

# ONDES et vie quotidienne

00011101011101  
000111010111011101  
000111010111011101  
000111010111011101  
000111010111011101



micro-ondes,  
téléphone mobile,  
laser, tube fluorescent,  
lecteur code-barre,  
ondes électromagnétiques,  
GPS...



# SOMMAIRE

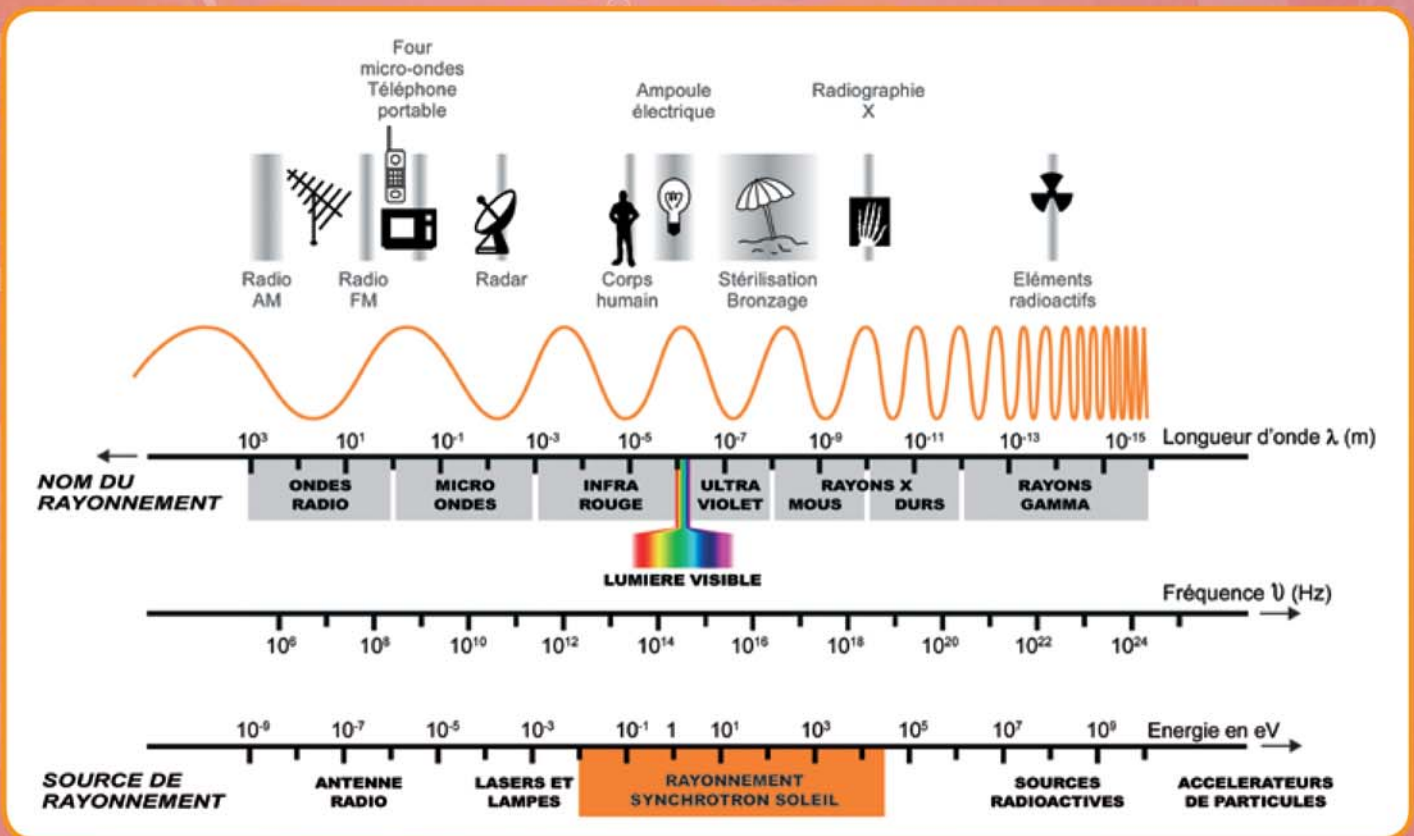
- La grande famille des ondes électromagnétiques **p. 3**
- Le GPS **p. 4**
- Le laser **p. 5**
- Le four à micro-ondes **p. 6**
- Le lecteur code-barre **p. 7**
- L'écran plat (LCD) **p. 8**
- Les autres écrans **p. 9**
- L'écran tactile **p. 10**
- Le téléphone mobile **p. 11**
- Les lecteurs DVD et Blu-Ray **p. 12**
- Analogique-numérique **p. 13**
- Du tube néon à l'ampoule fluocompacte **p. 14**
- Les diodes électroluminescentes LED/DEL **p. 15**

Cette exposition a été réalisée grâce au soutien de :



# La grande famille des ondes électromagnétiques

La lumière, des ondes électromagnétiques parmi tant d'autres...



# LE GPS

Le GPS (Global Positioning System) est un système de positionnement par satellites qui permet de connaître sa position n'importe où à la surface de la Terre, en mer ou dans l'air.

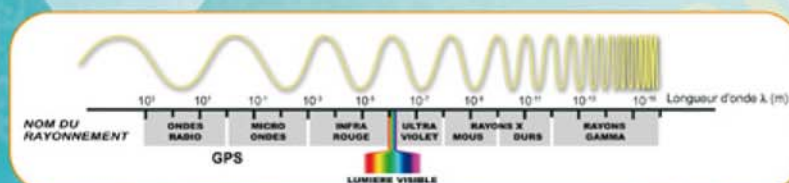
## PRINCIPE

24 satellites ont été mis en orbite à 20 200 km d'altitude. Regroupés 4 par 4 sur 6 orbites autour de la Terre, chaque satellite émet en permanence un signal qui donne sa position très précise et l'heure exacte d'émission de ce message. Sur Terre, le boîtier GPS reçoit les signaux de 4 satellites et détermine le temps mis par le message pour aller de chacun d'eux jusqu'à lui. Il calcule ainsi plusieurs distances satellite - boîtier ce qui permet de tracer des cercles imaginaires sur une carte représentant la surface du globe. Leur point d'intersection localise la position du GPS. Il est nécessaire de croiser la position d'au moins 3 satellites circulant sur la même orbite pour obtenir une position précise à 15 mètres.



## Quel message transmet le satellite ?

Le satellite envoie des ondes électromagnétiques (des micro-ondes ou des ondes radio) qui traversent le vide à la vitesse de la lumière (300 000 kilomètres par seconde) puis sont un peu ralenties par l'atmosphère avant d'arriver au GPS.



Spectre des ondes électromagnétiques

On connaît parfaitement la vitesse à laquelle se déplace ce signal dans l'espace et dans l'air ainsi que la position de chaque satellite à chaque instant. On dispose également de cartes très précises de la Terre. Il suffit donc de mesurer le temps que mettent ces ondes radio à nous parvenir pour savoir où se trouve le récepteur. Facile ? En effet, mais une erreur d'un milliardième de seconde (1 microseconde) provoque une erreur de... plusieurs centaines de mètres sur la position. La difficulté est donc de synchroniser les horloges des satellites et celle du récepteur.

