

# LIBAN 2013 - EX 3

## Le très haut débit pour tous (5 pts)

Le déploiement du très haut débit pour tous constitue l'un des plus grands chantiers d'infrastructure pour notre pays au cours des prochaines années. Ses enjeux techniques, économiques et sociaux sont considérables.

Les documents utiles à la résolution sont rassemblés en fin d'exercice.

### 1. Procédés physiques de transmission d'informations

À l'aide des documents et des connaissances nécessaires, rédiger en 20 lignes maximum, une synthèse argumentée répondant à la problématique suivante :

« La fibre optique est-elle synonyme d'avenir incontournable pour la transmission d'informations ? »

Pour cela, citer trois types de support de transmission de l'information. Décrire le principe de fonctionnement d'une fibre optique. Préciser ensuite les enjeux pour le déploiement de nouveaux réseaux de transmission d'informations par fibre optique en soulignant les points forts et les points faibles de ce mode de transmission.

Répondre enfin à la question posée.

### 2. Analyse de la qualité d'une transmission

L'atténuation de puissance subie par le signal transmis caractérise la qualité de la transmission.

2.1. À l'aide des documents, déterminer quel est le domaine du spectre électromagnétique à utiliser pour obtenir une transmission d'atténuation minimale avec une fibre optique en silice.

On suppose que le signal est à nouveau amplifié dès que sa puissance devient inférieure à 1% de sa puissance initiale.

2.2.1. En utilisant le document 2, montrer que l'atténuation du signal, calculée par le produit  $\alpha \cdot L$ , est égale à 20 dB à l'instant où le signal est ré-amplifié.

2.2.2. Combien d'amplificateurs sont-ils nécessaires pour une liaison Rennes-Strasbourg (environ 900 km) dans le cas d'une liaison par fibre optique, puis dans le cas d'une liaison par câble électrique ? Conclure.

#### Doc. 1 : Le très haut débit pour tous les Bretons d'ici à 2030

La Bretagne prend de l'avance sur le très haut débit. Elle est, avec la région Auvergne, la seule à avoir anticipé le maillage en fibre optique de l'intégralité de son territoire. D'ici à 2030, tous les foyers bretons auront accès à cette technologie qui augmente considérablement le débit des connexions Internet. De 1 à 20 mégabits par seconde, il passera à 100 mégabits par seconde, et dans toute la région ! Au cœur de cette petite révolution : l'installation de la fibre optique. Télévision haute définition, téléphone, internet, photographies et de vidéos transiteront désormais grâce à cette fibre optique très rapide... Un opérateur privé installera la fibre optique dans les principales agglomérations bretonnes, couvrant 40% des foyers en 2020... Coût global pour les institutions : 1,8 milliard d'euros.

D'après Bretagne ensemble, Juin 2012

#### Doc. 2 : Atténuation linéique d'un signal

L'atténuation linéique  $\alpha$ , correspondant à la diminution de la puissance du signal par kilomètre et exprimée en dB/km, est définie par :

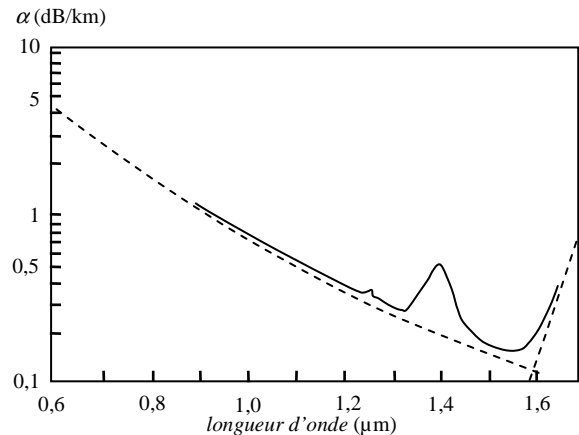
$$\alpha = \frac{10}{L} \log \frac{P_e}{P_s}$$

$P_e$  : puissance du signal à l'entrée du dispositif de transmission

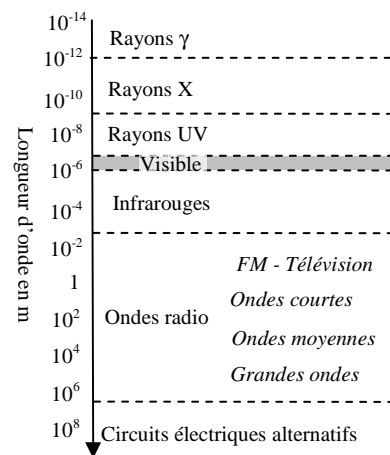
$P_s$  : puissance du signal à sa sortie

$L$  : la distance parcourue par le signal en km.

