

La lumière comme moyen de transport ?

La fiche n° 402 expliquait comment transmettre la voix à distance en utilisant le courant électrique circulant dans des fils de cuivre : c'était l'invention du téléphone.

Comment la lumière pourrait elle transporter de la voix, des images, ou des données informatiques en se passant des fils électriques?

Des **tours de feu** étaient utilisées dans l'antiquité pour envoyer des messages ou signaler l'entrée des ports.

Le **télégraphe optique** de Chappe, permettait au 18ème siècle d'envoyer des messages à l'aide de bras mécaniques montés sur des tours que l'on observait à la longue vue... <http://visite.artsetmetiers.free.fr/chappe.html>



CHAPPE Claude (1763 - 1805)

Les navires possèdent encore aujourd'hui de **puissants projecteurs** permettant d'envoyer des signaux en Morse entre bateaux à vue.



a ■■■■
b ■■■■
c ■■■■
d ■■■■
e ■
f ■■■■
g ■■■■
h ■■■■
i ■■
k ■■■■
l ■■■■
m ■■■■

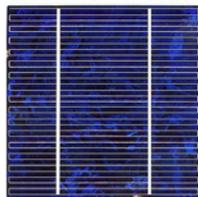
n ■■■■
o ■■■■
p ■■■■
q ■■■■
r ■■■■
s ■■■■
t ■■■■
u ■■■■
v ■■■■
w ■■■■
x ■■■■
y ■■■■
z ■■■■

1 ■■■■
2 ■■■■
3 ■■■■
4 ■■■■
5 ■■■■
6 ■■■■
7 ■■■■
8 ■■■■
9 ■■■■
0 ■■■■

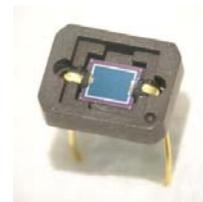
Transformer la lumière en courant électrique

On sait facilement transformer des variations de courant électrique en variations de lumière (Ampoules, Rayon Laser,...), mais comment transformer une variation de lumière en variation de courant électrique ?

En utilisant par exemple :



Un panneau solaire



Une photodiode



Un photo-transistor

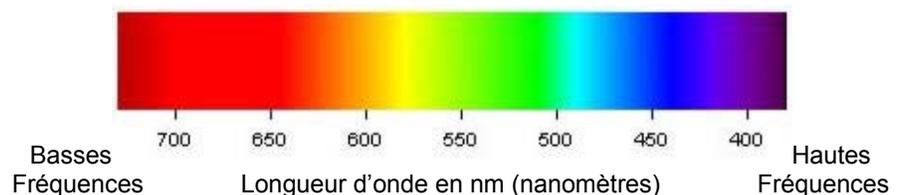


Une photo-résistance

Les 2 premiers fabriquent un courant proportionnel à leur éclairage, les 2 derniers présentent une résistance qui diminue avec l'éclairage. Nous verrons plus loin comment les insérer dans un circuit électrique.