## Pourquoi l'heure exacte ?

Quand nous voulons connaître l'heure exacte, nous interrogeons l'horloge parlante. Elle annonce l'heure, les minutes et les secondes. Pour le GPS, on doit être plus précis. On calcule en nanosecondes ( $10^{-9}$  secondes soit  $0,000000001$ s). La précision du GPS vient d'abord des horloges embarquées dans les satellites. Elles sont parfaitement synchronisées entre elles et ont également une précision

remarquable. Reste l'horloge du récepteur GPS qui, bien sûr n'est pas aussi performante et ne se déplace pas à la même vitesse que les satellites (14 000 km/h).

## A quoi sert la physique ?

Einstein et sa théorie de la relativité prévoient une dilatation du temps d'environ 7 microsecondes par jour pour un objet se déplaçant à 14 000 km/h (la vitesse d'un satellite). Tout se passe comme si le temps passait moins vite pour les horloges des satellites. De plus, ces horloges se trouvent à 20 200 km de la Terre et à cet endroit la gravité est divisée par 16, ce qui accélère le battement des horloges d'environ 45 microsecondes par jour.

**45-7=38 microsecondes** : le calcul prévoit donc un décalage de 38 microsecondes par jour entre les horloges des satellites et l'horloge du GPS. A priori pas grand chose, mais sur la carte cela correspond à un décalage de ...plusieurs kilomètres par jour. Il a donc fallu intégrer ces données de physique fondamentale dans les GPS : les satellites envoient au GPS un signal de position, l'heure d'émission du signal et ...mettent à l'heure l'horloge du récepteur !

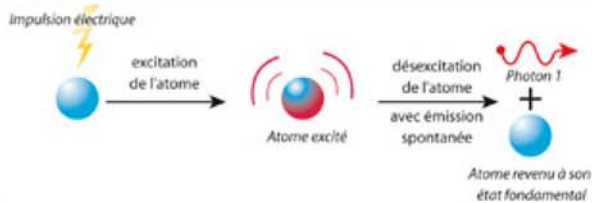
Le système GPS est un système mis au point par les Etats-Unis. A l'origine d'usage strictement militaire, l'utilisation du GPS s'est aujourd'hui répandue dans notre vie quotidienne. En 2014 le système Galileo (comparable sur le principe) sera mis en service par la Communauté Européenne.

# LE LASER

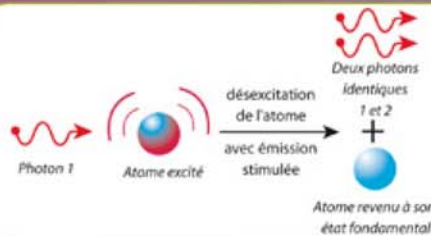
LASER est l'acronyme anglais de **Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation** (amplification de la lumière par émission stimulée de radiations).

## PRINCIPE

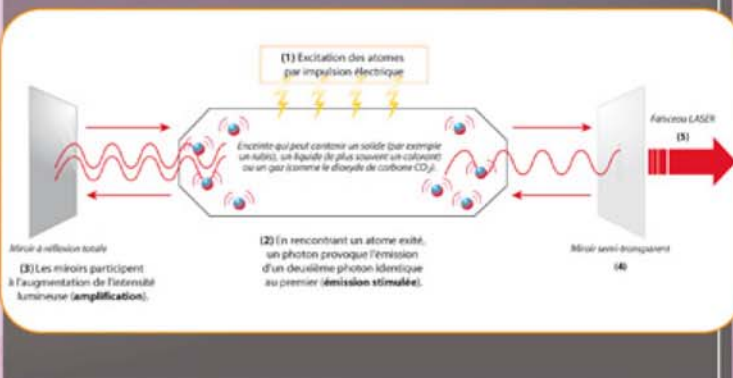
Dans une enceinte, un matériau (solide, liquide ou gazeux) reçoit en permanence, de l'énergie sous forme d'impulsions électriques ou de flashes de lumière. Les atomes (ions ou molécules) absorbent alors de l'énergie et passent dans un état excité. Cet état est temporaire ; au bout d'un certain temps qui diffère selon le matériau utilisé, les atomes se désexcitent spontanément en émettant un « grain de lumière » d'une couleur spécifique, appelé photon. C'est l'émission spontanée.



Sans ce premier photon, pas de LASER car, en rencontrant un autre atome excité, le photon créé va provoquer l'émission d'un deuxième photon en tout point identique au premier. Ces deux photons identiques peuvent à leur tour provoquer d'autres émissions. C'est l'émission stimulée qui se reproduit successivement pour une multitude d'atomes.



Un miroir, situé à chaque extrémité de l'enceinte du LASER, réfléchit le faisceau de lumière. Celui-ci s'ajoute à chaque aller retour, à la lumière produite par l'émission stimulée. C'est l'amplification. L'un des miroirs est semi réfléchissant et laisse passer une fraction de cette lumière intense : le faisceau LASER.



### De quelles couleurs sont les lasers ?

Les lasers peuvent être de toutes les couleurs : rouge, vert, bleu... Ils peuvent même être « invisibles » puisque certains émettent aussi de l'infrarouge, de l'ultraviolet et même des rayons X. La couleur est définie par le choix du matériau utilisé.

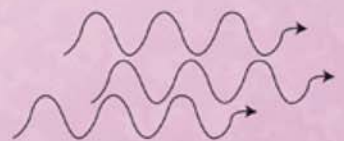
Le plus souvent, nous sommes en contact avec des lasers rouges qui sont les plus faciles à produire et les moins coûteux mais les lasers utilisés dans les laboratoires exploitent toutes les autres solutions.

### Quels sont les avantages des lasers ?

- Un laser n'émet généralement qu'une seule couleur contrairement aux lampes classiques : sa lumière est **monochromatique**.
- Les ondes lumineuses qu'il émet se déplacent toutes dans la même direction : le faisceau émis est pratiquement parallèle d'où son utilisation pour l'alignement des constructions ou la mesure des grandes distances (Terre-Lune).
- La lumière émise est très puissante, elle peut être utilisée pour découper certains matériaux comme des plaques de métal.
- Toutes les ondes lumineuses sont en phase, on dit que la lumière est cohérente voir schéma ci-dessous.



Lumière laser :  
les ondes sont en phase,  
la lumière est cohérente.

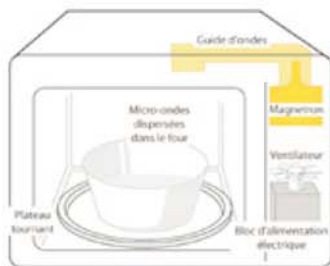


Lumière ordinaire :  
la lumière n'est pas cohérente.

