



Super
KIMY

LE RAYONNEMENT LASER

L'acronyme LASER signifie en anglais **Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation** : Amplification de la lumière par émission stimulée de radiation.

C'est donc la création d'un rayonnement lumineux particulier.

DONNEES PRELIMINAIRES

I - LA LUMIERE

Le rayonnement lumineux est constitué d'ondes électromagnétiques qui se propagent à très grande vitesse (près de 300 000 km par seconde). Ces ondes transportent un champ électrique E et un champ magnétique B qui sont perpendiculaires l'un à l'autre. La longueur d'onde λ (lambda) est la distance qui sépare la crête de deux vagues (fig. 1). Ce rayonnement transporte de l'énergie sous forme de grains ou quanta lumineux. L'association onde-particule s'appelle un photon.

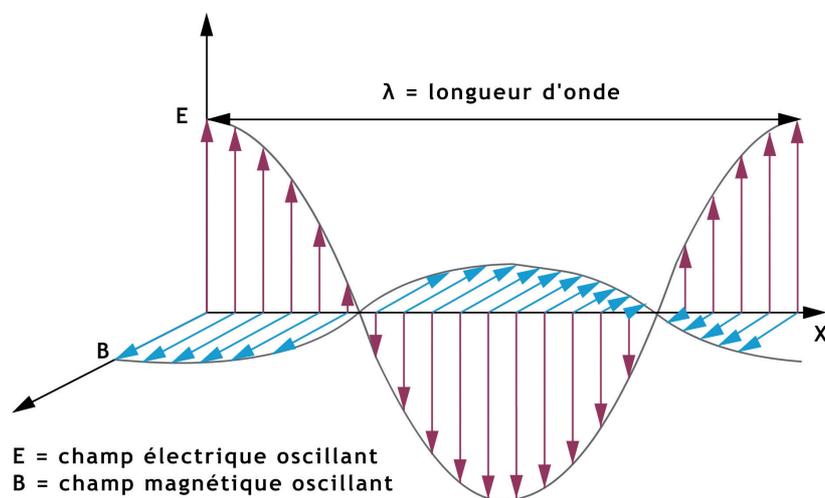


Fig. 1 - La longueur d'onde λ (lambda) est la distance qui sépare la crête de deux vagues

La lumière visible par l'œil humain est comprise entre les longueurs d'onde de 0,38 (violet) à 0,78 micromètre (rouge) (un micromètre correspond à un millionième de mètre ou encore à un millième de millimètre).

La « couleur » est associée à une énergie. Cette énergie associée est inversement proportionnelle à la longueur d'onde : elle augmente du rouge au violet.

Outre la lumière visible, par extension, on appelle parfois « lumière » d'autres ondes électromagnétiques, telles que celles situées dans les domaines infrarouge (IR, longueur d'onde supérieure à 0,78 micromètre) et ultraviolet (UV, longueur d'onde inférieure à 0,38 micromètre).

Dans le spectre visible, le nombre de **sept couleurs** (rouge, orangé, jaune, vert, bleu, indigo, violet) a en partie été choisi à cause de l'**analogie entre la lumière et le son**, la gamme musicale comprenant sept notes par octave. Il correspond aussi approximativement au nombre de couleurs qu'un individu moyen peut discriminer dans le spectre lumineux. Le plus critiqué des choix de Newton est de faire de l'**indigo** une couleur principale, alors qu'il correspond à une gamme de fréquences très étroite. Souvent, dans les figurations symboliques des arcs en ciel, on préfère donc l'éliminer pour ne garder que **six couleurs**, qui ont l'avantage de consister en **trois couleurs fondamentales** (rouge, bleu, jaune) pouvant générer les trois autres par **synthèse soustractive** (fig. 2).