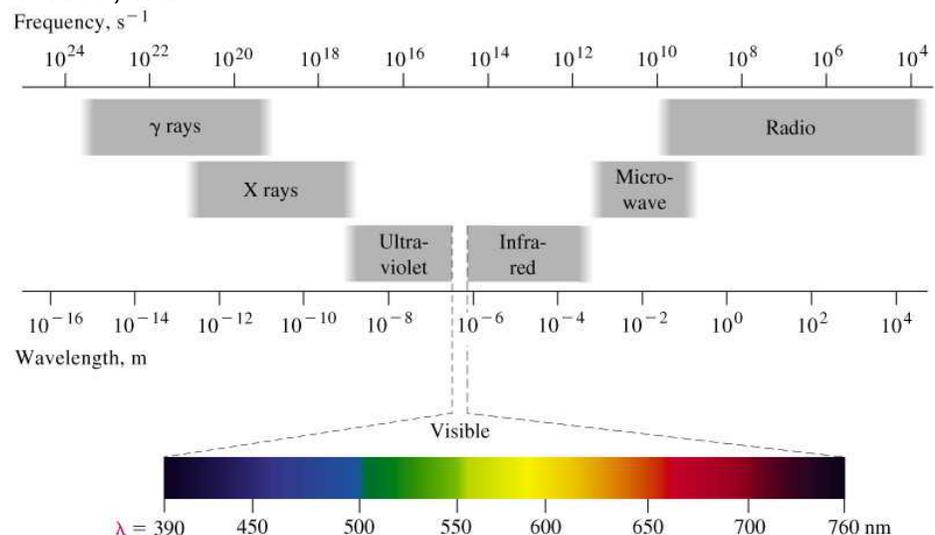
Choisir sa couleur de transmission

La lumière que nous observons est en fait une gamme très spécifique d'ondes radio dont la fréquence parvient à stimuler notre nerf optique. Les fréquences les plus basses correspondent au Rouge, les fréquences les plus élevées au Violet.



En montant plus haut en fréquence, on rencontrera donc les Ultra-Violets, puis les rayons X et les rayons Gamma...

En descendant, on trouvera les Infra-Rouges, les EHF, SHF, UHF, VHF, Ondes courtes, Petites Ondes, Grandes Ondes,



Tout comme on choisit un canal de radio FM, il faut choisir sa couleur en transmission optique !

On parle alors soit de **Fréquence**, soit de **Longueur d'onde**, la formule pour passer de l'une à l'autre est expliquée dans la fiche N°404 (Transmissions Radio).

Propriétés des ondes radio ou lumineuses

Voici quelques propriétés communes à la lumière et aux ondes radio en général :



- Propagation en ligne droite (dans l'air ou le vide)
- Vitesse de 300 000 Km/seconde (dans l'air ou le vide)
- Ralentit dans les matières plastiques (~ 200 000 Km/s)
- Réchauffe les matériaux (Soleil, Micro-Ondes)
- Est renvoyée par les surfaces métalliques (miroirs)
- Est déviée par les matières plastiques (loupes, prismes)

Les rayons Lasers

Il existe de nombreuses sortes de rayon lasers, des plus puissants (applications militaires industrielles ou médicales) aux plus faibles (Porte-clés pointeur laser).



Pour résumer, à la différence d'une ampoule qui éclaire dans toutes les directions, un faisceau laser est une lumière qui est **concentrée dans une seule direction**. Ainsi, contrairement à l'ampoule dont l'éclat diminue plus on s'éloigne, le rayon Laser garde la même intensité tout au long du trajet. Le laser que nous utiliserons fonctionne sur la Longueur d'Onde de 650 nanomètres (Rouge visible).

Avertissement

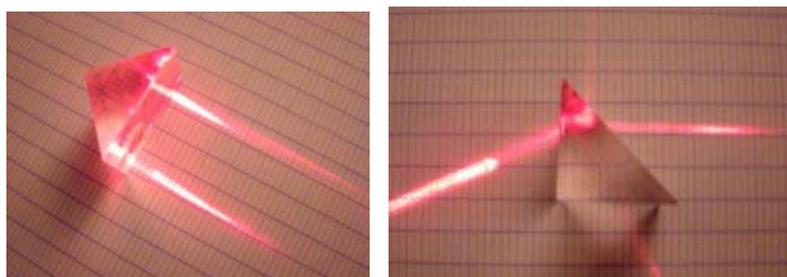
Un faisceau laser, même aussi faible que 1 milli-Watt (Porte-clés), peut créer des troubles permanents de la vision si on regarde le rayon directement à sa source. Les essais ou démonstrations se feront toujours en avertissant les élèves de ce danger.