# LE FOUR À MICRO-ONDES

## PRINCIPE

Tandis que les fours à gaz et électriques utilisent directement la chaleur, c'est-à-dire les ondes infrarouges, le four à micro-ondes, comme son nom l'indique, utilise des micro-ondes. Ce sont des ondes électromagnétiques, comprises entre les ondes radio et l'infrarouge. Dans les fours à micro-ondes, elles ont une fréquence de 2,4 gigahertz (domaine dit « haute fréquence » par rapport aux micro-ondes utilisées pour les téléphones portables, par exemple.)



1) Les micro-ondes émises par un petit générateur appelé « magnétron » ne sont pas également réparties à l'intérieur du four. Les aliments sont alors placés sur un plateau tournant afin que leur cuisson ou leur réchauffement soit uniforme.

2) Ces ondes font vibrer très efficacement les molécules d'eau présentes en grande quantité dans la nourriture et très peu celles d'autres corps, par exemple celles des plastiques.



Molécules d'eau oscillent au passage des micro-ondes



3) Grâce à leurs mouvements de vibration, les molécules d'eau s'échauffent et, de proche en proche (par diffusion), elles transmettent leur chaleur aux autres molécules. Ceci permet de cuire les aliments.

## Pourquoi certains récipients restent-ils froids dans un micro-onde ?

Certains ustensiles de cuisine ne contiennent pratiquement pas de molécules d'eau. C'est le cas de certains verres, porcelaines ou plastiques. Ils ne s'échauffent donc pas lorsqu'ils sont placés dans un four à micro-ondes.

Les aliments, qui quant à eux contiennent beaucoup d'eau, s'échauffent et peuvent communiquer leur chaleur au récipient qui les contient. D'autre part, certains matériaux absorbent les micro-ondes et finissent également par s'échauffer : qui ne s'est jamais brûlé avec un bol de café ?



## Pourquoi ne doit-on pas mettre d'objets métalliques dans un micro-onde ?

Et pourtant, l'intérieur du four est en métal ! Une première raison est que la surface métallique de l'objet (une barquette en aluminium par exemple) va réfléchir les micro-ondes. Ces dernières ne pourront donc pas atteindre l'aliment pour le réchauffer.

Par ailleurs, la présence d'un objet métallique va provoquer des décharges électriques entre ce dernier et les parois du four. Cela provoque l'apparition d'étincelles, ce qui n'est sans doute pas le mode de cuisson le plus recommandé pour des spaghettis. Ces étincelles risquent également de détériorer l'intérieur du four.

En 1946, c'est en cherchant à améliorer la qualité des radars que Percy Spencer découvre que des aliments posés à proximité d'un magnétron, source des ondes radars, chauffent alors que l'émetteur reste froid.

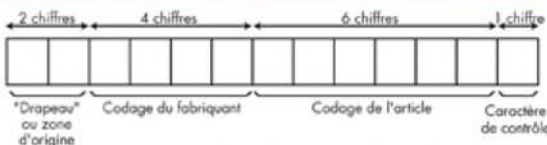
# LE LECTEUR CODE BARRE

## PRINCIPE

Les lecteurs code barre sont basés sur un principe de lecture simple : la lumière est réfléchiée par les surfaces claires et absorbée par les surfaces foncées du code barre. Il existe plus de 200 types de codes différents dans le monde.

### Que contient un code barre ?

Exemple d'un code barre de type EAN 13. Ce codage qui utilise 13 chiffres est le plus courant dans le monde et notamment dans la grande distribution.



1) Un numéro d'article international est imprimé au moment de la production des marchandises. Afin d'éviter les erreurs probables de lecture (si l'étiquette est endommagée), on traduit chaque chiffre du numéro en une suite de barres et d'espaces de largeurs différentes. Ainsi, on peut atteindre une fiabilité de lecture de l'ordre de 99%, et la lecture est beaucoup plus rapide.



Exemple de codage du chiffre 9



Exemple de codage du chiffre 2



2) Chaque chiffre du code barre est codé par une suite de 7 cases. Ces cases sont rassemblées en 4 zones alternativement blanches et noires, de tailles différentes suivant le chiffre que l'on veut coder.

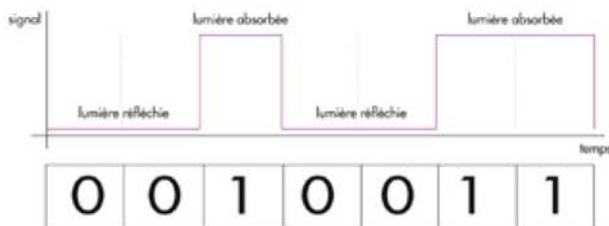
3) Le code barre contient ainsi des informations sur le pays de production, le producteur, le type du produit... Ces informations sont répertoriées à chaque livraison dans une base de données informatisée du magasin. On affecte ensuite un prix et d'autres informations à chaque produit enregistré.

### Comment est lu le code barre ?

#### Exemple de codage du chiffre 2



Un faisceau lumineux balaye les barres foncées et claires. Les zones blanches renvoient plus de lumière que les zones foncées. Un détecteur analyse l'intensité lumineuse qui est transcrite sous forme d'un signal électrique puis codée numériquement.



La suite de chiffres 0 et 1 qui correspond au numéro de l'article sera transmise à un ordinateur et confrontée à une base de données. Ainsi, lorsque vous passerez à la caisse, l'étiquette de votre article sera lue rapidement et vous paierez le juste prix !



### Quels sont les différents types de lecteurs code barre ?

Certains lecteurs utilisent un rayon LASER qui est envoyé sur l'étiquette, les zones blanches le réfléchissent alors que les bandes noires l'absorbent. D'autres utilisent des capteurs semblables à ceux de nos caméras numériques, les détecteurs CCD, qui enregistrent l'image des barres.

### Existe-t-il plusieurs systèmes de codage ?

Dans l'exemple ci-dessus, les barres ne codent que des nombres. Ce sont les codes barres numériques comme le code EAN 13 sur 13 chiffres ou le code EAN 8 sur 8 chiffres (a). D'autres systèmes de codage codent des caractères et des nombres. Ce sont les codes barres alphanumériques (b). Il existe également des codes plus complexes qui se lisent sur deux dimensions (c) et également des codes matriciels (d) codés avec des points.

Un flashcode (ou QR code, QR : Quick Reponse) est un code barre en deux dimensions qui vous permet d'accéder très rapidement à du contenu multimédia. Il est lu directement par le téléphone si ce dernier possède une application permettant de le « décoder ».



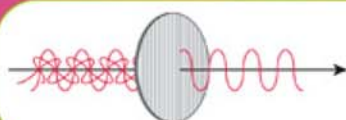
L'origine du code barre remonte à 1949. Ce premier système de codage fut inventé par les Américains, Norman Woodland et Bernard Silver. Mais ce n'est que dans les années 70 qu'on généralise son utilisation afin de s'adapter aux besoins de la grande distribution.

# L'ÉCRAN PLAT (LCD)

Les écrans LCD utilisent la technologie d'affichage à cristaux liquides (Liquide Cristal Display)

## PRINCIPE

Les cristaux sont des solides dans lesquels les atomes sont ordonnés et forment des structures identiques qui se répètent régulièrement. En passant dans ce grillage atomique en 3 dimensions, certaines caractéristiques de la lumière peuvent être modifiées, comme sa polarisation.



