

FICHE PEDAGOGIQUE

La lumière 1

« Les principes de la lumière »

I. INTRODUCTION

La lumière : une forme d'énergie

Pour nous, la lumière est d'abord ce phénomène extraordinaire qui éclaire le monde et le rend visible. Que ferions-nous sans elle ? Depuis qu'il a ouvert les yeux sur le monde, l'être humain vénère le Soleil, dieu de la lumière, source de vie et de sécurité. Depuis l'émergence du questionnement rationnel, nous questionnons maintenant la nature physique de ce phénomène. Mais qu'est-ce donc que la lumière ?

La lumière est une forme d'énergie produite par la matière. Pour comprendre comment elle est générée, il faut examiner les constituants même de la matière, c'est-à-dire les atomes.

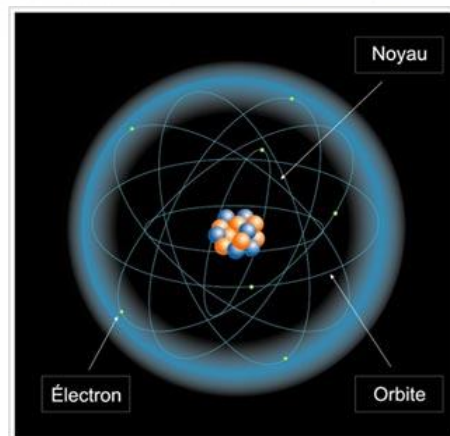
Un atome ressemble un peu à une ruche autour de laquelle tourne de gros essaims d'abeilles : la ruche correspond au noyau de l'atome tandis que les essaims d'abeilles représentent les nuages d'électrons que l'on retrouve autour du noyau.

Noyau et électrons ont cependant une propriété particulière : celle d'être électriquement chargés. Qui plus est, les charges électriques qu'ils portent sont opposées. Ainsi, le noyau atomique possède une charge que l'on dit « positive » et les électrons une charge opposée dite « négative ». Or, dans le monde des particules atomiques, les contraires s'attirent ; conséquemment noyau et électrons sont mutuellement liés au sein de l'atome.

Les électrons subissent la force d'attraction du noyau et seules certaines « orbites » spécifiques situées à des distances précises leur sont permises.

Si un électron ne peut occuper n'importe quelle position autour du noyau, il peut cependant modifier la distance qui l'en sépare en changeant d'orbitale. Pour ce faire, son contenu en énergie doit être altéré de façon à le faire correspondre exactement à celui de l'orbitale qu'il va occuper.

Pour passer d'une orbitale éloignée à une orbitale plus rapprochée, par exemple, l'électron doit se défaire d'une partie de son énergie. L'énergie libérée aura une composante électrique, mais aussi, comme tout corps chargé négativement, une composante magnétique. C'est sous la forme de petits « paquets d'énergie », appelés photons, que l'électron se débarrasse de son surplus d'énergie.





Un photon est une particule d'énergie qui n'a pas de masse et qui se déplace très rapidement. Fait étrange d'ailleurs, un photon en mouvement a la particularité d'interagir avec la matière comme le fait une onde, c'est-à-dire comme une vague à la surface de l'eau. Puisque l'onde a à la fois une composante électrique et une composante magnétique, on parle « d'onde électromagnétique ».

Photon et onde électromagnétique sont donc en quelque sorte synonymes. En langage courant, ils portent le même nom : celui de lumière. En effet, un photon n'est rien de moins qu'une « particule de lumière » et une onde électromagnétique, une « onde lumineuse ».

En conclusion :

La lumière est une forme d'énergie issue de deux composantes :

- une onde électromagnétique ondulatoire
- un aspect corpusculaire (les photons)

II. DEROULEMENT PEDAGOGIQUE

Public :

- Scolaires : primaires, collèges, lycées (cycle 3)
- Grand public : lors d'événementiels (fêtes de la science)

Nous proposons dans ce dossier, plusieurs phases pour réaliser des projets scolaires afin que les jeunes découvrent la thématique puis réalisent des projets.

Phase de découverte : Les propriétés de la lumière

a) Expérience pour décomposer la lumière du soleil (diffraction)

Objectifs :

- Décomposer la lumière blanche du soleil
- Observer les différentes couleurs visibles du spectre

Matériel nécessaire :

- Un prisme
- Une feuille blanche

Déroulement :

Placer le prisme sur un rayon de soleil et placer la feuille blanche de l'autre côté de manière à observer l'arc-en-ciel.

On peut également observer la diffraction de la lumière à travers une bulle de savon, une flaque d'eau contenant un film fin d'essence.

Explications :

En passant à travers le prisme, la lumière blanche est transformée en lumières colorées.

