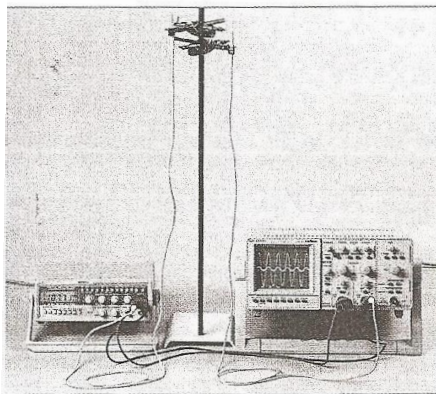


TP n°24 Transmission de l'information

S'approprier	Analyser	Réaliser	Valider	Communiquer

I/ Propagation libre d'un signal

La propagation libre des signaux qu'échangent nos téléphones mobiles nous permet de communiquer. Quelles sont les propriétés de la propagation libre d'un signal ?



21 Dispositif expérimental.

DISPOSITIF Une des bornes d'un long fil de connexion est branché à un GBF (générateur basse fréquence) délivrant un signal sinusoïdal. Un autre long fil de connexion est relié à une voie d'un oscilloscope.

Expérience

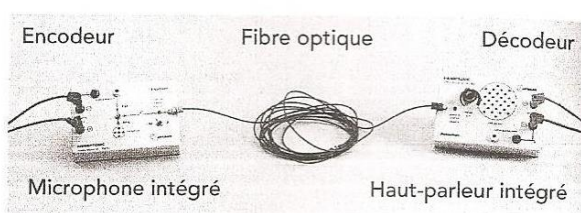
- Régler le GBF pour que le signal délivré ait une fréquence de 100 kHz et une amplitude de plusieurs volts.
- Placer les deux fils longs à quelques centimètres l'un de l'autre sans relier entre elles les deux bornes libres (document 21).
- Faire les réglages nécessaires pour observer les signaux sur l'oscilloscope (quelques périodes visibles et une grande amplitude).
- Sans modifier les réglages de l'oscilloscope, séparer les fils d'environ un mètre.

- 1) Reproduire sur un même schéma l'allure des oscillogrammes lorsque les fils sont proches et lorsqu'ils sont éloignés. Déterminer leur fréquence.
- 2) Dans l'expérience, quel élément joue le rôle d'émetteur ? de récepteur ?
- 3) Quel est le milieu de propagation ? Pourquoi peut-on qualifier la propagation du signal de libre ?
- 4) Comparer la fréquence et l'amplitude du signal émis et du signal reçu. Proposer une solution autre que hertzienne afin de recevoir le signal à l'identique.

II/ Propagation par fibre optique

On se propose de transmettre un signal sonore à l'aide d'un dispositif comprenant un encodeur, une fibre optique et un décodeur (doc. 8).

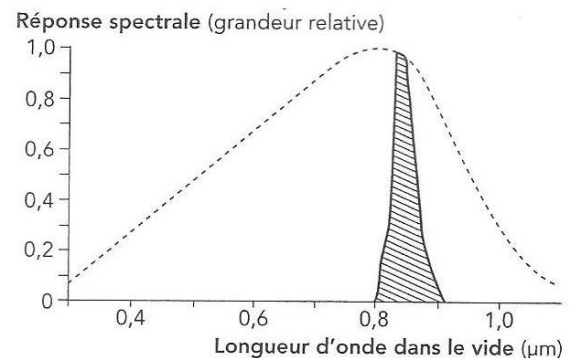
- ▶ Diriger une extrémité de la fibre optique vers une source lumineuse tout en observant l'autre extrémité.
- ▶ Relier l'encodeur à la fibre optique et observer l'autre extrémité.
- ▶ Connecter le décodeur à la fibre optique.
- ▶ Émettre un son face au microphone tout en l'écoutant en sortie du haut-parleur du décodeur.
- ▶ Si l'écoute est satisfaisante, brancher un système d'acquisition à la sortie du décodeur. Refaire l'expérience en procédant à une acquisition avec une période d'échantillonnage T_e égale à 100 μ s et une durée totale de 50 ms par exemple.



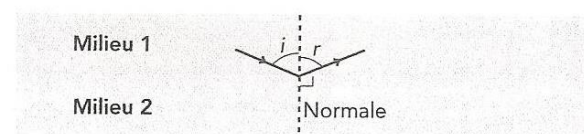
Doc. 8 Montage expérimental.

Avec le développement des télécommunications, la transmission libre atteint ses limites. En effet, les bandes de fréquences allouées aux diverses utilisations ne sont pas infinies. On remplace progressivement la transmission libre par de la transmission guidée par des fibres optiques.

Comment transmettre un son à l'aide d'une fibre optique ?



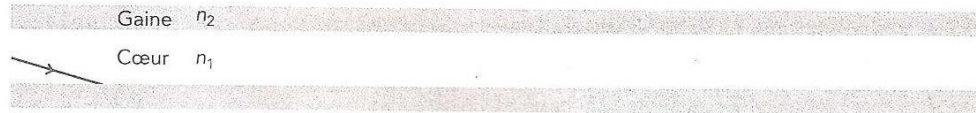
Doc. 9 Extrait de la notice technique du dispositif encodeur-émetteur.



Doc. 10 Réflexion totale. Les milieux 1 et 2 sont homogènes et transparents. Le rayon lumineux représenté en rouge modélise le trajet de l'onde électromagnétique.