\* **polarisation :**  
La lumière naturelle peut être modélisée par un système d'ondes qui vibrent, dans toutes les directions possibles. Avec un polariseur, on ne laisse passer qu'une seule direction de vibration (verticale sur le schéma). La lumière est dite polarisée.

Des cristaux, oui, mais liquides ?

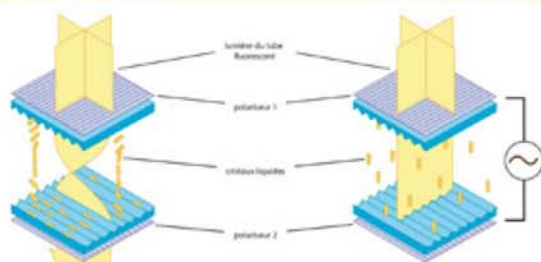
Les cristaux liquides peuvent s'écouler comme les liquides, mais possèdent des propriétés optiques similaires aux cristaux. Ils sont formés de longues molécules qu'il est possible d'orienter sous l'effet d'une tension électrique. Ils peuvent ainsi avoir une action sur la lumière polarisée en modifiant sa direction de polarisation comme le feraient des cristaux.

## Que se passe-t-il dans un écran LCD ?

L'affichage LCD est constitué d'une fine couche de cristaux liquides placée en sandwich entre deux polariseurs perpendiculaires. Les tubes fluorescents situés au fond de l'écran émettent une lumière non polarisée, qui passe à travers le premier polariseur et en ressort polarisée dans une direction.

- Si les cristaux liquides ne subissent pas de tension électrique, ils s'orientent spontanément comme l'indique le schéma : ils font tourner le plan de polarisation de la lumière de  $90^\circ$ . Elle peut alors passer à travers le second polariseur : l'écran est éclairé.
- Si on applique une tension suffisante entre les deux plaques, les cristaux s'orientent verticalement, et ne changent plus le plan de polarisation de la lumière. Celle-ci est donc stoppée par le second polariseur : l'écran est noir.

Pour une tension intermédiaire, une partie seulement de la lumière passe.



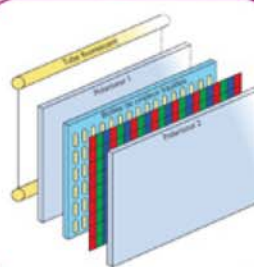
a) La lumière traverse le second polariseur

b) La lumière est arrêtée par le second polariseur

## Comment se forme l'image couleur sur l'écran LCD ?

L'écran LCD est organisé en un très grand nombre de petites « boîtes » (appelées pixels) qui contiennent des cristaux liquides. Il faut des centaines de pixels répartis sur plusieurs lignes et colonnes pour former une image. Pour reproduire les couleurs, on place devant les cristaux liquides un quadrillage de filtres colorés rouges, verts et bleus sur toute la surface de l'écran.

Pour chaque pixel, des transistors reçoivent les ordres émis par la chaîne de télévision ou par les commandes de l'ordinateur et laissent plus ou moins passer la lumière dans les pixels rouges, verts ou bleus en envoyant des courants différents. Les images se forment alors point par point par combinaison des trois couleurs.



**Couleurs primaires :** le rouge, le vert et le bleu sont les trois couleurs primaires de la lumière. On peut former toutes les couleurs en les mélangeant dans différentes proportions. Par exemple, le rouge et le vert donnent du jaune. L'addition des trois couleurs donne du blanc.



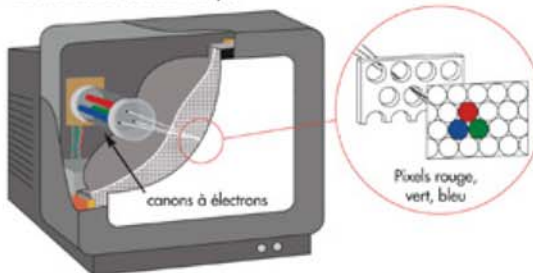
# LES AUTRES ÉCRANS



## L'écran à tube cathodique

Trois tubes, appelés canons à électrons, envoient des faisceaux d'électrons sur l'arrière de l'écran constitué de trois types de petites cellules. Le premier canon à électrons « arrose » les cellules contenant des poudres fluorescentes qui émettent de la lumière rouge. De la même façon, le deuxième canon permet l'émission du vert et le troisième du bleu. Des transistors commandent l'intensité de chaque couleur en faisant varier celle du faisceau d'électrons. Un balayage très rapide est effectué ligne par ligne et l'image apparaît.

La télévision à tube cathodique



## L'écran plasma

Un écran plasma est composé de deux plaques de verre couvertes d'un ensemble d'électrodes qui délimitent des petites boîtes (pixels).

Exemple d'un pixel qui s'allume en vert

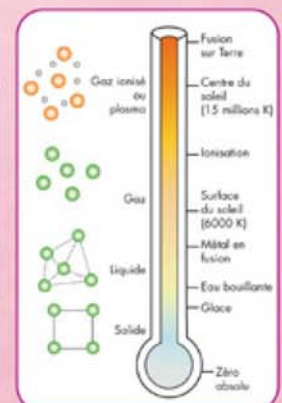
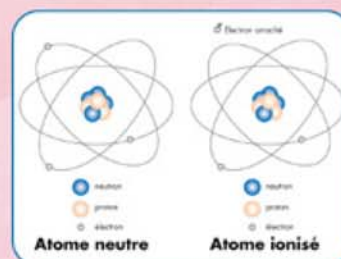
a) Même principe que pour l'écran LCD, mais ici chaque pixel est rempli d'un mélange gazeux capable d'émettre des rayons ultraviolets (UV) et d'un revêtement de molécules fluorescentes qui réagissent à ces rayons.

b) Quand on fait passer du courant dans les électrodes, le gaz devient un plasma\* qui produit des rayons UV invisibles à l'œil.

c) Les molécules fluorescentes sensibles aux UV émettent en rouge, vert ou bleu suivant leur nature. Comme pour les autres écrans, l'image s'affiche par composition des trois couleurs.

## Qu'est-ce qu'un plasma ?

En règle générale, lorsque la température augmente, un matériau passe du solide au liquide puis au gaz et enfin au plasma, un 4<sup>e</sup> état de la matière. Un plasma est un gaz ionisé, c'est-à-dire que les atomes (constitués chacun d'un noyau positif et d'électrons négatifs) ont perdu un ou plusieurs électrons. Ainsi les constituants de l'atome se séparent, noyaux et électrons se déplacent indépendamment les uns des autres. Ils forment un mélange globalement neutre. (Ceci n'a aucun rapport avec le plasma sanguin).