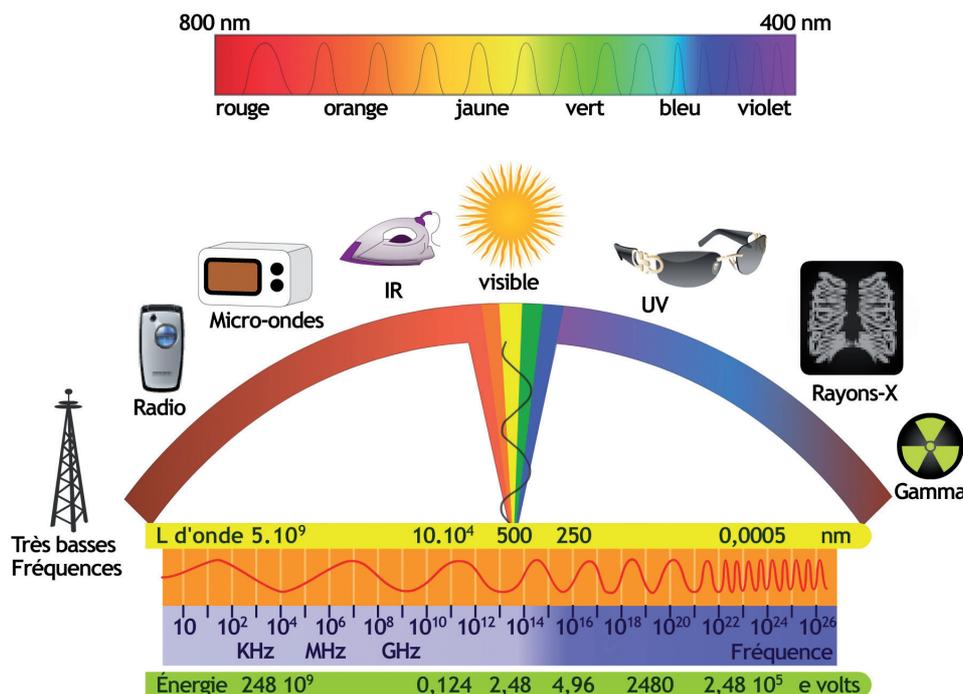


Fig. 2 - Détail du spectre visible

II - LES ELECTRONS

La plus petite partie d'un élément chimique est l'atome que l'on peut décrire de façon simplifiée comme l'assemblage d'un noyau, lui-même constitué de protons de charge positive et de neutrons non chargés, entouré d'électrons de charge négative. Le noyau concentre quasiment toute la masse. L'ensemble de l'atome est électriquement neutre. Tous les atomes qui possèdent le même nombre de protons ou de neutrons se comportent comme un même élément chimique : c'est le nombre d'électrons d'un atome qui détermine ses propriétés chimiques.

Les électrons se déplacent dans l'atome, mais ils sont astreints à posséder certaines énergies très précises qui sont en nombre limité. Seuls ces états énergétiques sont accessibles aux électrons et ceux-ci peuvent passer de l'un à l'autre en gagnant ou perdant la différence d'énergie qui sépare les niveaux.

Les états excités sont (plus ou moins) instables.

PRINCIPE DE L'EMISSION LASER

Le laser est une source de lumière émise par la matière (solide, liquide ou gaz).

Dans un matériau d'accueil, on met une impureté (ou élément dopant).

Les électrons de cette impureté ont plusieurs états d'énergie possibles : ils peuvent être dans l'état le plus bas et le plus stable (état fondamental) ou dans des états plus ou moins excités. On peut leur fournir de l'énergie pour les faire passer du niveau fondamental au(x) niveau(x) excité(s) (fig. 3).

3 ETAPES CONDUISENT À L'EMISSION LASER

1- L'ABSORPTION D'ENERGIE

Elle est fournie par une excitation extérieure (énergie transportée par le rayonnement lumineux qui éclaire le matériau laser, ou une énergie électrique) qui porte les électrons du dopant dans un état excité. Cette excitation du milieu laser porte le nom de pompage optique.

Il faut que les états excités des électrons soient accessibles et il faut donc une **excitation** adaptée : en clair, fournir exactement l'énergie nécessaire pour faire monter les électrons vers l'état excité.

2- LA DESEXCITATION (OU RETOUR AU REPOS)

Elle qui libère de l'énergie sous forme de lumière (photons) dont la longueur d'onde, donc la couleur, dépend de la différence d'énergie entre les deux niveaux. La « couleur » obtenue pour le rayonnement laser dépend de l'énergie libérée lorsque les électrons retournent au « repos » : plus ils « tombent de haut », plus l'énergie sera grande et plus la couleur ira vers le bleu, l'ultraviolet et le domaine des courtes longueurs d'onde (voir plus haut).

3- LE «RECYCLAGE»

Le recyclage d'une partie de cette énergie émise est réalisé par le confinement de l'émission laser dans une cavité appelée **cavité laser**, dont les propriétés optiques particulières sont telles que seule une partie du rayonnement produit en sort. Le reste est «recyclé» et amplifié par le milieu laser. Le faisceau émergent est bien collimaté, c'est-à-dire dirigé vers une direction précise, et très peu divergent (cavité à faces planes et parallèles).

