# Corrigé et barème – ondes et signaux : vitesse de la lumière, année-lumière et transmission d'une information — niveau ★★

Durée : 55 min – Calculatrice autorisée – Sur 20 points · Physique 4e

## Exercice 1 – Problème — Le concert retransmis *(4 pts)*

a) $t = d \div v$ (0,5 pt) $= 272 \div 340 =$ **0,8 s**. (0,5 pt) (1)

b) Le signal traverse l'air de l'atmosphère, puis le vide de l'espace (0,5 pt). Le son est une vibration de la matière : il ne se propage pas dans le vide. Les ondes radio sont des ondes électromagnétiques, comme la lumière : elles n'ont pas besoin de matière. (0,5 pt) (1)

c) Montée et descente : $d = 2 \times 36\,000 = 72\,000$ km ; $t = 72\,000 \div 300\,000 = 0{,}24$ s (0,5 pt). De l'émetteur à Léa : $50 \div 300\,000 \approx 0{,}000\,17$ s. Total ≈ **0,24 s** (0,240 17 s). (0,5 pt) (1)

d) **Léa** entend la note en premier : 0,24 s contre 0,8 s pour Nathan (0,5 pt). Son signal parcourt plus de 72 000 km, mais les ondes radio vont près d'un million de fois plus vite que le son : ses 272 m dans l'air prennent plus de temps. (0,5 pt) (1)

**Astuce** — plus loin ne veut pas dire plus tard : c'est la vitesse du signal qui compte. Le son traîne dès quelques centaines de mètres ; les ondes radio montent jusqu'à un satellite géostationnaire et redescendent en un quart de seconde.

## Exercice 2 – Les photos d'un rover sur Mars *(4 pts)*

a) Lumière : Soleil → rocher (objet diffusant) → caméra (0,5 pt). Natures : **lumineux** (jusqu'au capteur), **électrique** (dans le rover), **radio** (vers le satellite, puis vers la Terre), **électrique** (de l'antenne de réception, sur Terre, jusqu'à l'écran), **lumineux** (de l'écran à l'œil). (0,5 pt) (1)

b) $Q = 3 \times 8 = 24$ Mbit (0,5 pt : 1 octet = 8 bits) ; $\Delta t = Q \div D = 24 \div 2 =$ **12 s**. (0,5 pt) (1)

c) $t = d \div v = 2{,}25 \times 10^{8} \div 300\,000 =$ **750 s** (0,5 pt) ; $750 = 12 \times 60 + 30$ : **12 min 30 s**. (0,5 pt) (1)

d) Elle voit le rocher **tel qu'il était** quand la photo a été prise (0,5 pt) : il a fallu l'envoyer au satellite (12 s), attendre qu'il la renvoie, puis le signal a mis au moins 12 min 30 s pour venir de Mars. Comme pour une étoile, voir loin, c'est voir dans le passé. (0,5 pt) (1)

**Erreur fréquente** — calculer $\Delta t = 3 \div 2 = 1{,}5$ s : la taille est en mégaoctets et le débit en mégabits par seconde ; on multiplie d'abord par 8.

## Exercice 3 – L'enregistreur de l'ornithologue *(4 pts)*

a) Trajet aller-retour : $3 \times 10^{8} \times 2{,}9 \times 10^{-7} = 87$ m ; l'arbre est à $87 \div 2 =$ **43,5 m** (0,5 pt). Le chant : t $= 43{,}5 \div 340 \approx$ **0,13 s**. (0,5 pt) (1)

b) **Analogique** : la tension varie de façon continue, comme la vibration du son ; elle peut prendre toutes les valeurs (0,5 pt). C'est le **convertisseur analogique-numérique** qui la change en 0 et en 1. (0,5 pt) (1)

c) $2^{24} =$ **16 777 216** niveaux (0,5 pt) ; $96\,000 \times 24 =$ **2 304 000 bits** par seconde. (0,5 pt) (1)

d) 2 Mbit/s = 2 000 000 bit/s, moins que 2 304 000 bit/s : **non**, chaque seconde, la liaison laisse passer moins de bits que l'enregistreur n'en produit (0,5 pt). Il faut réduire la quantité de bits : compresser le son (supprimer des détails peu perceptibles), ou faire moins de mesures par seconde, ou coder chaque mesure sur moins de bits. (0,5 pt) (1)