Le prisme est capable de décomposer la lumière blanche du soleil. Ce phénomène s'appelle la dispersion. La **dispersion** est le phénomène affectant une onde se propageant dans un milieu dit « dispersif », c'est-à-dire dans lequel les différentes fréquences constituant l'onde ne se propagent pas à la même vitesse.

b) Décomposition de la lumière avec un spectroscopie

Objectifs :

- Apprendre à manipuler un spectroscopie
- Observer les spectres de la lumière blanche

Matériel :

- Un spectroscopie

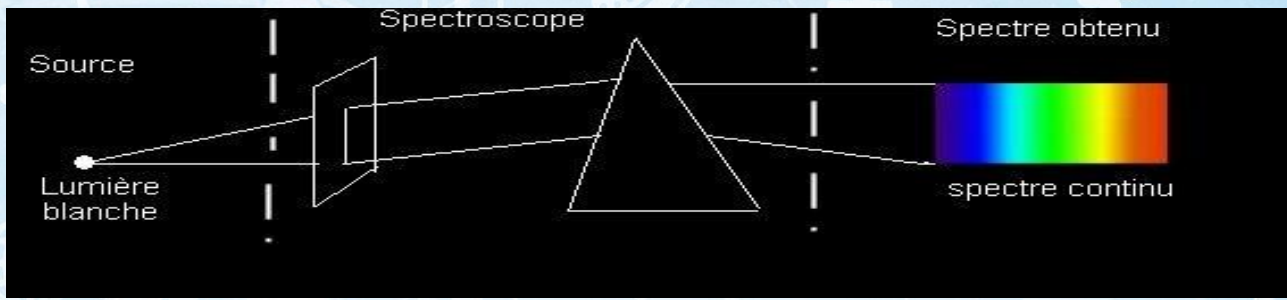


Déroulement :

Placer le spectroscopie face à la lumière du soleil et observer les différentes couleurs se décomposant au fond du spectroscopie. On peut utiliser également des lumières de néon ou autres lampes pour comparer les spectres.

Explications :

On éclaire à l'aide de la source à étudier une fente étroite ; une première lentille rend parallèle le faisceau lumineux tombant sur la face d'entrée du prisme, ou du réseau ; après dispersion de la lumière une seconde lentille donne sur un écran une suite d'images juxtaposées de la fente, chacune correspond à une longueur d'onde. Cette série d'images, les raies, constitue le spectre de la source lumineuse.



c) Recomposer la lumière du soleil : le disque de Newton

Objectifs :

- Observer la recombinaison de la lumière blanche grâce au phénomène de la persistance rétinienne

Matériel :

- Feuille blanche cartonnée
- Ciseaux
- Compas
- Bouchon en liège
- Crayon papier + gomme
- Feutres de couleur
- Un clou
- Une vrille

Le déroulement :

- Découper un disque de 15 cm de diamètre dans du papier cartonné blanc.
- Prendre un écartement d'environ 6,5 cm avec le compas. Reporter cet écart sur le cercle pour pouvoir tracer 7 secteurs angulaires.
- Coloriez chaque segment avec une couleur dans l'ordre suivant :
 - Violet ;
 - Indigo ;
 - Bleu ;
 - Vert ;
 - Jaune ;
 - Orangé ;
 - Rouge.
- Avec la vrille faites un avant trou dans le bouchon en liège.
- Piquer le clou dans le centre du disque de papier et enfoncez-le dans l'avant trou effectué dans le bouchon en liège.
- Faites tourner le disque et observez.

Que voit-on ?

Lorsqu'il tourne les couleurs du disque semblent disparaître et laissent apparaître du blanc.

Explications

Chaque couleur est perçue un court instant par notre œil : cela s'appelle la "persistance rétinienne". Comme le disque tourne rapidement les couleurs se superposent en raison de ce phénomène. Or le mélange de toutes ces couleurs donne le blanc de la lumière. Notre cerveau est donc abusé et perçoit le blanc.

d) Dispersion de la lumière :

Objectifs :

- Comprendre la dispersion de la lumière

Matériel :

- Un compact disc (CD)
- Une source de lumière blanche (torche, lampe de poche, etc...)
- Une surface blanche quelconque (feuille, tableau, etc...)

Déroulement :

- Diriger la source de lumière sur le CD.
- Orienter le CD vers la surface blanche : le rayon réfléchi par le CD est visible sur celle-ci.

Que voit-on ?

Le rayon réfléchi par le CD sur la surface n'est pas blanc, mais multicolore. Il s'est divisé en différents rayons colorés et on peut maintenant voir un arc-en-ciel sur la surface blanche.

e) Réflexion de la lumière :

Objectifs :

- Observer les différents comportements de la lumière sur des matériaux

Matériel

- Un miroir
- Un écran noir ou tout autre fond noir...
- Une feuille blanche
- Une source de lumière : laser, torche, lampe de poche...

Déroulement :

On envoie un faisceau de lumière sur différents matériaux et on compare leur comportement vis à vis de la lumière (absorption, réflexion, transmission)

Que voit-on ?