# L'écran tactile

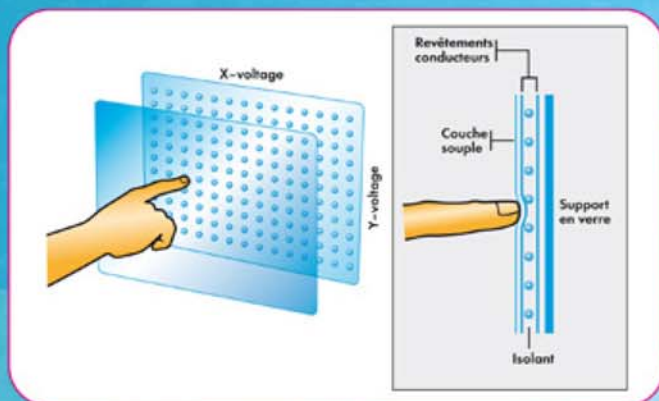
## PRINCIPE

Plus besoin de clavier ou de souris ! L'écran n'est plus exclusivement utilisé pour visualiser des informations, des images et ou des films, il permet également de pointer certaines de ses zones par simple contact afin de sélectionner des applications. Quelle que soit la technologie utilisée le problème est le même : il faut repérer la position du doigt sur l'écran pour que le système comprenne l'action à mener.



## Comment repérer la position du doigt sur l'écran ?

### L'écran résistif, le plus économique



Il est composé de deux couches : l'une en verre et l'autre en plastique souple. Leurs faces en vis-à-vis sont recouvertes d'un dépôt conducteur (ITO : mélange d'oxyde d'indium et d'oxyde d'étain) et séparées par de minuscules patins isolants afin de délimiter les pixels.

La couche conductrice du support en verre est à 5 V alors que celle de la couche souple est à 0 V.

Lorsque l'utilisateur touche l'écran, il exerce une pression sur la couche souple et les deux surfaces conductrices entrent en contact. Un microprocesseur détecte alors une tension sur la couche souple puis il détermine les coordonnées du point d'impact. Pour cela, il applique successivement une tension aux barres verticales puis horizontales situées autour de l'écran. Les tensions mesurées entre le point de contact et les barres permettent de déterminer la position du point d'impact.

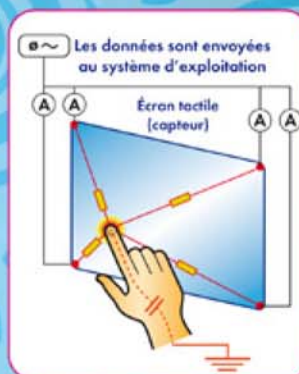
**Avantages :** plus économique que l'écran capacitif.

**Inconvénients :** plus fragile que l'écran capacitif puisque la surface est molle

**Applications :** téléphones portables, navigateurs GPS, consoles de jeu.

### L'écran capacitif, le plus répandu

La surface supérieure de l'écran est constituée par une plaque de verre recouverte d'un matériau conducteur transparent. Des électrodes situées aux quatre coins de l'écran, créent un champ électrique uniforme à sa surface. Lorsque l'utilisateur touche l'écran, il retire une partie des charges électriques, perturbant ainsi le champ électrique initial. Le point d'impact est calculé en fonction de la valeur du courant électrique mesuré aux électrodes situées aux quatre coins.



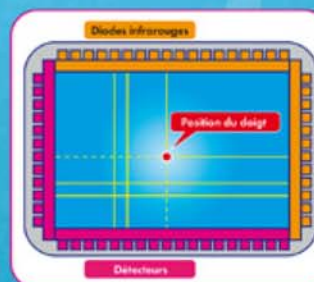
**Avantages :** plus robuste et plus lumineux que l'écran résistif.

**Inconvénients :** utilisable uniquement avec des corps conducteurs ; utilisation impossible en présence d'eau. C'est d'ailleurs pour cela que la plupart des écrans des téléphones portables actuels ne fonctionnent pas avec la pointe de l'ongle (isolante) mais seulement avec la chair, et qu'on ne peut pas les utiliser avec les mains mouillées.

**Applications :** téléphones portables, bornes de retrait automatique, pavés tactiles des ordinateurs portables.

### La technologie à infrarouge

Des diodes infrarouges sont disposées régulièrement le long d'une des largeurs et d'une des longueurs de l'écran (en orange sur le schéma ci-dessus).



En vis-à-vis, sont placés des détecteurs (en rose). Les diodes créent ainsi un quadrillage sur toute la surface de l'écran.

Lorsque l'utilisateur approche son doigt de l'écran, il interrompt deux faisceaux (l'un sur la largeur, l'autre sur la longueur de l'écran cf pointillés), ce qui permet de déterminer le point de contact.

**Avantages :** très précis, sensible, fonctionne avec tout type de matériaux.

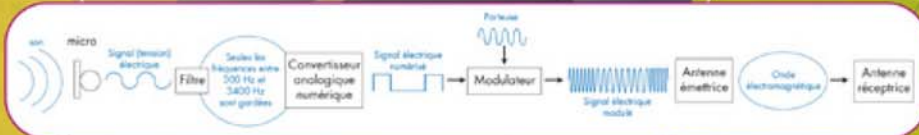
**Inconvénients :** assez cher.

**Applications :** certaines bornes de retrait automatique ; applications militaires.

# LE TÉLÉPHONE MOBILE

## PRINCIPE

Le téléphone mobile, également appelé GSM (Global System for Mobile communications) ou portable, permet de communiquer par téléphone sans être relié au central téléphonique par câble, mais en utilisant des ondes électromagnétiques dans le domaine des ondes radio : 900 à 1 800 MHz (megahertz).

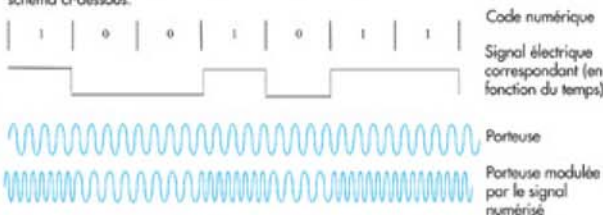


### Vous appelez votre meilleur(e) ami(e), que se passe-t-il lorsque vous parlez ?

Lorsque vous parlez, l'air se met à vibrer. Ces vibrations se propagent dans l'air mais aussi dans les liquides et les solides.

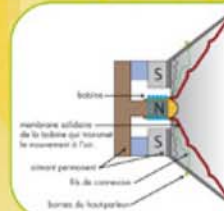
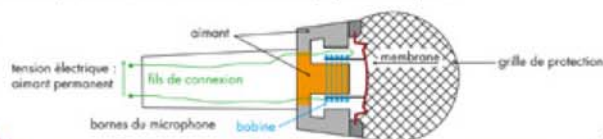
- Les sons sont convertis par le micro\* en tension électrique analogique, c'est-à-dire un signal électrique qui possède les mêmes variations que le son.
- Un système de filtrage ne retient que les fréquences comprises entre 300 Hz et 3 400 Hz qui correspondent à celles de la voix humaine et des sons familiers (musique).
- Le signal électrique filtré est converti en un signal numérique pour avoir une meilleure qualité de son par un convertisseur analogique numérique.
- Pour être envoyé, le signal numérique doit être transporté par une onde porteuse. C'est pourquoi il est dirigé vers un modulateur\*\* qui sert à modifier le signal de la porteuse (signal électrique sinusoïdal qui sert de support lors de la transmission par onde électromagnétique). Les fréquences des porteuses utilisées en téléphonie mobile sont comprises entre 900 et 1 800 MHz.
- Le signal ainsi modulé est envoyé sur l'antenne qui permet l'émission de l'onde électromagnétique vers les antennes relais du réseau GSM.

