

TRANSMISSION D'UN SIGNAL DANS DIFFÉRENTS SUPPORTS

La transmission d'informations peut-être libre, c'est-à-dire assurée par des ondes électromagnétiques émises dans toutes les directions de l'espace (Wi-Fi, radio . . .) ou guidée dans des câbles électriques ou des fibres optiques. Le choix du canal de transmission dépend de la nature du signal à transmettre et de la distance entre l'émetteur et le récepteur.

En vous aidant des documents 1 à 4 en annexe, répondre aux questions suivantes :

Q1. Classer les situations de communication du Document 1 en fonction du support de transmission utilisé. Préciser les bandes de fréquences des signaux associés.

Répondre aux questions suivantes à partir du Document 2 :

Q2. Quelle est l'unité du débit binaire ?

Q3. La voix humaine pour la téléphonie doit être numérisée à 8 kHz et sur 8 bits.

a. Que représentent ces deux valeurs ?

b. Montrer que si l'on veut transmettre correctement une voix numérisée, il faut que le canal de transmission ait un débit binaire d'au moins 64 kbit/s.

Q4. La norme informatique « USB 2 » autorise un transfert théorique de 480 Mbits/s. On désire acheter une clé USB. Un modèle annonce un débit de 30 Mo/s. Sur un autre site marchand, une clé USB de toute nouvelle génération, à la norme USB3 bien plus rapide que la USB2, annonce un débit de 100 Mo/s.

a. Pourquoi le nombre donnant le débit théorique de la clé USB 2 est-il si différent de celui réel ?

b. Effectuer un calcul permettant une réelle comparaison entre la valeur théorique et la valeur réelle.

c. On désire transférer 200 photos au format JPEG dont le poids est en moyenne 3 Mo. Calculer le temps nécessaire pour transférer ces photos sur la clé USB 2. Même question sur la clé USB 3.

Q5. Calculer l'affaiblissement A d'une ligne (en dB) s'il y a eu une perte de puissance de 10% lors du transfert.

Répondre aux questions suivantes à partir du Document 3 :

Q6. Parmi les supports de transmission du document 3, séparer ceux qui permettent une propagation guidée d'un signal de ceux qui permettent une propagation libre.

Q7. Réunir dans un tableau, pour chaque support guidé, les valeurs du débit binaire et du coefficient d'atténuation linéique en dB.m^{-1} . Calculer également la durée nécessaire pour transférer un fichier film d'un poids de 700 Mo.

Q8. Quel est l'affaiblissement en dB lors de la propagation d'un signal sur 100 m de câble coaxial. En déduire le rapport P_e/P_r puis le % d'intensité du signal perdue lors du transfert.

Q9. Pour la fibre optique, quel mode retransmet le mieux la forme du signal ? Pourquoi les autres modes de fibre existent-elles encore ?

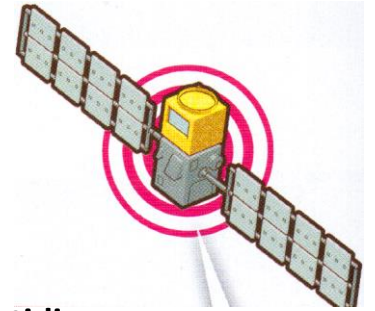
Q10. Comment les signaux numériques sont-ils transmis par la lumière dans les fibres optiques ?

Répondre aux questions suivantes à partir du Document 4 et des réponses faites aux questions précédentes :

