

1. Les différents procédés de transmission de l'information.**1.1. (0,75 trois procédés + 0,75 avantages/inconvénients)**

procédés	avantages	inconvénients
Fibre optique	<ul style="list-style-type: none"> - Débit de données important. - Pertes en ligne faibles. - Compatibilité naturelle avec les amplificateurs optiques (pour compenser les pertes en ligne) 	<ul style="list-style-type: none"> - Nécessité de créer un réseau de fibres optiques.
Câble électrique en cuivre	<ul style="list-style-type: none"> - Utilise le réseau de téléphonie historique déjà existant. 	<ul style="list-style-type: none"> - Débit de données plus faible empêchant l'accès au très haut débit à l'ensemble des usagers.
Ondes électromagnétiques hertziennes	<ul style="list-style-type: none"> - Possibilité de transmettre l'information dans des endroits difficiles d'accès. - Permettre la création d'une liaison à haut débit temporaire entre deux points sans utiliser un réseau filaire. 	<ul style="list-style-type: none"> - Débit de données plus faible. - Coûts de réception plus élevés (installation d'une parabole et abonnement plus cher par exemple)

1.2. (0,5) Les transmissions par fibre optique ou par câble électrique correspondent à une propagation guidée (le long des fils) tandis que la transmission par ondes hertziennes correspond à une propagation libre (d'où l'accès à l'information dans zones isolées par exemple).

1.3. (0,5) Les principales propriétés d'un faisceau laser sont :

- directivité
- monochromaticité
- concentration spatiale de l'énergie (et temporelle pour des lasers pulsés)
- cohérence.

1.4.1. (0,5) La fréquence ν d'une OEM et sa longueur d'onde λ sont liées par la relation : $\lambda = \frac{c}{\nu}$

$$\lambda = \frac{3,00 \times 10^8}{20 \times 10^9} = 1,5 \times 10^{-2} \text{m}$$

1.4.2. (0,5) Le phénomène de diffraction est d'autant plus marqué que le rapport entre la longueur d'onde λ et les dimensions d'une ouverture (ou d'un obstacle) « a » est important. Ici, la longueur d'onde (1,5 cm) est trop faible pour que les signaux soient significativement diffractés par des immeubles ou des collines.

1.4.3. (0,25) Il faudra donc orienter les antennes des relais terrestres directement vers les satellites géostationnaires pour permettre la transmission internet car on ne pourra pas bénéficier du phénomène de diffraction pour contourner de gros obstacles.

2. Transmission à longue distance.

2.1. (0,5) D'après les données : $n_{\text{verre}} = \frac{c}{v_{\text{verre}}}$ avec $n_{\text{verre}} = 1,5$

$$\text{donc } v_{\text{verre}} = \frac{c}{n_{\text{verre}}}$$

$$v_{\text{verre}} = \frac{3,00 \times 10^8}{1,5} = 2,0 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$$

Ce résultat est cohérent avec la valeur de 200 000 km/s (soit $200\,000 \times 10^3 \text{ m.s}^{-1}$).

2.2. (1) D'après les données, le coefficient d'atténuation linéique est :

$$\alpha = \frac{A}{L} \text{ avec } A = 10 \times \log \frac{P_{\text{entrée}}}{P_{\text{sortie}}} \text{ donc } \alpha = \frac{10}{L} \times \log \frac{P_{\text{entrée}}}{P_{\text{sortie}}}$$

Le document parle de **pertes** en puissance de 4% par kilomètre de fibre : cela signifie que pour une longueur L de 1 km, il reste 96 % la puissance d'entrée.

$$\text{Donc } \alpha = \frac{10}{1} \times \log \frac{P_{\text{entrée}}}{0,96 \times P_{\text{entrée}}} = 10 \times \log \frac{1}{0,96} = 0,18 \text{ dB.km}^{-1}$$

Cette valeur est bien plus faible que l'atténuation linéique pour un signal transmis par câble électrique (10 dB.km^{-1}), ceci constitue un des intérêts de la fibre optique.

2.3. (0,5) Atténuation : $\alpha = \frac{A}{L}$ donc $A = \alpha \cdot L$

$A = 0,18 \times 7500 = 1350 \text{ dB}$, en ne conservant que deux chiffres significatifs $A = 1,4 \times 10^3 \text{ dB}$

(1) Perte en puissance : $A = 10 \times \log \frac{P_{\text{entrée}}}{P_{\text{sortie}}}$

$$\frac{A}{10} = \log \frac{P_{\text{entrée}}}{P_{\text{sortie}}}$$

$$10^{\frac{A}{10}} = 10^{\log \frac{P_{\text{entrée}}}{P_{\text{sortie}}}} = \frac{P_{\text{entrée}}}{P_{\text{sortie}}}$$

$$\frac{P_{\text{sortie}}}{P_{\text{entrée}}} = \frac{1}{10^{\frac{A}{10}}} = 10^{-\frac{A}{10}}$$

$$\frac{P_{\text{sortie}}}{P_{\text{entrée}}} = 10^{-\frac{1350}{10}} = 10^{-135} \text{ (valeur de } A \text{ non arrondie utilisée)}$$

Cette valeur est 10^5 plus faible que la valeur indiquée dans le document (10^{-130}).