**Méthode** — bits produits par seconde = nombre de mesures par seconde × nombre de bits par mesure ; pour savoir si une liaison suffit, on compare ce nombre à son débit, dans la même unité (1 Mbit/s = 1 000 000 bit/s).

## Exercice 4 – Qui a raison ? *(4 pts)*

a) **Faux** (0,5 pt). Le délai de propagation ne dépend pas du débit : $t = 17\,000 \div 200\,000 = 0{,}085$ s = 85 ms. Le débit dit combien de bits partent chaque seconde, pas combien de temps chaque bit met pour faire le trajet. (0,5 pt) (1)

b) **Faux** (0,5 pt). $3 \times 10^{8} \times 3 \times 10^{-4} = 9 \times 10^{4}$ m = 90 km : c'est le trajet aller-retour de l'onde. L'avion est à $90 \div 2 = 45$ km. (0,5 pt) (1)

c) **Faux** (0,5 pt). La distance dit depuis combien de temps la lumière voyage, pas l'âge de l'étoile : on voit la première telle qu'elle était il y a 300 ans, la seconde il y a 30 ans ; une étoile lointaine peut être bien plus jeune qu'une étoile proche. (0,5 pt) (1)

d) **Vrai** (0,5 pt). $2^{7} = 128 < 200$ : 7 bits ne suffisent pas ; $2^{8} = 256 \geq 200$ : 8 bits suffisent, et c'est le minimum. (0,5 pt) (1)

**Piège** — le débit (en bit/s) et le délai de propagation (en s) sont deux grandeurs différentes : une connexion très rapide n'empêche pas un message d'attendre le temps de son trajet.

## Exercice 5 – Problème — Un message vers les étoiles *(4 pts)*

a) **Numérique** : il n'est fait que de 0 et de 1, des bits ; il ne prend que deux valeurs (0,5 pt). C'est l'**antenne** du radiotélescope (avec sa grande parabole, qui dirige les ondes) : elle reçoit un signal électrique et produit les ondes radio. (0,5 pt) (1)

b) $\Delta t = Q \div D = 1\,679 \div 10 =$ **167,9 s** (0,5 pt) $\approx 168$ s $= 2 \times 60 + 48$ : **2 min 48 s**. (0,5 pt) (1)

c) $d \approx 25\,000 \times 9{,}46 \times 10^{12}$ (0,5 pt) $= 236\,500 \times 10^{12} = 2{,}365 \times 10^{17} \approx$ **$2{,}37 \times 10^{17}$ km**. (0,5 pt) (1)

d) Les ondes radio vont à la vitesse de la lumière : 25 000 ans de trajet, arrivée vers $1974 + 25\,000 =$ **l'an 26 974** (0,5 pt). La réponse mettrait encore 25 000 ans : vers $26\,974 + 25\,000 =$ **l'an 51 974**. (0,5 pt) (1)

**Astuce** — un message radio voyage à la vitesse de la lumière : vers un astre à N années-lumière, il met N ans ; une réponse ajoute encore N ans.

*Ce document est la propriété intellectuelle de Ben, professeur particulier (benprofparticulier.fr), protégée par le Code de la propriété intellectuelle (art. L. 111-1 et L. 122-4). Il est mis à disposition pour un usage personnel de révision. Toute reproduction, diffusion, mise en ligne ou revente, totale ou partielle, sans autorisation écrite est interdite et constitue une contrefaçon (art. L. 335-2).*