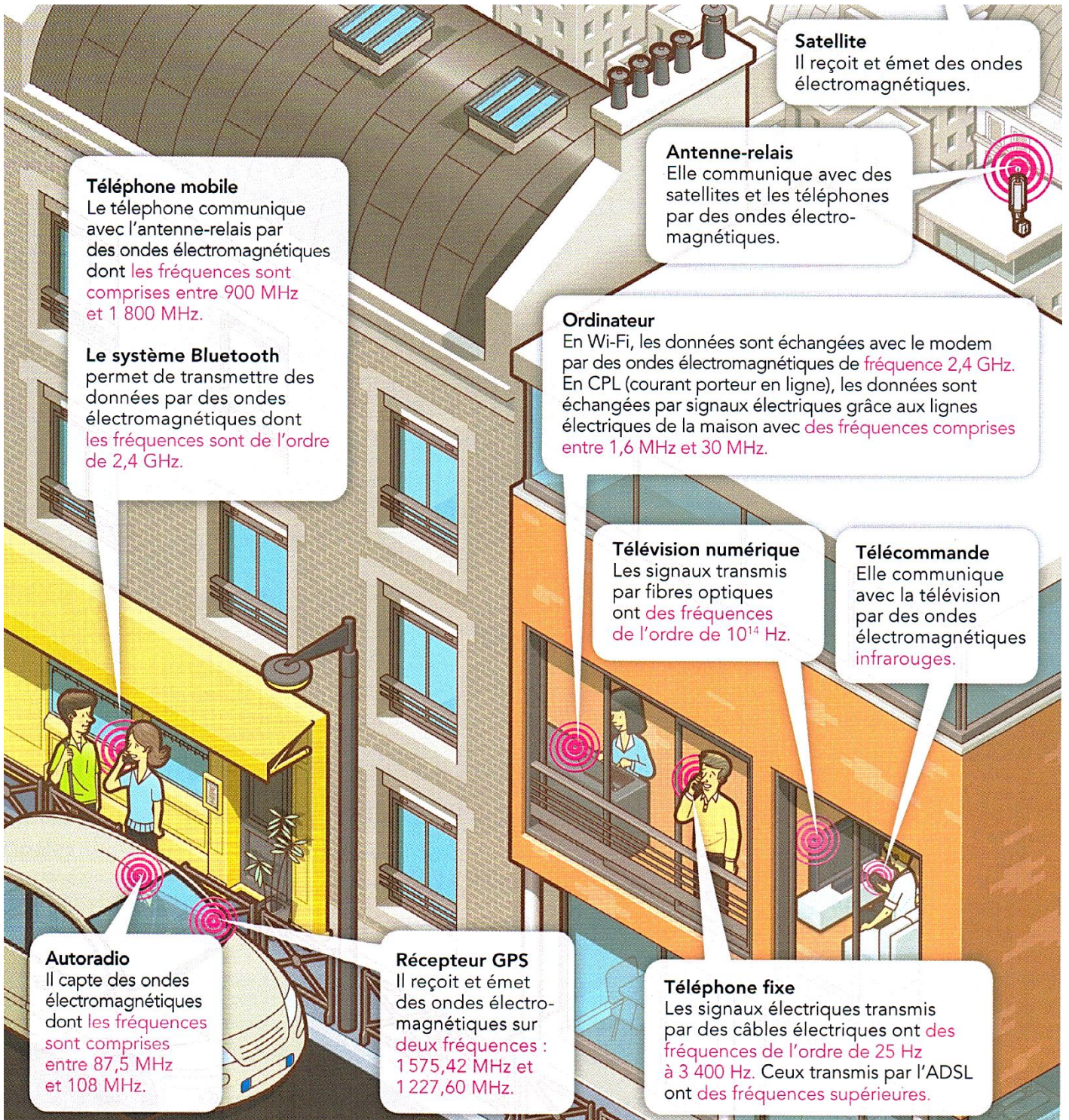
Q11. Pourquoi utilise-t-on actuellement des fibres optiques plutôt que des câbles pour les communications longues distances ?

Q12. Citer des avantages et des inconvénients aux trois types de transmission.

ANNEXE



DOCUMENT 1 Quelques systèmes de communication de notre quotidien



Téléphone mobile

Le téléphone communique avec l'antenne-relais par des ondes électromagnétiques dont les fréquences sont comprises entre 900 MHz et 1 800 MHz.

Le système Bluetooth

permet de transmettre des données par des ondes électromagnétiques dont les fréquences sont de l'ordre de 2,4 GHz.

Satellite

Il reçoit et émet des ondes électromagnétiques.

Antenne-relais

Elle communique avec des satellites et les téléphones par des ondes électromagnétiques.

Ordinateur

En Wi-Fi, les données sont échangées avec le modem par des ondes électromagnétiques de fréquence 2,4 GHz. En CPL (courant porteur en ligne), les données sont échangées par signaux électriques grâce aux lignes électriques de la maison avec des fréquences comprises entre 1,6 MHz et 30 MHz.

Télévision numérique

Les signaux transmis par fibres optiques ont des fréquences de l'ordre de 10^{14} Hz.

Télécommande

Elle communique avec la télévision par des ondes électromagnétiques infrarouges.

Autoradio

Il capte des ondes électromagnétiques dont les fréquences sont comprises entre 87,5 MHz et 108 MHz.

Récepteur GPS

Il reçoit et émet des ondes électromagnétiques sur deux fréquences : 1 575,42 MHz et 1 227,60 MHz.

Téléphone fixe

Les signaux électriques transmis par des câbles électriques ont des fréquences de l'ordre de 25 Hz à 3 400 Hz. Ceux transmis par l'ADSL ont des fréquences supérieures.