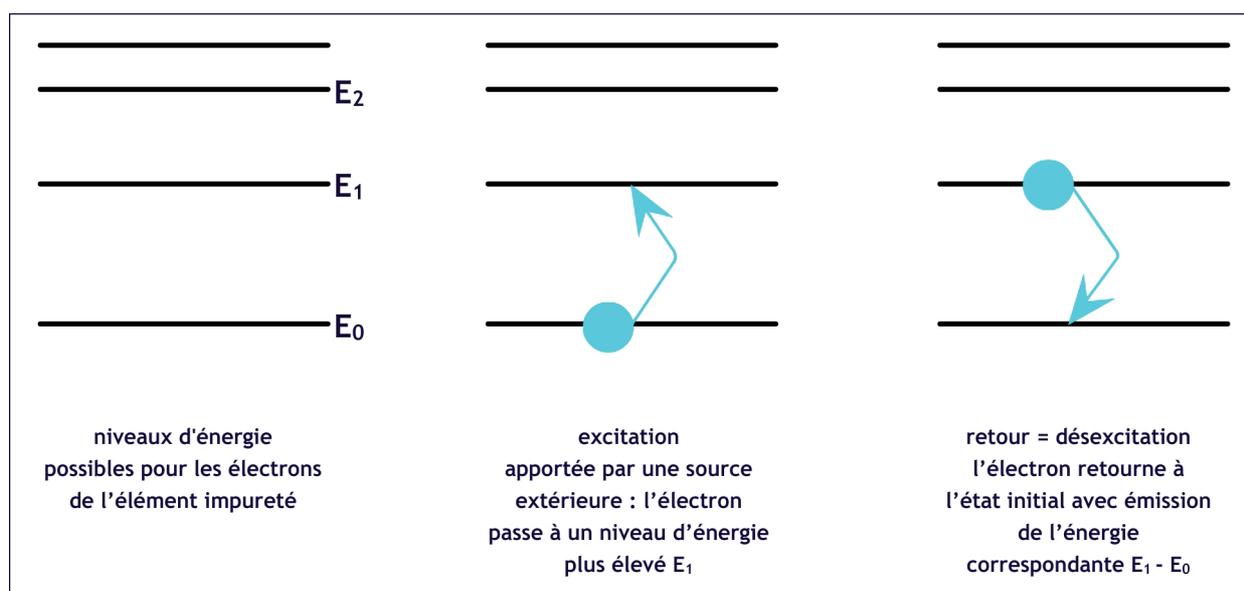


Fig. 3 - Les électrons : excitation - désexcitation

POUR FAIRE UN LASER

Un exemple simple est celui d'un laser solide, constitué d'un cristal (matière régulièrement ordonnée) **dopé par un élément** qui présente des niveaux d'énergie excités aisément accessibles (atome **excitable**). C'est le choix de ce dopant qui donnera la couleur du rayonnement laser.

Exemple: le laser à rubis

Le cas typique est celui du rubis. Le « matériau pur » est incolore ; c'est un solide composé d'un empilement régulier d'atomes d'aluminium (Al) et d'oxygène (O), 2 atomes Al pour 3 atomes O. C'est un oxyde de formule chimique Al_2O_3 (appelé alumine ou corindon). Dans ce cristal incolore, l'introduction de faibles quantités (environ un pour cent) de certaines impuretés, provoque une coloration (on appelle cela le dopage) :

- un peu de nickel (Ni) suffit à lui donner une coloration jaune,
- un peu de titane (Ti) et de fer (Fe) donne une coloration bleue, associée à la pierre précieuse qu'on appelle communément le saphir,
- un mélange de nickel (Ni) et de chrome (Cr) donne une couleur orange (ce saphir de couleur porte le nom de « padparadscha »),
- un mélange de chrome (Cr), titane (Ti) et fer (Fe) donne une couleur violette,
- un peu de vanadium (V) donne une couleur verte,
- un peu de chrome colore le cristal en rouge, c'est le rubis, connu depuis l'antiquité en joaillerie.

La découverte du premier laser s'est faite avec un monocristal de rubis (alumine dopée au chrome) en 1960 par Théodore Maiman. Il avait d'abord constaté que le rubis, éclairé par une forte lumière, pouvait émettre un faisceau rouge (longueur d'onde : 0,694 micromètre). L'idée nécessaire à la réalisation d'un laser à partir de cette propriété d'émission du rubis résidait dans la canalisation de cette lumière rouge. Pour cela, le cristal laser, ici le rubis, a été mis dans une cavité, une « boîte » cylindrique ayant pour fonction de permettre à la lumière rouge émise de sortir selon une seule direction, celle de son axe.

Cette cavité est limitée par deux miroirs, l'un parfait, l'autre réfléchissant à -98%. On a donc en gros 98% des photons qui sont confinés dans la cavité et contribuent à amplifier l'émission lumineuse et 2% qui s'échappent : c'est le rayon laser (voir fig. 4).

La couleur du rayon laser obtenu correspond ici exactement à la différence d'énergie entre le niveau excité utilisé et l'état au repos de l'ion chrome soit 0,694 micromètre, longueur d'onde située dans le rouge.

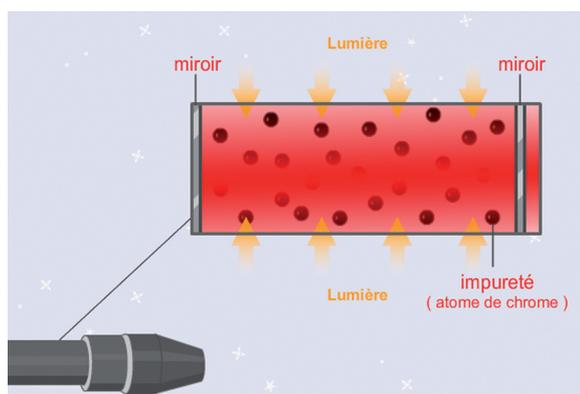


Fig. 4 - Fonctionnement d'un laser

PROPRIETES DU RAYONNEMENT LASER

Le **rayonnement laser** est **monochromatique** : il contient une seule couleur parce que l'on choisit comme dopant un élément qui offre un seul type de niveau excité accessible (en principe). En se désexcitant, les électrons libèrent tous la même énergie, d'où le caractère monochrome.

