

# Exercices de la séquence 16

## Transmission de l'information

### EXERCICE 1 : vrai ou faux ?



Cet exercice est aussi proposé en version **interactive** et traitable en ligne

- La fibre optique est un support pour la propagation libre des impulsions lumineuses.
- Un internaute qui reçoit ses mails avec le Wi-Fi utilise des ondes électromagnétiques.
- Bien que l'onde n'y soit pas divergente, la propagation guidée est affectée par une atténuation.
- Comme l'air n'atténue presque pas les ondes électromagnétiques, la propagation libre des ondes hertziennes est le meilleur moyen pour transporter des informations, quelle que soit la distance.
- L'indice de réfraction du cœur de la fibre optique doit être supérieur à celui de la gaine pour assurer le guidage.
- Pour qu'il soit guidé par la fibre, un rayon lumineux doit y pénétrer avec une incidence telle que  $\sin(i) > ON$ .
- L'utilisation d'une porteuse permet de transporter l'information sur une plus grande distance.
- Les ondes hertziennes ont des valeurs de fréquence de plusieurs centaines de MHz.
- L'augmentation de l'élargissement temporel a pour effet d'augmenter le débit binaire d'une fibre optique.

### EXERCICE 2 : propagation libre ou guidée



Cet exercice est aussi proposé en version **interactive** et traitable en ligne

Chaque case de ce tableau décrit une situation dans laquelle une information est transportée par des ondes. Sur chacune d'elles, indiquer s'il s'agit de propagation libre ou guidée.



Ce médecin utilise la technique de l'endoscopie pour observer les bronches de son patient : une mini-caméra se trouve dans les bronches et envoie son signal au terminal au moyen d'une fibre optique.



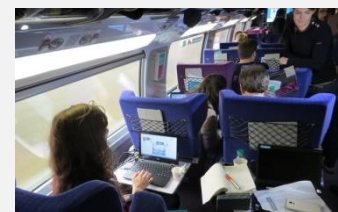
Les télécommandes courantes « communiquent » avec la télévision à l'aide d'un rayonnement infrarouge.



En 2017, c'est encore le réseau filaire qui permet la plupart des communications par téléphone fixe.



Dans ce village du Sénégal, les habitants peuvent recevoir la télévision grâce à cette antenne parabolique qui capte les ondes hertziennes émises par les satellites



À partir de décembre 2016, les TGV de la ligne Paris – Lyon sont équipés d'émetteurs Wi-Fi : ceux-ci émettent des micro-ondes permettant aux ordinateurs des voyageurs de se connecter à Internet.



### EXERCICE 3 : chaîne de transmission

Deux policiers conversent en utilisant leurs talkies walkies.

1. En utilisant des symboles inspirés du paragraphe 1 de la fiche de synthèse, réaliser la chaîne de transmission illustrant la transmission de l'information depuis la bouche du premier policier jusqu'à l'oreille du second.
2. Le second policier est dans sa voiture. Il a relié son talkie-walkie à son ordinateur, à l'aide d'un câble, afin que celui-ci enregistre la conversation qu'il a avec son collègue. Compléter la chaîne précédente afin qu'elle illustre la transmission de l'information depuis la bouche du premier policier jusqu'à l'ordinateur du second.
3. Identifier dans la chaîne précédente :
  - un exemple de propagation libre ;
  - un exemple de propagation guidée.

### EXERCICE 4 : portée d'un émetteur Wi-Fi

Les « box » prêtée par les opérateurs internet à leurs abonnés émettent pour les connexions Wi-Fi avec une puissance de valeur  $P = 50 \text{ mW}$ .

Si l'on admet que l'onde émise est une onde sphérique à 3 dimensions, cette puissance est répartie sur une sphère dont le centre est situé au niveau de l'émetteur.