\*\*Exemple de la modulation de fréquence : La succession de 0 et de 1 du signal numérique change la fréquence du signal de la porteuse comme l'indique le schéma ci-dessous.



(Il existe d'autres types de modulation : modulation d'amplitude et modulation de phase)

\*Le micro : Le son est une vibration de l'air. Lorsque cette vibration atteint la membrane du micro, celle-ci vibre d'une manière similaire en entraînant la bobine (enroulement de fil conducteur) dont elle est solidaire. Cette bobine oscille autour d'un aimant ce qui crée à ses bornes une tension qui évolue comme la vibration de l'air reçue par le microphone.



\*\*\*Le haut-parleur : L'aimant crée une force sur la bobine parcourue par le courant électrique. La bobine oscille au même rythme que le courant électrique, entraînant avec elle la membrane. Cette dernière fait à son tour vibrer l'air, produisant ainsi un son.

### Que se passe-t-il lorsque vous recevez et que vous entendez la réponse ?

Lors de la réception, le processus inverse se met en place. L'onde électromagnétique est captée par l'antenne réceptrice puis est envoyée dans le démodulateur qui « retire » la porteuse. Le signal électrique numérique obtenu est transformé en signal analogique, puis filtré et envoyé sur le haut-parleur\*\*\* qui le transforme en vibrations sonores et vous entendez : « Bonjour, ... »

### Et les autres composants du portable ?

- La **carte SIM** (Subscriber Identification Module) contient les informations relatives à l'abonnement et votre carnet d'adresses.
- Un **module numérique** (circuit intégré) contrôle le réseau, les échanges de codes d'identification de l'abonné pour être sûr que vous appelez la bonne personne, ainsi que l'émission et la réception.
- Un **écran à cristaux liquides** affiche les informations.
- Un **écran en aluminium** sépare la carte supportant les circuits électroniques internes du reste du téléphone. Cet écran permet d'éviter les parasites dus aux ondes électromagnétiques qui nous entourent.
- Sur certains téléphone, un **clavier** permet de saisir les numéros appelés et les messages, sur d'autre, on peut le faire apparaître directement à l'écran.



# LES LECTEURS DVD & BLU-RAY

## PRINCIPE

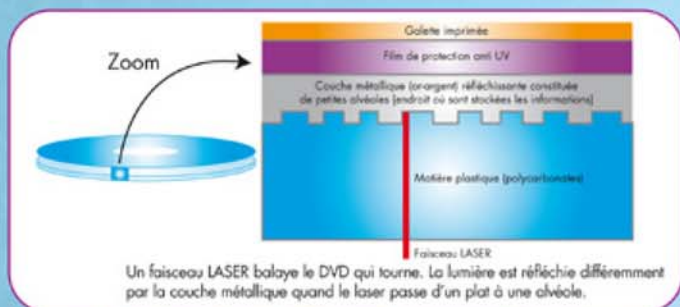
Le DVD (Digital Versatile Disc) est un support de petite taille où sont stockées des informations de très haute qualité sous forme de données numériques. Il peut stocker au minimum 4,7 giga-octets (Go) de données informatiques soit 9 heures de musique ou 2 000 photos ou encore un film de qualité cinématographique. Le Blu-ray, quant à lui possède une capacité de stockage 5 fois plus importante.

Ces informations sont stockées sur une piste formant une spirale de plusieurs kilomètres de long. Lors de la lecture, un faisceau laser balaye le DVD (ou le Blu-ray) qui tourne.

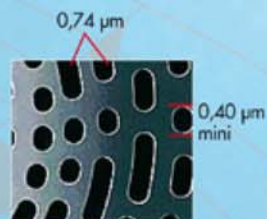


## Où sont les informations ?

### Le DVD préenregistré

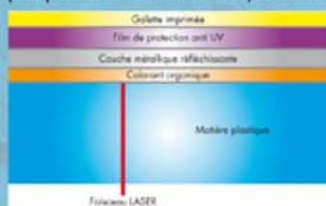


Les DVD déjà enregistrés et achetés dans le commerce sont « pressés ». Les informations sont codées au niveau de petites alvéoles moulées dans la couche métallique (figure ci-contre). La longueur et l'alternance des alvéoles traduisent les informations enregistrées.



### Le DVD R

Sur les DVD enregistrables (DVD R), les données ne sont plus stockées sous formes de creux et de plats, mais enregistrées dans une couche de matériau sensible à la lumière (colorant organique). Cette couche supplémentaire de colorant organique est située entre la couche de matière plastique et la couche réfléchissante. Lors d'un enregistrement, la couche de colorant est modifiée ou « brûlée » (à environ 250 °C) par un LASER de forte puissance qui grave ainsi les informations. Les zones brûlées sont opaques et ne laissent pas passer la lumière. Elles jouent le même rôle que les alvéoles d'un DVD pré-enregistré. La gravure est, dans ce cas, irréversible. Vous retrouverez dans votre magasin préféré des DVD à base de cyanine (vert sur l'or ou bleu sur l'argent), de phthalocyanine (doré sur l'or et vert sur l'argent) ou d'AZO (bleu foncé)...



## Comment le lecteur lit-il un DVD R ?

### Faisceau émis

Dans la tête de lecture, un LASER envoie un faisceau de longueur d'onde égale à 650 nm (rouge). Le faisceau traverse un miroir semi réfléchissant qui le laisse passer. Le faisceau est ensuite réfléchi par le miroir mobile\* qui le dirige sur le disque.

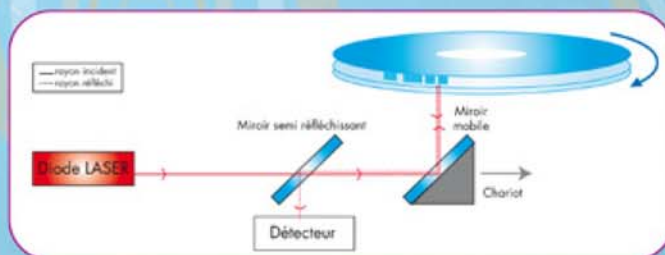
\* Le miroir mobile est placé sur un chariot qui se déplace à vitesse constante, ce qui permet au LASER de balayer toute la surface du disque.

### Faisceau réfléchi

Après avoir traversé la couche plastique du disque, le faisceau LASER atteint la couche de colorant. Lorsqu'il rencontre une partie opaque, la lumière est absorbée et n'est donc pas réfléchi ; le détecteur ne reçoit pas d'information. Dans le cas contraire, le faisceau lumineux parvient sur la couche métallique où il est réfléchi vers le miroir mobile qui le réfléchit à son tour vers le miroir semi réfléchissant. Ce dernier le dirige sur le détecteur qui reçoit la lumière.

