde radio et toutes les stations se mélangeraient : chacune reçoit une porteuse de fréquence propre que le récepteur sélectionne. (1)
- d) La radio FM. Numérique : son sans grésillement tant que le signal est décodable, correction d'erreurs, plus de stations dans la même bande, informations associées (titre, texte). (1)

Attention — la fréquence de la porteuse fixe la taille de l'antenne et la portée ; elle n'a rien à voir avec la fréquence du son transporté.

Exercice 5 – Vrai ou faux argumenté, et prise d'initiative (4 pts)

- a) Faux : la fibre guide un signal lumineux (impulsions infrarouges) ; c'est le câble de cuivre qui transporte un courant électrique. (1)
- b) Vrai : la copie reproduit exactement la même suite de 0 et de 1, sans dégradation, contrairement à une cassette ou un vinyle recopié. (1)
- c) $10 \text{ Mo} = 80 \text{ Mbit}$; débit = $80 / 5 = 16 \text{ Mbit/s}$ (il a oublié de convertir les octets en bits). (1)
- d) Émission : $8 \text{ Mo} = 64\,000 \text{ kbit} \rightarrow 64\,000 / 100 = 640 \text{ s} \approx 10,7 \text{ min}$. Propagation : $1,5 \times 10^9 / 3 \times 10^5 = 5\,000 \text{ s} \approx 83 \text{ min}$. Image complète reçue après $5\,000 + 640 = 5\,640 \text{ s} \approx 94 \text{ min}$. (1)

Astuce — un transfert a toujours deux durées : le temps d'envoyer tous les bits (quantité / débit) et le temps que le signal mette à arriver (distance / vitesse).