**Donnée :** on rappelle l'aire d'une sphère de rayon  $R$  :  $A = 4\pi R^2$ .

1. Si l'on admet que la puissance transportée par l'onde est constante (ce qui revient à négliger l'atténuation due à l'air), justifier l'expression suivante de l'intensité (ou puissance surfacique) du signal reçu à une distance  $d$  de l'antenne :

$$I = \frac{P}{4\pi d^2}$$

Un ordinateur peut recevoir le signal si la puissance surfacique de l'onde qui l'atteint est supérieure à une valeur minimale  $I_{min} = 0,20 \mu\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$ . Quelle est la portée de l'émetteur Wi-Fi (distance maximale émetteur – ordinateur) ?

2. Que vaut la puissance surfacique de l'onde reçue par un ordinateur situé à une distance de l'émetteur égale à un dixième de la portée calculée précédemment ?

### EXERCICE 5 : atténuation dans les lignes électriques



Cet exercice est aussi proposé en version **interactive** et traitable en ligne

**Données :**

- L'atténuation (en dB) dans une ligne électrique vaut :

$$A = 10 \log \frac{P_e}{P_s}$$

- L'atténuation linéique est une atténuation par unité de longueur.

1. Une ligne de transmission téléphonique a un coefficient d'atténuation linéique de valeur  $\alpha = 9,0 \text{ dB} \cdot \text{km}^{-1}$ ; la puissance transportée par le signal entrant dans la ligne vaut  $P_e = 100 \text{ mW}$ . Afin que le récepteur puisse traiter le signal, la puissance en sortie de ligne doit être au moins égale à  $P_s = 4,0 \mu\text{W}$ .  
Quelle est la longueur  $L_{max}$  maximale de la ligne téléphonique ?
2. Les connexions à Internet filaires se font grâce à des câbles coaxiaux. Le coefficient d'atténuation linéique d'un câble coaxial est égal à  $0,020 \text{ dB} \cdot \text{m}^{-1}$ . La puissance transportée par le signal entrant dans le milieu vaut  $0,40 \text{ mW}$ . Déterminer la puissance transportée par le signal sortant si le câble mesure  $40 \text{ m}$ .

## EXERCICE 6 : célérité et atténuation dans un câble coaxial

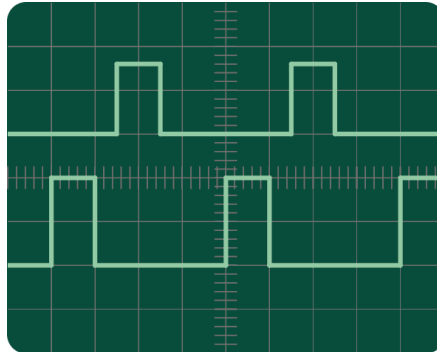


Cet exercice est aussi proposé en version **interactive** et traitable en ligne

En travaux pratiques, des élèves réalisent l'expérience suivante :

- Régler un GBF afin qu'il délivre des impulsions électrique de la durée la plus courte possible.
- Aux bornes de ce GBF, brancher un câble coaxial de longueur  $L = 60$  m.
- À l'autre extrémité du câble, brancher un conducteur ohmique dont la résistance est ajustée afin d'éliminer le phénomène de réflexion.
- Brancher et régler un oscilloscope afin de visualiser le signal entrant et le signal sortant du câble.

À l'écran de l'oscilloscope ils observent :



sensibilité horizontale :  $0,2 \mu\text{s}/\text{div}$

sensibilité verticale :  $2\text{V}/\text{div}$

1. Identifier, parmi les deux signaux observés à l'écran, lequel est celui qui entre dans le câble coaxial et lequel est celui qui en sort. Justifier en utilisant deux arguments.
2. On admet que la durée qui sépare deux impulsions successives est supérieure à la durée de la propagation de l'onde dans le câble. Exploiter l'oscillogramme pour déterminer la célérité de l'onde dans le câble.
3. Exploiter l'oscillogramme pour déterminer l'atténuation linéique de ce câble.