#### Doc. 3 : Atténuation spectrale d'une fibre optique en silice



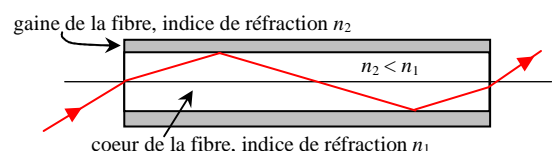
#### Doc. 4 : le spectre électromagnétique



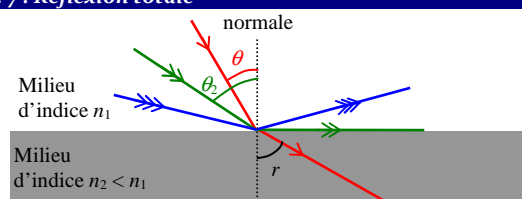
#### Doc. 5 : Comparaison entre une fibre optique et un fil de cuivre

Fibre optique	Fil de cuivre
Sensibilité nulle aux ondes électromagnétiques	Grande sensibilité aux ondes électromagnétiques
Faible atténuation du signal : 0,2 dB/km	Forte atténuation du signal : 10 dB/km
Réseau faiblement implanté géographiquement	Réseau fortement implanté géographiquement
Grande largeur de bande : grande quantité d'informations transportées simultanément	Largeur de bande limitée : la quantité d'informations transmises est très limitée

#### Doc. 6 : Description d'une fibre optique



#### Doc. 7 : Réflexion totale



Loi de Snell-Descartes :  $n_1 \cdot \sin \theta = n_2 \cdot \sin r$ .

Lorsque l'angle d'incidence  $\theta$  est supérieur à l'angle limite  $\theta_2$ , le rayon lumineux incident est réfléchi, on a  $\sin \theta_2 = n_2 / n_1$ .

## Correction

### Synthèse argumentée (plan)

3,75 pts

*Intro* : rappel de la problématique, éventuellement reformulée (La fibre optique est-elle incontournable, dans le futur, pour la transmission d'informations ?)

[0,25 pt]

*Trois types de support* : les câbles conducteurs, les ondes hertziennes et la fibre optique.

[0,25 pt]

*Principe de fonctionnement d'une fibre optique* : cœur et gaine n'ont pas le même indice de réfraction. Le cœur a un indice plus élevée que la gaine. Si un rayon lumineux pénètre dans la fibre avec une direction de propagation assez voisine de celle de l'axe de la fibre, il va arriver sur la gaine avec un angle supérieur à l'angle limite (doc 6 et 7) et donc subir une réflexion totale vers l'intérieur de la gaine. Ce phénomène se répète chaque fois que le rayon lumineux arrive sur la gaine ; il est donc contenu à l'intérieur de la fibre optique.

[1 pt]

*Points forts et points faible* : le seul point faible, par rapport à une transmission par fil de cuivre, est le **coût de l'installation**, car pour l'instant, le réseau déployé est bien moins important que le réseau de fil de cuivre (câbles téléphoniques). Les points forts, par rapport aux deux autres types de transmission (onde et fils de cuivre) sont le **débit plus important**, une **insensibilité aux perturbations électromagnétiques** et une **faible atténuation** au cours de la propagation.

[2 pts]

*Conclusion* : l'évolution de notre société nécessite inéluctablement une vitesse de transmission de données toujours plus importante, donc la fibre optique est incontournable pour l'avenir.

[0,25 pt]

## Questions

2.1. Proche infrarouge

[0,25 pt]

2.2.1.  $P_e / P_s = 100$  car  $P_s$  correspond à 1% de  $P_e$  au moment où le signal est amplifié. Donc  $\alpha \cdot L = 10 \log 100 = 20$  dB.

[0,5 pt]

2.2.2. Pour une fibre optique, avec une atténuation de 0,2 dB/km, les 20 dB sont atteint après 100 km. Il faut ré-amplifier le signal tout les 100 km, il faudra donc 8 amplificateurs

Pour un fil de cuivre, à 10 dB/km, il faut ré-amplifier le signal tout les 2 km, soit environ 450 amplificateurs ! Le coût de l'investissement dans la fibre optique est rapidement compensé, sur de longues distances, par le nombre bien moins important d'amplificateurs nécessaires.

[0,5 pt]