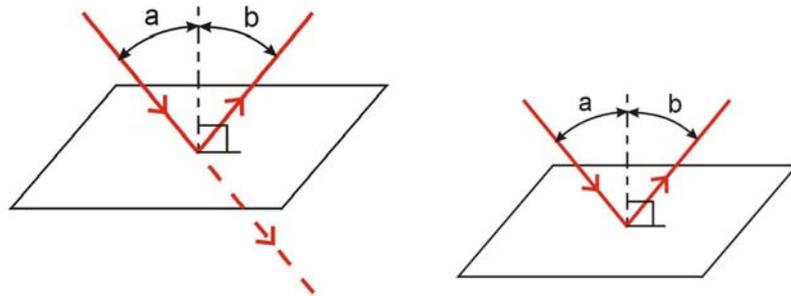
Expériences simples d'Optique

Voici quelques expériences qui peuvent être réalisées avec un faisceau Laser. Il suffit de faire raser la lumière sur une feuille de papier pour bien voir le rayon.

Exemples de déviation et demi-tour dans un prisme:

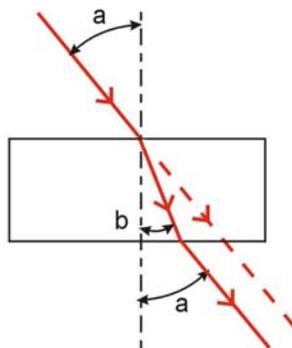


Réflexion partielle (Vitre) ou totale (miroir):



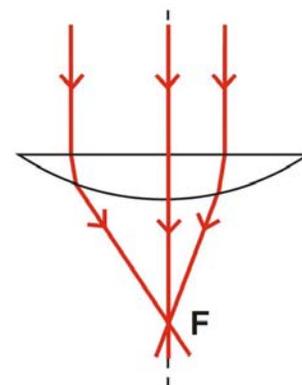
L'angle de renvoi (**b**) est toujours égal à l'angle d'arrivée (**a**)...!
La réflexion partielle est utile pour diriger le rayon sur 2 récepteurs...

Déviation du rayon dans un bloc de plexiglas:



Le rayon est dévié et il ralentit quand il passe dans le plastique (angle **b**)... Il repart ensuite avec la même direction et même vitesse qu'au départ... !

Déviation du rayon dans une lentille en verre:



Seul le rayon central n'est pas dévié. Les autres rayons se dirigent tous vers le même point : C'est le Foyer. (Permet de connaître la distance focale)

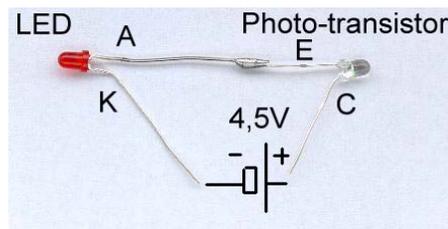
Branchement des capteurs optiques

Le **Panneau Solaire** fournit un courant important dès qu'il est éclairé. Il est souvent utilisé pour recharger des batteries. On peut aussi y brancher un écouteur ou un petit amplificateur pour « écouter » la lumière...

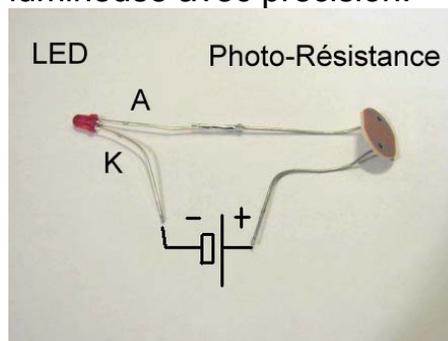


La **Photo-Diode** fonctionne sur le même principe, mais fournit un courant tellement faible qu'il faut l'amplifier par un circuit électronique.

Le **Photo-Transistor** agit comme un interrupteur en présence de lumière. Il peut alors commander l'allumage d'une ampoule, d'un moteur ou d'une simple LED :



La **Photo-Résistance** agit de la même façon, mais plus progressivement. Elle permet ainsi de mesurer l'intensité lumineuse avec précision.