La lumière ordinaire, elle, est en réalité la juxtaposition des couleurs de l'arc-en-ciel.

La lumière ordinaire est multidirectionnelle : les différentes ondes lumineuses se déplacent dans toutes les directions à partir de la source.

La lumière laser est **monodirectionnelle** : toutes les ondes lumineuses se déplacent dans la même direction. Le rayon laser est très peu divergent.

La lumière ordinaire est désordonnée : les différentes ondes lumineuses ne sont pas émises en même temps, elles oscillent de manière désordonnée.

La **lumière laser** est **ordonnée**, on dit qu'elle est **cohérente** : toutes les ondes ont leurs « bosses » ou leurs « creux » aux mêmes endroits. On dit qu'elles sont en phase.

On peut comparer la lumière laser à une armée de petits soldats marchant au pas cadencé, et la lumière ordinaire à une foule de personnes se déplaçant au hasard, sur une grande place par exemple (fig. 5).



Fig. 5 - On peut comparer la lumière laser à une armée de petits soldats...

Une source « classique » de lumière, comme une lampe à incandescence, émet une lumière blanche, polychromatique, quand on chauffe son filament avec un courant électrique.

Dans un laser, la source de lumière est concentrée, et l'énergie possède une seule longueur d'onde. On a donc une énergie lumineuse intense concentrée dans un faible volume et d'une seule couleur.

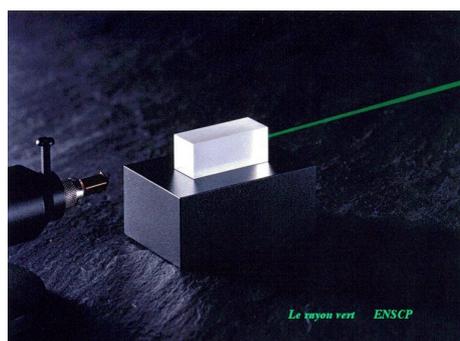


Fig. 6 - Cristal émettant un rayonnement laser vert

APPLICATIONS DU RAYONNEMENT LASER

Les applications technologiques des lasers sont très diverses, selon les puissances et les couleurs utilisées, et se retrouvent dans de nombreux aspects de la vie quotidienne :

- **l'alignement d'objets**, qui exploite la directionnalité du rayonnement laser.
- **la mesure de distances** qui utilise également la faible divergence du faisceau. Il n'y a rien de plus simple : on envoie vers l'objet un rayon laser qui rebondit dessus et, comme il va en ligne droite, et qu'il ne s'élargit pas, il revient d'où il est parti. Or la lumière se déplace à peu près à 300 000 kilomètres par seconde, et l'on connaît cette valeur avec une grande précision. On mesure donc le temps que le rayon a mis pour faire l'aller-retour pour calculer la distance à laquelle se trouve l'objet. L'expérience a été effectuée dans le cas de la Lune, qui se trouve à près de 400 000 kilomètres de la Terre ; il a fallu à peine plus de deux secondes et demie pour que la lumière fasse un aller-retour depuis la Terre. On mesure tout aussi bien la distance entre deux murs dans un appartement.
- **la lecture des code-barres** qui utilise un rayonnement laser muni d'un mouvement automatique de balayage à vitesse constante. Ainsi le rayon laser va parcourir toute la largeur du code-barres. En fonction de la zone (sombre

ou claire) au-dessus de laquelle le laser va passer, il va être réfléchi différemment, et le lecteur pourra donc savoir s'il est au-dessus d'une zone claire ou sombre. L'information ainsi codée est reconnue : elle permettra de connaître le prix de l'article analysé.

- **la lecture laser sur support disque.** Sur un tel support de stockage optique, l'information est stockée, gravée, sous la forme de petites zones mates ou réfléchissant la lumière, dont la taille est de l'ordre du micromètre, soit un millionième de mètre. Deux possibilités : le rayon passe ou se réfléchit. Nous avons là les deux éléments du système binaire permettant le codage informatique. Plus la longueur d'onde du laser est courte (quand on passe du rouge au jaune puis au vert, au bleu, au violet), plus le faisceau peut être concentré sur une petite zone. Plus la taille des zones gravées que l'on peut repérer est alors petite, plus la quantité d'information stockée peut être importante.

- **la découpe et l'usinage des pièces industrielles ou la chirurgie laser,** qui exploitent la forte puissance et la directionnalité du rayonnement laser pour agir localement à un endroit bien déterminé.

PROPOSITIONS D'EXPERIENCES SUR LE RAYONNEMENT LASER

On illustre le thème du ciel et de la Terre, plus spécifiquement la lumière émise par le Soleil (spectre visible), ce qui permet de découvrir en particulier la complémentarité des couleurs et la notion de trajet rectiligne de la lumière (voir thème Lumière et Ombres).

Grâce à l'utilisation d'un stylo laser, on aborde dans une deuxième partie les notions de mesure des longueurs, d'horizontalité, de verticalité, de mesure d'aires, l'approche des grands nombres et des fractions.