Données :

- L'atténuation (en dB) dans une ligne électrique vaut :

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

- La puissance transportée par une onde électromagnétique est proportionnelle au carré de son amplitude, l'atténuation s'exprime donc en fonction des amplitudes par :

$$A = 10 \log \left( \frac{U_{\text{entrée}}}{U_{\text{sortie}}} \right)^2 = 20 \log \frac{U_{\text{entrée}}}{U_{\text{sortie}}}$$

- L'atténuation linéique est une atténuation par unité de longueur.

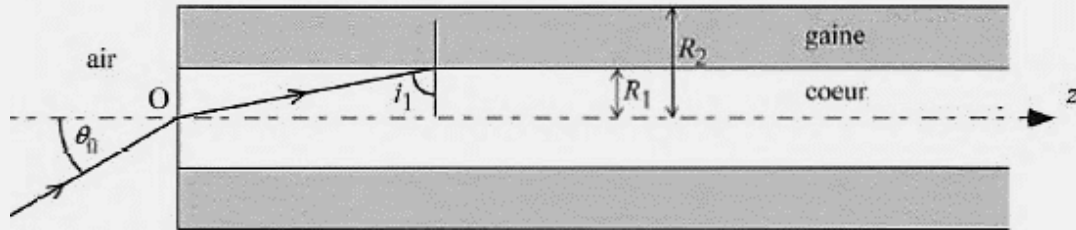
## EXERCICE 7 : apprendre à rédiger

Rédiger deux phrases expliquant pourquoi quand on s'éloigne d'une source, on entend le son de moins en moins fort même si le milieu n'atténue pas.

## EXERCICE 8 : étude d'une fibre optique

On dispose d'une fibre optique à saut d'indice dont les caractéristiques sont données dans le document ci-après.

### DOCUMENT 1 : propriétés de la fibre étudiée



source : sujet du CAPES 2014

- Indice du milieu 1 :  $n_1 = 1,456$
- Indice du milieu 2 :  $n_2 = 1,410$
- Puissance du signal à l'entrée  $P_e = 1,2 \text{ mW}$
- Longueur de la fibre :  $L = 4,0 \text{ km}$
- Coefficient d'atténuation linéique  $\alpha = 0,8 \text{ dB} \cdot \text{km}^{-1}$
- Célérité de la lumière dans le vide :  $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

### DOCUMENT 2 : atténuation dans une fibre optique

L'atténuation, exprimée en dB, vaut :

$$A = 10 \log \frac{P_e}{P_s}$$

$P_e$  et  $P_s$  désignant les puissances des faisceaux entrant et sortant de la fibre.

L'atténuation linéique vaut :

$$\alpha = \frac{A}{L}$$

$L$  étant la longueur de la fibre.

1. Quel phénomène physique assure le guidage du faisceau lumineux dans la fibre optique ?
2. Attribuer les indices  $n_1$  et  $n_2$  donnés dans le document aux indices du cœur et de la gaine de la fibre.
3. Calculer l'angle limite à l'interface entre le cœur et la gaine permettant d'assurer le guidage du faisceau lumineux dans la fibre.
4. Que se passe-t-il si l'angle  $i_1$  est inférieur à l'angle limite ?
5. Calculer l'ouverture numérique de cette fibre.
6. Calculer le coefficient d'atténuation (en dB) de la fibre.
7. En déduire la puissance du signal en sortie.
8. L'élargissement temporel de la fibre s'exprime par :

$$\Delta t = \frac{L \times n_{\text{coeur}} \times (n_{\text{coeur}} - n_{\text{gaine}})}{c \times n_{\text{gaine}}}$$

À l'aide de cette relation, calculer numériquement l'élargissement temporel dans la fibre.

On veut utiliser cette fibre pour transférer un film de 1,4 Go (1 octet = 8 bits).

9. Quel doit être le débit, exprimé en  $\text{bit} \cdot \text{s}^{-1}$ , de cette fibre si l'on veut que le transfert ne dure que 3 min ?