DOCUMENT 2 Les critères permettant de juger de la qualité d'une transmission

Le débit binaire

Ce débit caractérise la vitesse de transmission d'un signal sur le canal.
Il s'agit du nombre de bits (c'est-à-dire de 0 ou de 1) pouvant être transmis par unité de temps :

$$D = \frac{N}{\Delta t} \quad \text{avec } N \text{ en bits, } \Delta t \text{ en s.}$$

L'atténuation

Lors de la transmission d'un signal par un canal, il se produit une perte de puissance au fur et à mesure de la propagation du signal. Soit P_e la puissance fournie par l'émetteur (en W) et P_r celle reçue par le récepteur (en Watt) alors l'**affaiblissement** A d'un canal de transmission s'exprime par :

$$A = 10 \cdot \text{Log} \left(\frac{P_e}{P_r} \right) \quad A \text{ s'exprime en dB (décibel)}$$

On utilise également le **coefficient d'atténuation linéique** a :

$$a = \frac{A}{L} \quad L \text{ est la longueur du canal de transmission}$$

a s'exprime en $\text{dB} \cdot \text{m}^{-1}$

DOCUMENT 3 Les différents supports de transmission

Les câbles à paires torsadées

Les câbles à paires torsadées sont des câbles constitués au moins de deux brins de cuivres entrelacés en torsade et recouverts d'isolants. Ce sont les câbles utilisés pour les réseaux informatiques (prises RJ45 aux extrémités).

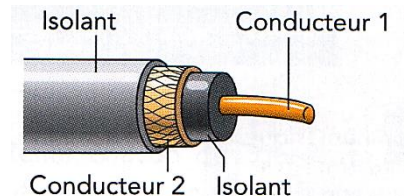
Leur débit dépend de la « catégorie » du câble. La catégorie 1, abandonnée maintenant, ne permettait pas le transfert de données numériques (débit trop faible, bien inférieur à 1 Mbits/s). On utilise aujourd'hui principalement les câbles de catégorie 5. Le débit est alors de 100 Mbits/s et l'atténuation de l'ordre de 22 dB pour 100 mètres (pour un signal de fréquence de 100 MHz, source : t4clive.free.fr)



Les câbles coaxiaux

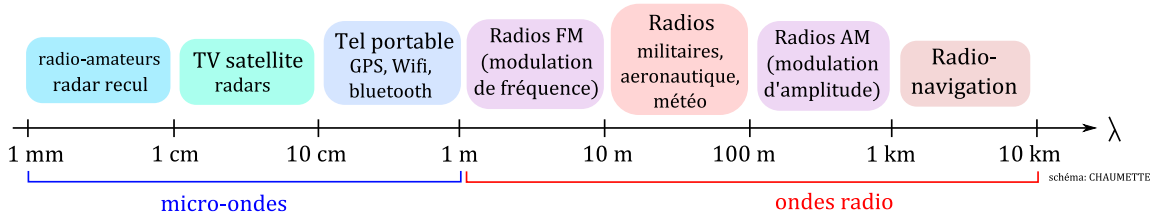
Le câble coaxial est composé d'un fil de cuivre entouré successivement d'une gaine d'isolation, d'un blindage métallique et d'une gaine extérieure.

Utilisés principalement pour transmettre la télévision numérique ou analogique (c'est le câble relié à l'antenne), il offre un débit de 10 Mbits/s et une atténuation de 11,5 dB pour 100 mètres (à 100 MHz, source : <http://www.transistek.com/>). Il a tendance à être abandonné de nos jours pour les transmissions numériques.



Les liaisons hertziennes

Le support de transmission est une onde électromagnétique de longueur d'onde comprise entre 10^{-3} m et 10^4 m :



L'atténuation dépend du milieu traversé :

Matériau	béton	métal	plâtre	bois	verre	brique
Atténuation	forte	forte	moyenne	faible	faible	faible

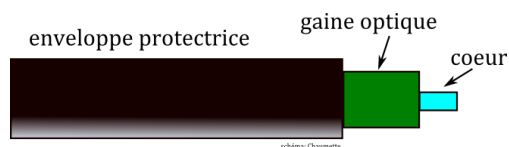
Le débit dépend de la technologie utilisée pour émettre l'onde électromagnétique (Wifi : 11 Mbits/s sur 100 m ; Bluetooth : 1 Mbits/s sur 10 m avec une faible consommation d'énergie. Pour la téléphonie mobile : GSM* : 9,6 kbits/s sans trop d'atténuation grâce à des relais ; 100 kbits/s pour la 3G, 100 Mbits/s pour la 4G...)