Les échanges transcrits ci-dessous, entre le professeur P et ses élèves E, sont donnés à titre indicatif pour illustrer les étapes possibles du travail de classe et pourront être adaptés si nécessaire à l'âge et au niveau de connaissance des élèves.

Remarque : on a écrit en italique les notions que le professeur peut aborder, sans toutefois que le vocabulaire spécifique correspondant soit à maîtriser et à retenir par les élèves.

I - MATERIEL REQUIS

- un récipient en verre, de préférence de forme parallélépipédique, rempli d'eau,
- un projecteur de diapos (pour le faisceau de lumière blanche),
- un brumisateur, genre lave-vitres, capable de fabriquer un brouillard de gouttes d'eau
- un prisme,
- une reproduction du spectre visible,
- une reproduction du spectre électromagnétique,
- des feuilles de papier à dessin,
- une boîte de peintures et un pinceau,
- une alimentation électrique pour lampes spot, et quatre lampes de ce type : blanche, bleue, verte, rouge,
- un disque avec des secteurs alternativement colorés en bleu, vert et rouge,
- un moteur de ventilateur, ou simplement un petit moteur fonctionnant sur pile,
- une lampe de poche,
- un pointeur laser de couleur rouge,
- des codes barres,
- quelques CD « Blu-Ray » et CD classique
- éventuellement, un cristal rouge de rubis servant de cristal laser.

II - CONNAISSANCES ABORDEES

- Décomposition de la lumière blanche émise par le Soleil : le spectre visible et ses 6 couleurs principales
- *Notion de longueur d'onde*
- Complémentarité des couleurs
- *Trajet rectiligne de la lumière*
- *Extension au spectre électromagnétique*
- Mesure de longueurs et d'aires
- Notions d'horizontalité et de verticalité
- Approche des grands nombres et des fractions

III - DUREE APPROXIMATIVE DE LA SEANCE COMPLETE

Si nécessaire, la première partie (décomposition de la lumière blanche, d'une durée voisine de 50 à 60 min) peut être dissociée de la deuxième partie (expériences sur le rayonnement laser) dont la durée est voisine de 30 mn. Remarque : Il est absolument nécessaire d'effectuer la première partie de la séance un jour où il fait soleil, de manière à ce que les élèves puissent réellement observer personnellement le spectre visible, c'est-à-dire la décomposition de la lumière blanche émise par le Soleil.

I - DECOMPOSITION DE LA LUMIERE BLANCHE

On illustre le thème du ciel et de la Terre, plus spécifiquement la lumière émise par le Soleil (spectre visible), ce qui permet de découvrir en particulier la complémentarité des couleurs et la notion de trajet rectiligne de la lumière (voir thème Lumière et Ombres).

P : tout le monde sait que la lumière émise par le soleil est « blanche ». Et pourtant, on a parfois rencontré des phénomènes qui nous prouvent le contraire. Qui peut dire à quelle occasion ?

E : à l'occasion de la fin d'un orage en été. Le soleil se dégage brusquement des nuages derrière nous et on voit devant nous un arc en ciel qui contient plein de couleurs.

P : oui, c'est exact. Combien parmi vous l'ont observé ?

E : réponses des élèves

P peut montrer un exemple d'arc-en-ciel observé au-dessus des chutes du Niagara



Fig. 1 - Chutes du Niagara

P : c'est ce qu'on appelle la décomposition de la lumière blanche du soleil. Et qui peut dire combien de couleurs on peut voir ?

E : réponses des élèves, échanges entre E et P

P : comment mettre en évidence cette décomposition de la lumière blanche ?

P demande aux élèves de dire ce qui se passe quand l'orage se termine et qu'on voit l'arc en ciel..

E : on dirait qu'on voit une sorte de brouillard, un autre : il tombe encore de l'eau

P : qu'est-ce qu'un brouillard ?

E : un amoncellement de petites gouttes d'eau

P : eh bien, on va voir celui qui dit vrai, ou c'est dû au passage de la lumière blanche du soleil à travers l'eau, ou c'est dû à la présence de ces fameuses gouttes.

On dispose du récipient de verre rempli d'eau. On fait passer au travers le faisceau de lumière blanche émise par le soleil, en regardant du côté où arrive la lumière. Résultat : le faisceau reste blanc

On utilise alors le dispositif capable d'envoyer un léger brouillard dans l'atmosphère, on fait passer le faisceau à travers. Résultat, la lumière blanche est décomposée. L'observation se fait individuellement, en respectant les bonnes conditions d'angle et de luminosité.

Pratiquement, on procède de la manière suivante :

- *Dans la classe.*

On peut utiliser un brumisateur de solution pour nettoyer les vitres, mais attention, il faut que le jet soit continu sur un assez grand laps de temps (une dizaine de secondes par exemple) pour que le phénomène soit observable. Ceci nécessitera donc d'appuyer plusieurs fois par à-coups pour obtenir un brouillard continu.

- *Dans la cour.*

C'est évidemment l'idéal, s'il y a du soleil bien sûr. Il suffit de disposer d'un tuyau d'arrosage et de s'arranger pour faire le fameux brouillard en jouant sur la pression, quitte à pincer le tuyau si nécessaire.