- 1) Qu'observe-t-on à l'extrémité de la fibre si elle est dirigée vers une source lumineuse ? Si elle est reliée à l'encodeur ?

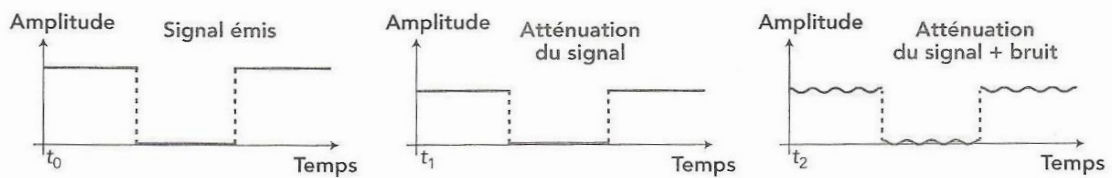
- 2) Quelles sont la période et la fréquence du signal à la sortie du décodeur ? Est-ce dans la gamme des fréquences sonores ?
- 3) Quelle est la fréquence du signal transportant le son dans la fibre ?
- 4) On considère que les ondes électromagnétiques se propagent dans la fibre optique par le phénomène de réflexion totale (doc. 10). Rappeler la loi de Snell-Descartes relative à la réflexion totale. Proposer alors un mode de propagation des ondes électromagnétiques dans la fibre optique. Pour cela, recopier le schéma du document 11 et compléter le trajet des ondes électromagnétiques.



Doc. 11 Schématisation de la propagation des ondes électromagnétiques dans une fibre optique. n_1 est l'indice de réfraction du cœur et n_2 celui de la gaine ($n_1 > n_2$).

III/ Transmission d'un signal, un parcours semé d'embûches ...

L'amplitude d'un signal diminue lors de sa propagation, car une partie de son énergie est absorbée par le milieu dans lequel il se déplace. De plus, des perturbations électromagnétiques aléatoires, causées par exemple par les appareils électriques eux-mêmes, viennent se superposer aux signaux à transmettre (bruit) (doc. 2). Le long du parcours, on dispose des amplificateurs qui évitent l'atténuation des signaux, mais qui amplifient aussi les perturbations.



Doc. 2 Atténuation et dégradations d'un signal transmis.

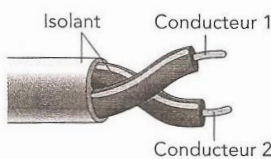
- 1 Classer les situations de communication du document 1 en fonction du support de transmission utilisé. Préciser les bandes de fréquences des signaux associés.
- 2 Pourquoi utilise-t-on actuellement des fibres optiques plutôt que des câbles pour les communications longues distances ?

- 3 Comparer la propagation de la lumière dans une fibre multimodale à saut d'indice et dans une fibre multimodale à gradient d'indice (doc. 5).

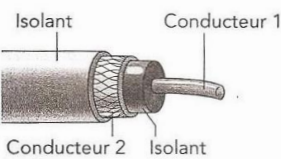
Un pas vers le cours...

- 4 Citer des avantages et des inconvénients des trois types de transmission.

Transmission par câbles électriques
Il existe plusieurs types de câbles dont les paires torsadées (doc. 3) ou les câbles coaxiaux (doc. 4).



Doc. 3 Paire torsadée.



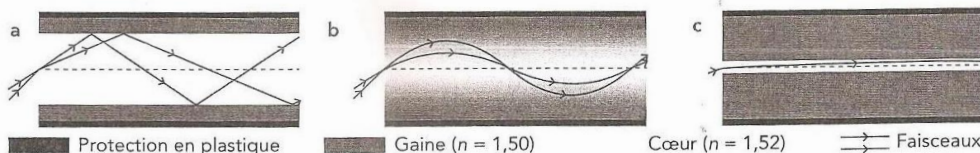
Doc. 4 Câble coaxial.

Les câbles torsadés sont assez sensibles au bruit, l'atténuation y est importante et les débits numériques (nombres de bits par seconde) faibles. Les câbles coaxiaux ont, en général, de meilleures performances que les torsadés.

Transmission par fibre optique
Une fibre optique est un cylindre en verre ou en matière plastique ayant un diamètre de l'ordre du dixième de millimètre. Les signaux transmis sont des ondes électromagnétiques (radiations) visibles ou infrarouges. Les fibres optiques peuvent être multimodales ou monomodales. Dans une fibre multimodale, les signaux peuvent emprunter des trajets différents et donc les durées de parcours seront différentes. La durée des signaux reçus sera supérieure à la durée des signaux émis. On distingue

les fibres à saut d'indice et celles à gradient d'indice (doc. 5).
Le cœur d'une fibre monomodale est très fin, la lumière ne se propage qu'à proximité de l'axe.
Les fibres optiques protègent le signal du bruit et des distorsions. Elles provoquent peu d'atténuation et autorisent d'importants débits numériques. Mais, la fibre optique est plus chère et plus difficile à installer qu'un câble.

Transmission hertzienne
Des ondes électromagnétiques sont transmises dans l'air, d'un émetteur à un récepteur. Ces ondes sont soumises à de nombreuses perturbations par les champs électromagnétiques omniprésents dans l'environnement. Cependant, elles ne nécessitent aucun fil de transmission.



Doc. 5 Fibres multimodales à saut d'indice (a) et à gradient d'indice (b). Fibre monomodale (c).