* GSM : Global System for Mobile Communications: norme de transfert numérique de 2ème génération (2G) utilisée par l'ensemble des téléphones portables.

Les fibres optiques

(animation : http://www.sciences.univ-nantes.fr/sites/genevieve_tulloue/optiqueGeo/dioptres/fibre_optique.html)

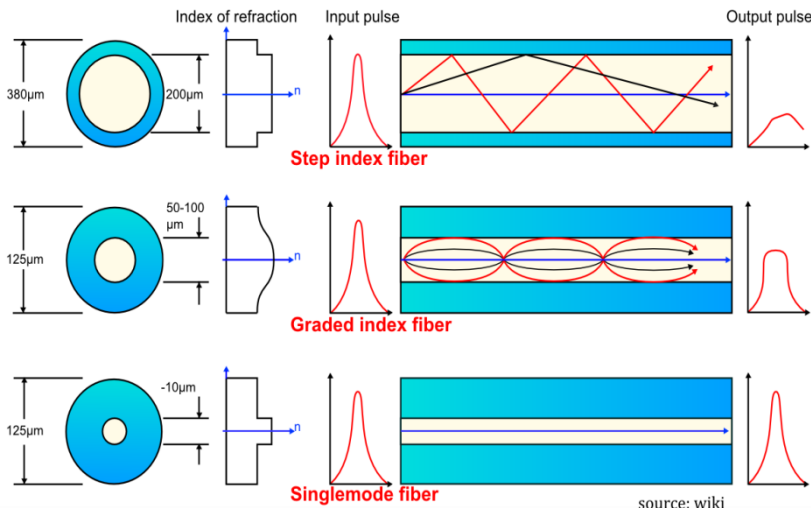
La fibre optique reste aujourd'hui le support de transmission le plus apprécié. Il permet de transmettre des données sous forme d'impulsions lumineuses avec un débit nettement supérieur à celui des autres supports de transmissions filaires. La fibre optique est constituée d'un cœur, d'une gaine optique et d'une enveloppe protectrice.



La fibre optique utilise le phénomène physique de la réflexion totale : la lumière est « piégée » dans le cœur et se propage en se réfléchissant à l'intérieur. Il existe 2 grands types de fibres optiques : **les monomodes** et **les multimodes** :

- Les fibres multimodes ont été les premières fibres optiques sur le marché. Le cœur de la fibre optique multimode est assez volumineux, ce qui lui permet de transporter plusieurs informations (plusieurs modes) simultanément. Il existe deux sortes de fibre multimode : celle à saut d'indice et celles à gradient d'indice. Les fibres multimodes sont souvent utilisées en réseaux locaux.

- La fibre monomode a un cœur très fin et ne peut transporter qu'un seul signal, à une distance beaucoup plus longue que celle de la fibre multimode. Elle est utilisée dans des réseaux à longue distance.



Type de fibre	Saut d'indice	Gradient d'indice	Monomode
Atténuation linéique en dB/km pour un signal de 100 MHz	5	1	0,5
Débit binaire	100 Mbits/s	300 Mbits/s	2 Gbits/s
Coût	Assez élevé	Assez faible	élevé

DOCUMENT 4 Comparaison des caractéristiques des supports de transmission

Support	Câbles à paires symétriques "paires torsadées"	Câbles à paires coaxiales	Fibres optiques	Ondes radio	Infrarouge
Propagation	guidée			libre ou dirigée	dirigée
Matériau	conducteur (cuivre)		isolant (verre, polymère)		
Bande passante	limitée (kHz à MHz)	élevée (centaines de MHz)	très élevée (GHz)	limitée par l'encombrement des fréquences	élevée
Atténuation	forte	augmente avec la fréquence	très faible	faible mais très variable	totale si obstacles
Sensibilité à la diaphonie et aux brouillages	forte (réduite si blindage)	faible	nulle	forte	faible
Confidentialité	limitée	correcte	élevée	nulle (sauf si cryptage)	relative
Coût du support	faible	élevé	assez faible	nul	nul
Coût des interfaces	très faible	faible	élevé	assez faible	moyen
Transmission d'énergie (télé-alimentation)	oui (électrique)	oui (électrique)	optoalimentation (expérimentale)	non	non
Applications	lignes téléphoniques, réseaux bas / moyens débits, hauts débits à très courte distance	réseaux locaux haut débit, distribution vidéo	réseaux longue distance et/ou hauts débits, réseaux industriels	communications mobiles, faisceaux hertziens, satellites	télécommande communications "indoor"