- *Pour le Professeur*

Les conditions optimales d'observation de l'arc-en-ciel sont les suivantes :

Il faut avoir le soleil dans le dos (ou un faisceau intense de lumière blanche) et observer le brouillard en respectant deux impératifs. Tout d'abord un angle minimum d'environ 40 degrés entre les lignes soleil-brouillard et brouillard-observateur. Ensuite, il faut éviter d'être ébloui par la lumière du soleil car, avec un brouillard peu épais, l'intensité de couleurs observée n'est pas très importante. Pour un arc-en-ciel dans la nature, on observe sur un fond de nuages sombres ou de forêts. Ici, il est conseillé de ménager un contraste important, par exemple en laissant entrer la lumière par une porte qui laissera en même temps une zone d'ombre sur le mur ou l'écran qui servira à observer. On regarde au voisinage de la limite entre les deux zones (pour bien éclairer le brouillard tout en voyant le fond sombre derrière).

P : conclusion : c'est bien la présence des gouttes d'eau qui entraîne la décomposition de la lumière. On dit que chaque goutte joue le rôle d'un prisme pour la lumière blanche. Le rayon lumineux est plus ou moins dévié par la goutte, puis décomposé en plusieurs couleurs.

Explication succincte du phénomène physique :

Le schéma ci-contre représente une goutte d'eau supposée sphérique et le parcours du rayon lumineux à travers la goutte. Le rayon lumineux subit tout d'abord une réfraction par la surface extérieure de la goutte, puis se réfléchit sur la surface sphérique interne, et enfin ressort en dehors de la goutte par un nouveau phénomène de réfraction. L'angle moyen entre le rayon incident et le rayon sortant est de l'ordre de 40 degrés. C'est durant le phénomène de réflexion que le faisceau incident perd une très grande partie de son intensité, d'où la nécessité d'observer l'arc-en-ciel sur un fond sombre (le fond de gros nuages noirs d'orage dans la nature).

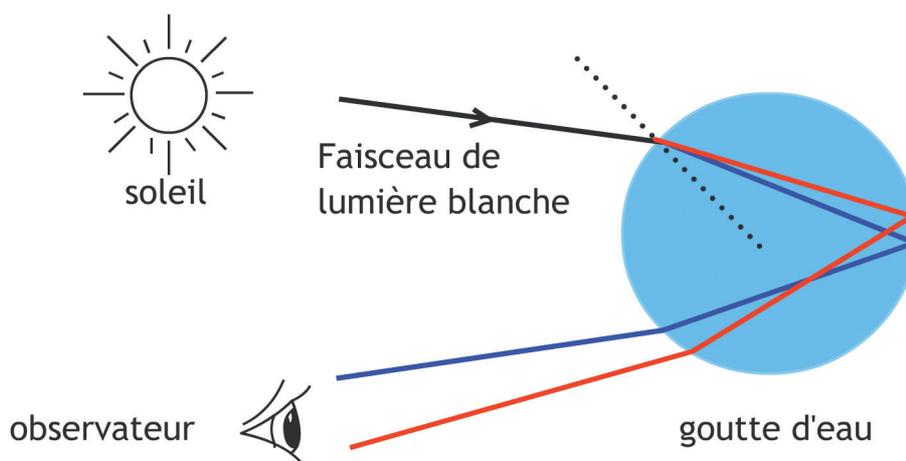


Fig. 2 - Faisceau lumineux à travers la goutte d'eau

P : Chaque couleur correspond à une longueur d'onde. La longueur d'onde est comme la distance qui sépare deux vagues l'une de l'autre sur la mer, ou sur un étang lorsqu'on y lance une pierre.

P peut faire dialoguer ses élèves sur les expériences personnelles qu'ils ont vécues en lançant des pierres dans l'eau d'un étang.

P : et si on faisait la même expérience avec un vrai prisme en verre, mais en regardant cette fois ce qui se passe derrière le prisme, par exemple avec un écran ? (P peut dessiner au tableau un prisme triangulaire en montrant comment le faisceau de lumière blanche peut être différemment dévié). On fait l'expérience et on voit manifestement que la lumière blanche est décomposée en plusieurs couleurs. On a « reproduit » les couleurs de l'arc en ciel, et plus simplement !

P : reportons les différentes couleurs.

E : les élèves le reportent sur leur cahier.

P : combien de couleurs ?

E : réponses : six ou sept

P : on dit souvent que l'arc en ciel comporte sept couleurs : rouge, orange, jaune, vert, bleu, indigo, violet. Dans la réalité, il est préférable de les regrouper en six couleurs, puisque vous voyez que l'indigo est très étroit sur le spectre : rouge, orange, jaune, vert, bleu, violet.

P montre le spectre visible avec ses domaines plus ou moins larges.