Fabriquer un interphone Laser

La partie Emission

La source lumineuse est générée avec un Porte-clés pointeur Laser dont l'alimentation électrique est modulée en amplitude par une source sonore provenant d'un magnétophone à cassette (sortie casque), ou un lecteur MP3. Pour un budget de 10 euros, on peut se procurer le pointeur Laser, la prise audio, et les quelques composants nécessaires à la modulation :



La partie Réception

Le rayon lumineux étant modulé en amplitude par le signal sonore, il nous faut un élément capable de fournir une tension électrique proportionnelle à l'éclairement reçu, pour écouter le son transmis par le rayon Laser...

Pour un budget d'environ 15 à 20 euros, on peut se procurer un petit capteur solaire et un amplificateur audio en Kit à monter soi même... :



Expérience No 1

Observer les évolutions d'un rayon laser dans un prisme (Essayer toutes les faces).

Expérience No 2

Observer la séparation d'un rayon en 2 parties en réalisant une réflexion partielle sur une plaque transparente. Observer l'évolution des angles de renvoi et d'arrivée.

Expérience No 3

Observer la déviation d'un rayon dans une règle de Plexiglas. Essayer de mesurer les angles avec un rapporteur.

Expérience No 4

Observer la déviation d'un rayon dans une lentille de verre. Repérer le point où tous les rayons convergent, et mesurer la Distance Focale.

Expérience No 5

Essayer et comparer des détecteurs à base de Phototransistors et de Photorésistances : Devant une source de lumière visible, et devant une télécommande Infra-Rouge de téléviseur...

Expérience No 6

Parler devant un microphone et observer sa voix sur l'écran d'un oscilloscope. C'est ce signal qui va « moduler » l'amplitude du rayon lumineux.

Expérience No 7

Etablir une liaison sonore à distance sans fil en utilisant l'émetteur à rayon laser (Lecture d'une cassette musicale, ou en parlant dans le microphone). Le rayon peut être dévié par un ou 2 miroirs pour passer d'une pièce à l'autre en contournant les cloisons ...

Mots ou expressions à retenir :

Signal = Variation de tension électrique contenant une information utile (Voix, image, données informatiques)

Fréquence = Nombre de variations identiques, répétées en l'espace d'une seconde. S'exprime en Hertz (Hz), ou en Cycles par seconde (C/s)

Onde Porteuse = Rayonnement radio ou lumineux que l'on peut « moduler » pour transporter un signal électrique.

Moduler = faire varier l'amplitude (ou la fréquence) d'une onde porteuse, au rythme des vibrations du signal électrique à transporter.

Matériel :

Liste du matériel nécessaire pour un groupe de 12 élèves :

- 2 pointeurs Laser
- 2 prismes de plastique
- 2 lentilles de verre
- 2 règles de plexiglas
- Plusieurs Circuits LED + Phototransistors
- 1 télécommande de TV ou de magnétoscope
- 1 microphone de démonstration avec 10m de fil
- 1 oscilloscope
- 1 magnétophone avec cassette musicale
- 1 mini-émetteur Laser et capteur optique
- 1 petit amplificateur sonore

Références utiles :

La cellule solaire (10 x 6 cm) se trouve au prix de 8 euros au magasin d'électronique « R.A.M. », 131 Boulevard Diderot, 75012 Paris (Metro Nation). Tel : 01.43.07.62.45

Le Kit Amplificateur Audio (interphone KE-189) se trouve au prix de 7,5 euros au magasin d'électronique « Electronique Diffusion », 43 rue Victor Hugo, 92240 MALAKOFF. Tel : 01.46.57.68.33

La description des kits Amplificateurs Audio ainsi que la marche à suivre pour souder son premier Kit sont sur le site du Radio-Club <http://radiof6kfa.free.fr> en rubrique «débutants»