### Le détecteur

Le détecteur est constitué de cellules photoélectriques. Ces cellules transforment le signal lumineux en un signal électrique qui, après traitement peut être envoyé sur un haut parleur afin d'entendre votre musique préférée.



## Et le Blu-ray ?

Le principe est exactement le même, mais les dimensions des alvéoles gravées sur le disque sont beaucoup plus petites ce qui permet de stocker davantage d'informations sur le même espace disque. Pour la lecture, il faut utiliser une diode LASER dont le diamètre du faisceau est plus petit et dont la longueur d'onde (405 nm) est elle également plus petite et située dans le bleu d'où le nom de ce support.

# ANALOGIQUE - NUMÉRIQUE

## PRINCIPE

Pour stocker, échanger ou restituer des données dans les appareils numériques (exemple : une photo transférée sur un ordinateur par un scanner ou le son d'une voix dans un téléphone ...), on transforme ces données d'origine pour les « extraire » de leur support. Par cela, nous avons deux possibilités :

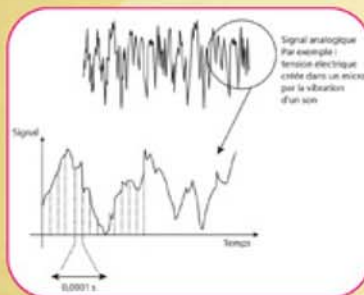
- Si une grandeur physique est convertie en une autre qui varie de la même façon, on parle de procédé analogique ; c'est le cas d'une onde sonore convertie en courant électrique par le micro d'un téléphone.
- Si en revanche, la grandeur physique est convertie en valeurs numériques (exemple d'une musique transférée sur un CD), on parle de procédé numérique ou digital. Le passage des données analogiques en données numériques se fait grâce à un circuit électronique appelé convertisseur analogique numérique.

### Un peu de math pour commencer : le système binaire utilisé dans les procédés numériques.

- Le système usuel d'écriture des nombres est le système décimal qui utilise 10 signes : 0, 1, 2, 3, ... 9 et qui est basé sur les puissances de 10  $10^0 = 1$ ,  $10^1 = 10$ ,  $10^2 = 100$ ,  $10^3 = 1\ 000$  ...  
Ainsi le nombre **35**, qui correspond à 3 dizaines et 5 unités dans ce système, s'écrit également  $3 \times 10^1 + 5 \times 10^0$ .
- Le système binaire quant à lui n'utilise que 2 signes : 0 et 1. Il est basé sur les puissances de 2 :  $2^0 = 1$ ,  $2^1 = 2$ ,  $2^2 = 4$ ,  $2^3 = 8$  ...  
Le nombre qui se note **35** dans le système décimal s'écrit **100011** en système binaire ce qui correspond à  $1 \times 2^5 + 0 \times 2^4 + 0 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0$  soit **100011** ( $32 + 0 + 0 + 0 + 2 + 1$  soit 35)
- Amusez-vous : comment s'écrit 57 en binaire ?

## Comment numériser un signal analogique ?

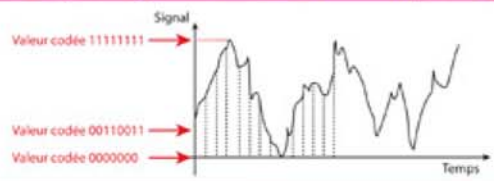
Prenons le cas d'un signal électrique et voyons comment celui-ci peut être codé :



0,0001 seconde (1/ 10 000). Remarque : Plus la fréquence d'échantillonnage est grande, plus le signal numérisé est fidèle à l'original, mais on est limité par la rapidité de l'électronique.

### Quantification de chaque échantillon

La valeur du signal est relevée pour chaque échantillon. Pour être interprétée par un ordinateur ou un appareil numérique, cette valeur doit être codée. En général, on le fait à l'aide de 8 signes (8 bits soit 1 octet) dans le système binaire.



### Codage de chaque valeur avec 8 bits soit 1 octet

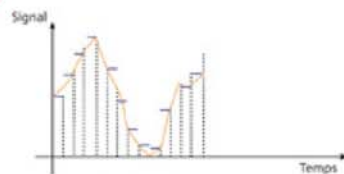
Dans 1 octet, on dispose de 8 signes (ou bits) pour coder une valeur en système binaire. Le nombre qui s'écrit **35** dans le système décimal devient **100011** en binaire. Il est noté **00100011** avec le codage 8 bits (deux zéro ont été ajoutés devant pour utiliser les 8 signes).

Le plus grand nombre exprimé avec 8 bits s'écrit : **11111111** en binaire [255 en décimal].

Ce plus grand nombre **11111111** est associé à la plus haute valeur du signal à numériser.

Le plus petit **00000000** est associé à la plus petite valeur du signal à numériser. Pour chaque intervalle, les valeurs sont ensuite codées par simple proportion. Le signal est maintenant représenté par une suite de 0 et de 1. (00010100 11001011...)

## Comment retrouver le signal d'origine ?



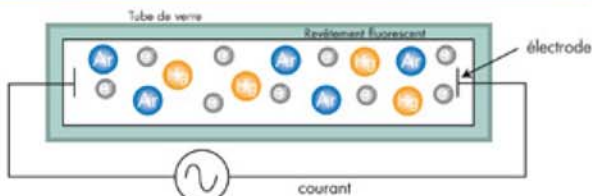
Les différentes opérations sont faites en sens inverse pour entendre la musique à partir d'un signal numérique. La suite de chiffres donne les différentes valeurs du signal pour chaque intervalle (en bleu sur le dessin). La courbe orange, obtenue en joignant les différents tirets bleus, est ensuite lissée par un système de filtres électroniques. Vous remarquez que dans cet exemple, il manque des détails : les échantillons sont trop larges. Pour augmenter la précision, il faudrait augmenter sa fréquence.

# Du tube néon à l'ampoule fluocompacte

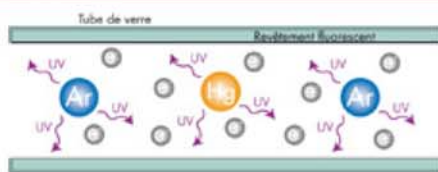
## PRINCIPE

Bien souvent appelé à tort « tube néon », le tube fluorescent ne contient plus forcément de gaz néon mais plutôt un mélange d'argon (Ar) et de vapeur de mercure (Hg) capable d'émettre des rayons ultraviolets (UV). Ce tube de verre est recouvert à l'intérieur d'un revêtement fluorescent\*, constitué pour les moins chers, de composés phosphorés sous forme de poudre. Il suffit de changer de poudre fluorescente pour obtenir des lumières à tendance de vert, rose...

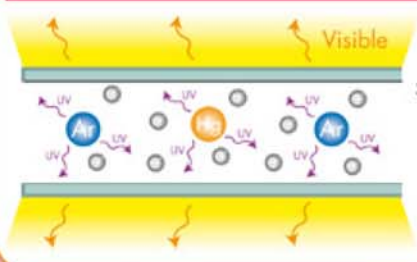
Les lampes basse consommation fluocompactes fonctionnent selon le même principe que les tubes fluorescents : le tube y est tout simplement plus petit et replié.