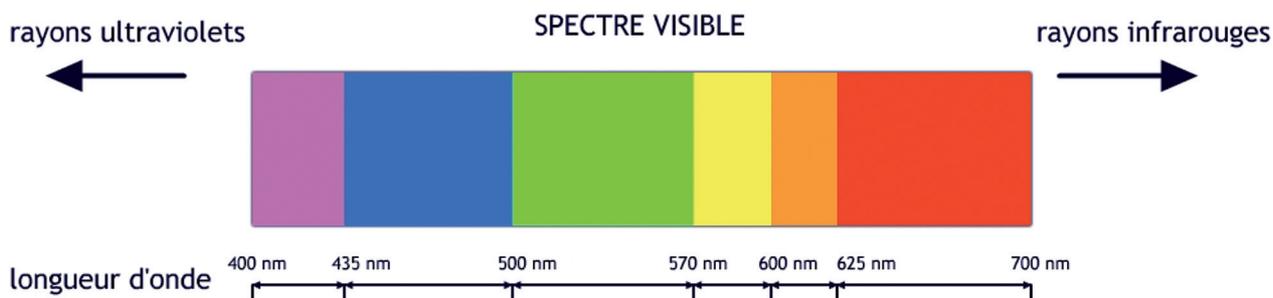


Fig. 3 - Détail du spectre visible

E : doivent repérer et indiquer les différentes couleurs du spectre
 P : qu'est-ce qu'on obtient quand on mélange les couleurs ?
 E : mélangent les couleurs deux à deux avec leur pinceau. Ils voient qu'ils obtiennent de l'orange avec du rouge et du jaune, du vert avec du jaune et du bleu, du bleu avec du vert et du violet
 P : on obtient donc d'autres couleurs de cette façon
 P : revenons au spectre visible. Quels sont les domaines les plus larges ?
 E : bleu, vert et rouge
 P : que se passe-t-il si on mélange ces 3 couleurs ?
 E : ?
 P : eh bien, faisons cette expérience ? E envoie 3 spots de lumière rouge, verte et bleue sur un écran. Que voit-on ?
 E : on voit du blanc au centre.
 P : on voit donc que la lumière blanche est quasiment la somme des domaines bleu, vert et rouge.
 On peut voir la même chose en coloriant trois secteurs en bleu, vert et rouge sur un disque en carton. On le fait tourner à toute vitesse (à l'aide du moteur d'un ventilateur par exemple) et on observe que le disque apparaît blanc ...

P fait remarquer qu'il est assez facile de montrer que la lumière blanche peut se décomposer en six couleurs différentes, mais par contre qu'il serait beaucoup moins facile de recomposer la lumière blanche à partir de l'ajout des six couleurs en question (problèmes d'absorption, de réflexion, de dosage des différentes couleurs, etc.)

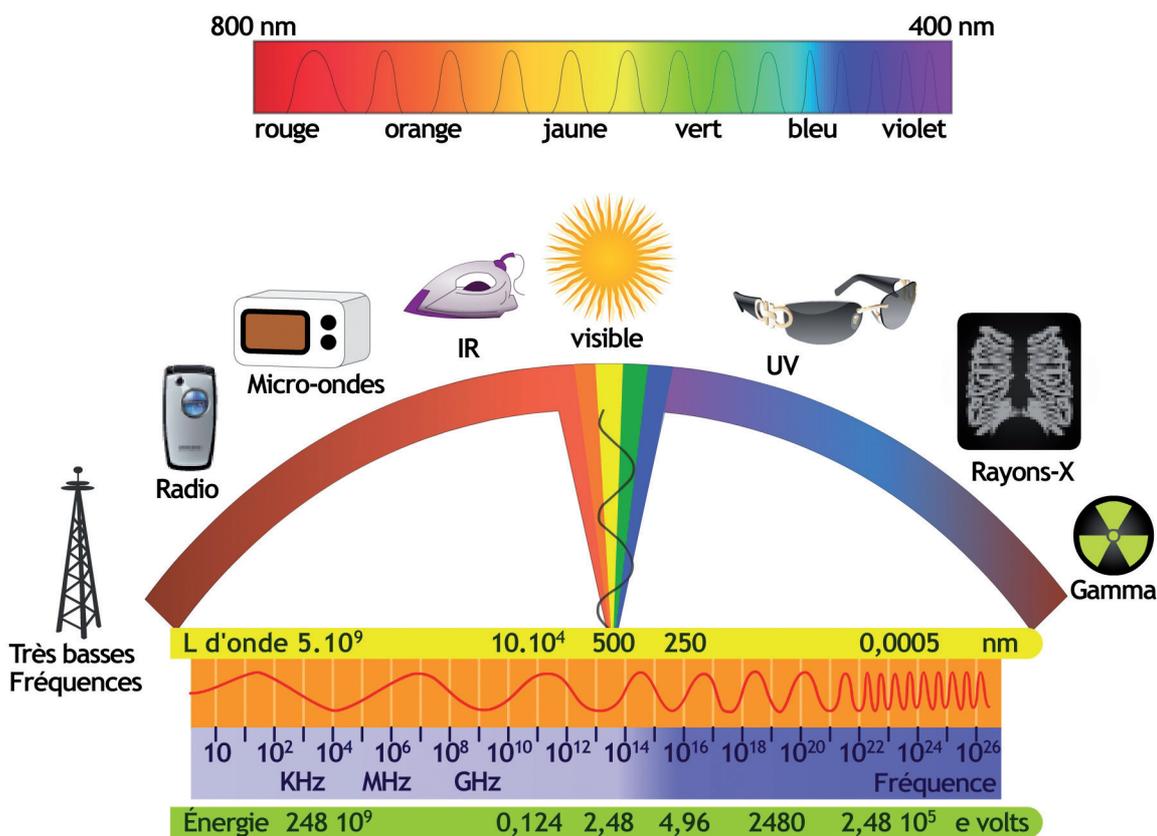


Fig. 4 - Spectre Electromagnétique

P peut montrer à ses élèves que le spectre visible n'est qu'une toute petite partie d'un grand ensemble, le