Remarque : Cet écart peut sembler très important mais : l'idée était de montrer qu'il ne restait plus rien du signal et on peut considérer que pour n'importe quelle valeur de la puissance d'entrée, $10^{-135} \times P_{\text{entrée}} = 10^{-130} \times P_{\text{entrée}} = 0$

- si on prend la valeur de α non arrondie de la question 2.2. ($0,177287669 \text{ dB.km}^{-1}$) pour traiter cette question, on trouve $A = 1330 \text{ dB}$ et $\frac{P_{\text{sortie}}}{P_{\text{entrée}}} = 10^{-133}$ soit 100 fois plus : le moindre arrondi, y compris sur la valeur de 4 % de pertes par kilomètre se retrouve amplifié sur une longueur de 7500 km.

3. Latence.

3.1. (0,75) D'après le texte, la lumière se propage à la même vitesse que les signaux électriques donc la **durée de propagation** du signal est la même dans les deux cas.

Par contre, la fibre optique permet de transférer plus d'informations par seconde donc la **durée de transmission** sera plus faible pour elle que pour les autres matériaux.

*Un exemple pour comprendre la différence entre **durée de propagation** et **durée de transmission** :*

*Vous écoutez un texte lu à haute voix par une personne A, placée à 3,4 m de vous.
Le texte constitue le message à transmettre.*

*La **durée de propagation** du signal est $\Delta t = \frac{d}{v} = 10 \text{ ms}$ (à la célérité de 340 m.s^{-1})*

Ce lecteur ayant un débit de lecture « normal », il lui faut 30 s pour lire le texte.

*La **durée de transmission** est donc de 30 s.*

Remplaçons maintenant la personne A par une personne B, placée à la même distance :

*la **durée de propagation** reste donc la même ; par contre, cette personne a un débit plus rapide et lit le texte en 20 s : la **durée de transmission** devient donc 20 s.*

3.2. (0,75) La page doit être téléchargée 15 fois, ce qui nécessite le transfert de $n = 15 \times 1000 \text{ ko} = 15 \times 1000 \times 8 \text{ kbit} = 15 \times 8 \text{ Mbit} = 120 \text{ Mbit}$

Le transfert de données dure : $\Delta t = \frac{n}{D}$ avec $D = 3 \text{ Mbit.s}^{-1}$

$\Delta t = \frac{120}{3} = 4 \times 10^1 \text{ s}$ soit une durée très longue pour une page.

Avec une connexion très haut débit ($D \geq 30 \text{ Mbit.s}^{-1}$), la durée de chargement de la page serait divisée par 10, elle serait alors d'environ 4 s ; ce qui devient raisonnable.

Remarque : le sujet confond les kio (1 kio = 1024 o) avec les ko (1 ko = 1000 o), et les Mio (1 Mio = 1024 kio = 2^{20} o) avec les Mo (1 Mo = 10^6 o).

3.3. (1) La vitesse de propagation étant $v_{\text{verre}} = 200\,000 \text{ km.s}^{-1}$ (d'après le texte), prenons une distance d'environ 10 000 km entre les Etats-Unis et la France (vu que la distance Brest-New York est d'environ 7500 km).

$$v_{\text{verre}} = \frac{d}{\Delta t_{\text{propagation}}}$$

$$\Delta t_{\text{propagation}} = \frac{d}{v_{\text{verre}}}$$

$$\Delta t_{\text{propagation}} = \frac{10000}{200000} = 0,05 \text{ s} \text{ (on ne garde qu'un seul CS car il s'agit d'une estimation)}$$

3.4. (0,75) D'après les données, la latence est la somme de la durée de transmission et de la durée de propagation : $\text{Latence} = \Delta t_{\text{propagation}} + \Delta t_{\text{transmission}}$

La durée de propagation restera la même si le débit double car elle dépend du matériau du guide d'ondes et de la distance serveur-établissement.

Par contre, si le débit double, la durée de transmission sera divisée par 2.

Mathématiquement, la latence n'est donc pas divisée par 2 si le débit double :

$$Latence' = \Delta t_{propagation} + \frac{\Delta t_{transmission}}{2} \neq \frac{\Delta t_{propagation} + \Delta t_{transmission}}{2}$$

Numériquement :

- avec un débit de 100 Mbit.s⁻¹, $\Delta t_{propagation} = \frac{15 \times 8}{100} = 1,2$ s (voir 3.2.)

$$Latence = 0,05 + 1,2 \approx 1,2$$
 s

- avec un débit de 200 Mbit.s⁻¹, $\Delta t_{propagation} = \frac{15 \times 8}{200} = 0,6$ s

$$Latence' = 0,05 + 0,6 \approx 0,7$$
 s

Conclusion : la latence n'est pas divisée par 2 si le débit double mais comme la durée de propagation est très faible devant la durée de transmission, c'est quasiment le cas (en particulier pour des fichiers plus lourds où la durée de transmission sera plus importante).