1) Quand on fait passer un courant dans le tube, on crée une décharge qui arrache des électrons aux atomes de mercure et d'argon.



2) Les atomes de gaz excités se réorganisent en émettant un rayonnement UV invisible à l'œil nu.



3) Le revêtement fluorescent des parois absorbe les rayonnements UV et émet de la lumière visible, pour le bonheur de notre cuisine.

## Existe-t-il plusieurs types de lampes ?

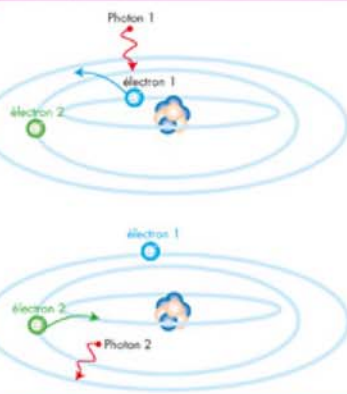
Il existe trois principaux types de lampes : les lampes à décharge qui produisent de la lumière grâce à une décharge électrique créée dans un gaz (lampes fluocompactes), les lampes à diodes (voir les diodes électroluminescentes) et enfin les lampes à incandescence qui possèdent un filament. Les deux premières sont des lampes qualifiées de basse consommation, les dernières sont en passe d'être retirées de la vente car trop gourmandes en énergie.



Dans les lampes à incandescence, qu'elles soient classiques ou halogène, un filament de métal (tungstène) résistant aux très hautes températures (respectivement 2 500 °C et 2 900 °C) est enroulé dans une ampoule vide de son air. Le passage d'un courant électrique dans le filament élève sa température et provoque l'émission de lumière. La lumière émise est d'autant plus intense que la température est élevée. Les ampoules sont remplies d'un gaz : argon ou krypton pour les ampoules classiques, iode ou brome pour les ampoules halogène, empêchant ainsi la détérioration du filament.



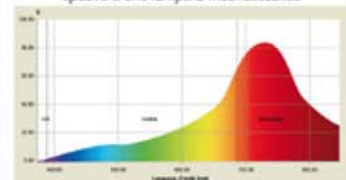
## Qu'est-ce que la fluorescence\* ?



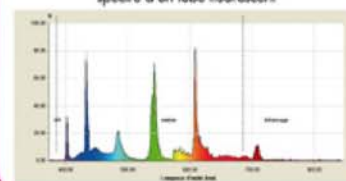
1) Un photon (grain de lumière) vient exciter un atome constitué d'un noyau positif et d'électrons négatifs qui tournent autour de lui sur différentes couches. Un des électrons excités par ce photon, va passer sur une couche supérieure.

2) Un autre électron situé plus haut va venir prendre la place du premier en libérant de l'énergie sous forme d'un nouveau photon d'énergie inférieure, ici une lumière visible.

spectre d'une lampe à incandescence



spectre d'un tube fluorescent



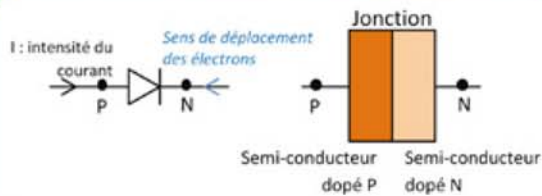
Comme on le voit sur ces deux spectres, chaque type de lampe a sa propre répartition en longueur d'onde. Les lampes à incandescence qui couvrent toutes les couleurs de l'arc en ciel, émettent beaucoup plus d'infrarouge que les tubes fluorescents : elles chauffent davantage.

# Les diodes électroluminescentes LED/DEL

## PRINCIPE

Une diode est formée par deux semi-conducteurs\* accolés. L'un est dopé P et l'autre N. Elle ne laisse passer les électrons que dans un sens : de la partie dopée N vers la partie dopée P.

\* Un semi-conducteur est un conducteur médiocre comme le silicium Si, le germanium Ge ou l'arséniure de Gallium (AsGa).



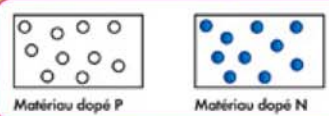
# LED



### Dopage d'un semi-conducteur

On obtient un semi-conducteur dopé P en remplaçant certains de ses atomes par d'autres ayant un électron de moins. Il se forme alors un « trou » c'est-à-dire une lacune d'électron (rond blanc). Le matériau reste globalement neutre.

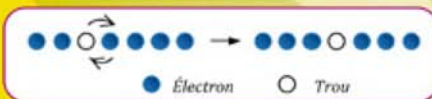
On obtient un semi-conducteur dopé N en remplaçant certains de ses atomes par d'autres ayant un électron de plus. On augmente ainsi le nombre d'électrons susceptibles de se déplacer (les points bleus).



### Conduction dans les semi-conducteurs dopés

Dans les semi-conducteurs, on peut considérer que la conduction du courant s'effectue par les électrons ou par... les trous !

Quand un électron quitte sa place, il laisse en effet derrière lui un trou. Un électron voisin peut venir le combler, on peut dire que « le trou se déplace ». Lorsqu'un électron se déplace vers la gauche, le trou, lui, se déplace vers la droite.



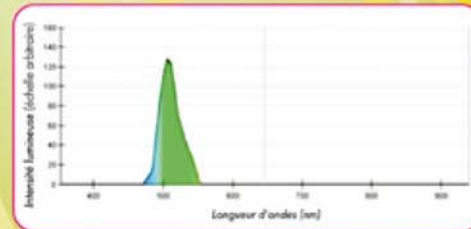
### Production de lumière par une DEL de couleur

Les diodes électroluminescentes (DEL) émettent de la lumière lorsqu'elles sont parcourues par un courant électrique : les électrons circulent dans le circuit, du - vers le +, donc du semi-conducteur N vers le semi-conducteur P.

Chaque fois qu'un électron passe dans la jonction entre les deux semi-conducteurs, il vient remplir un trou. Ce passage s'accompagne de l'émission d'un photon.



La tension nécessaire au fonctionnement de la DEL et la couleur de la lumière émise (donc l'énergie du photon émis) dépendent des semi-conducteurs utilisés.



Specre d'une diode bleu-vert.

### La DEL blanche



La lumière blanche est produite par une DEL en mélangeant différentes couleurs, ou longueurs d'onde. La méthode la plus simple est la DEL « multipuces », constituée d'un assemblage de trois DEL : une rouge, une bleue et une verte.

Mais l'approche actuellement la plus répandue, dite DEL « à conversion de couleur », consiste à recouvrir une DEL bleue par une couche de « luminophores » ; ces derniers absorbent une partie de la lumière bleue et la convertissent en une lumière qui paraît jaune. Le mélange de la lumière bleue de la

DEL et de la lumière jaune des luminophores donne une lumière pratiquement blanche.



Specre d'une diode blanche.



L'Orme des Merisiers - SAINT-AUBIN - BP 48 - 91192 Gif-sur-Yvette Cedex

Tél : 01 69 35 90 20

[www.synchrotron-soleil.fr](http://www.synchrotron-soleil.fr)