spectre électromagnétique, qui regroupe la totalité des rayonnements émis dans l'atmosphère. Comme les élèves E sont maintenant familiers des différents sigles utilisés couramment pour désigner les différents domaines de longueurs d'onde (ou de fréquences), il sera assez facile de leur faire passer ces notions de manière intéressante, en référence aux objets courants qui exploitent les différentes fréquences.

En fin de séance, P peut donner à chacun de ses élèves les reproductions du spectre visible et du spectre électromagnétique.

II - EXPERIENCES SUR LE RAYONNEMENT LASER

Grâce à l'utilisation d'un stylo laser, on aborde dans une deuxième partie les notions de mesure des longueurs, d'horizontalité, de verticalité, de mesure d'aires, l'approche des grands nombres et des fractions.

P : il faut essayer de montrer que le faisceau émis par un laser a des propriétés très différentes des faisceaux émis par des rayonnements classiques obtenus par chauffage d'un filament.. On dispose de deux écrans blancs, d'une lumière émise par un projecteur de diapos, par une lampe de poche et par un stylo laser rouge. Comment montrer que le faisceau laser est plus étroit que les deux autres ?

E : propositions des élèves

P : oui, on va disposer le premier écran à 50 cm de la source lumineuse et l'autre à 5 m et on pourra ainsi voir la différence de surface lumineuse éclairée par les trois sources.

E : les élèves mesurent les diamètres des différentes surfaces éclairées (variant dans le même sens que les aires).

P : quel faisceau ne varie pas en surface ?

E : le faisceau laser

P : on voit ainsi que le faisceau laser a des propriétés particulières : il émet dans une direction privilégiée, sa largeur ne varie pratiquement pas, son intensité est importante. On dit que le faisceau laser est unidirectionnel et intense.

P : imaginez des applications à cette propriété

E : propositions des élèves

P : parmi ce que vous proposez, on va voir comment on peut aligner des objets avec un laser. Quels sont les objets qu'on peut aligner dans une classe ?

E : les tables

P : oui,

E alignent trois coins de tables à l'aide du stylo laser mis à leur disposition

P : essayons maintenant de montrer comment on peut utiliser des propriétés très particulières du faisceau laser : l'émission d'une très petite longueur d'onde.

P : commençons par les codes barres que vous allez agrandir avec le matériel informatique dont on dispose

E : agrandissent les codes barres sur leur écran d'ordinateur

P : qu'observe-t-on ?

E : des zones alternativement blanches et noires, de largeur variable, mais très proches les unes des autres

P : grâce à sa couleur bien définie (ou sa longueur d'onde unique), le faisceau laser balaye les barres du code et peut lire et déchiffrer une à une les infos contenues sur le code barres. La longueur d'onde est de l'ordre du nanomètre.

P : à ce propos, nous allons essayer de savoir ce que représente un nanomètre. Que veut dire le préfixe nano ?

E : réponses diverses

P : la bonne réponse est que le nano correspond à 1 milliard de fois moins que l'unité. Un nanomètre est donc égal à un milliardième de mètre (1/1 000 000 000)

P : reprenons le spectre visible. Dites-moi à combien de nanomètres correspond le domaine du rouge, celui du vert et celui du rouge

E : réponses des élèves.

P : ainsi le laser qui émet dans le rouge a une longueur d'onde d'environ 700 nanomètres. Si on avait un laser bleu,

il correspondrait à une longueur d'onde d'environ 500 nanomètres, donc plus petite.

P : si on parle maintenant des deux types de CD, comment peut-on les différencier ?

E : sur le « Blu-Ray », on peut entendre nettement plus de musique !

P : oui c'est vrai. Et pourquoi ?

E : ?

P : avec quoi sont lus les CD ?

E : avec un laser

P : oui. Le laser lit les petites zones du CD qui ont été initialement gravées à l'aide d'un autre faisceau laser. La distance qui sépare ces zones est donc voisine de la longueur d'onde du faisceau laser. Si je vous dis que le Blu-Ray correspond à un rayonnement bleu, et que le CD classique à un rayonnement rouge, dites-moi pourquoi on peut lire plus de musique sur le premier.

E : sur le « Blu-Ray », car la longueur d'onde du faisceau est de 500 nanomètres alors qu'elle est de 700 pour le CD classique. Comme les CD sont de même dimension, on peut mettre plus de musique sur le premier.

P : je vous montre un cristal de rubis de couleur rouge qui sert de matériau laser pour émettre dans le rouge.