Lorsqu'on éclaire à l'aide d'un laser une feuille blanche, on observe un point rouge lumineux. Sur un écran noir, la tâche rouge est soit plus petite et moins lumineuse, soit elle disparaît totalement. La lumière est partiellement ou totalement absorbée. Si l'on promène alternativement le faisceau lumineux du blanc au noir, le point rouge semble disparaître puis réapparaître.

Lorsqu'on éclaire par un mouvement de va-et-vient une feuille blanche verticale et un miroir placé perpendiculairement, on voit le point rouge en double. Il "rebondit" sur le miroir. En fait, on observe le point rouge et son image symétrique réfléchi par le miroir.

Explications

La lumière est un ensemble de rayons lumineux composés de photons. Les photons sont des unités assimilables à des balles tirées d'un pistolet. Ils possèdent une vitesse qui leur est propre, il s'agit de la vitesse de la lumière, et par conséquent, ils possèdent une énergie associée.

Lorsque la balle rencontre un obstacle métallique, par exemple une sorte de bouclier, elle est réfléchi et est alors renvoyée plus loin. Si elle traverse alors un poster de papier collé sur un mur, on dit qu'elle est transmise, enfin, une fois que celle-ci se trouve logée dans le mur, on parlera d'absorption.

Il est bien évident qu'une telle balle provoquera un échauffement de la surface rencontrée. Ceci met en évidence le phénomène de dégagement d'infrarouge.

f) Concentration de la lumière :

Objectifs :

- Observer le phénomène de concentration de la lumière

Matériel

- Une loupe
- Une feuille de papier
- Du soleil

Déroulement :

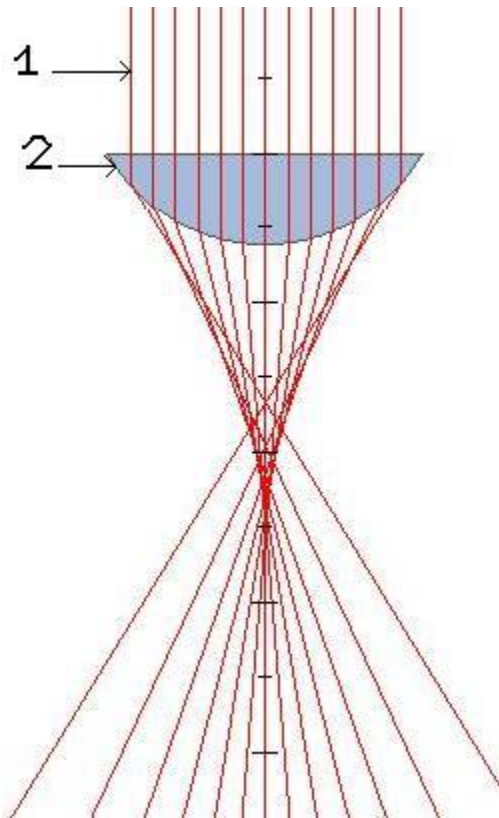
- Poser une feuille de papier par terre ou sur une table.
- Canaliser des rayons solaires avec la loupe en direction de la feuille.
- Attendre et observer.

Que voit-on ?

Au bout de quelques minutes, la feuille se met à chauffer jusqu'à roussir. Avec suffisamment de patience, on peut même arriver jusqu'à la température de combustion du papier.

Explications

La loupe concentre les rayons du soleil en un point relativement petit. De ce fait, l'énergie reçue par ce point augmente et la température de la feuille peut s'élever jusqu'à son point de combustion.



1 : Rayons Solaires

2 : Loupe

g) Déviation des rayons lumineux :

Objectif :

- Observer la déviation des rayons lumineux

Matériel :

- 1 [paille](#)
- 1 [verre](#) d'[eau](#) transparent

Déroulement :

- Remplir un [verre d'eau](#)
- Mettre la paille dans le [verre](#)

Que voit-on ?

La [paille](#) semble être tordue quand elle est dans l'[eau](#).

Explication

L'indice de réfraction de l'eau étant différent de celui de l'air, l'image renvoyée est différente. Si l'on considère un rayon lumineux se propageant en ligne droite, lorsque celui-ci rencontre l'eau, il va alors voir sa trajectoire modifiée. On parlera alors de **déviatiion des rayons lumineux**. Cette déviation traduit les propriétés des différents milieux, ici, l'eau et l'air, on parlera de **milieux d'indices de réfraction** différents. Il s'agit en réalité du rapport entre la vitesse de la lumière dans le vide sur celui de sa vitesse dans le milieu concerné.

Notons que la lumière se propage à une vitesse donnée dans le vide (300 000 kilomètres par secondes). Dans l'eau, le verre ou bien n'importe quel autre milieu transparent, les rayons lumineux rencontrent des obstacles qui vont modifier cette vitesse. Il faudra alors plus de temps à un rayon lumineux donné pour atteindre notre œil.

h) Propriétés des couleurs / Absorption de la lumière :

Objectifs :

- Comprendre ce qu'est une couleur
- Observer la transformation de la lumière en chaleur

Matériel :

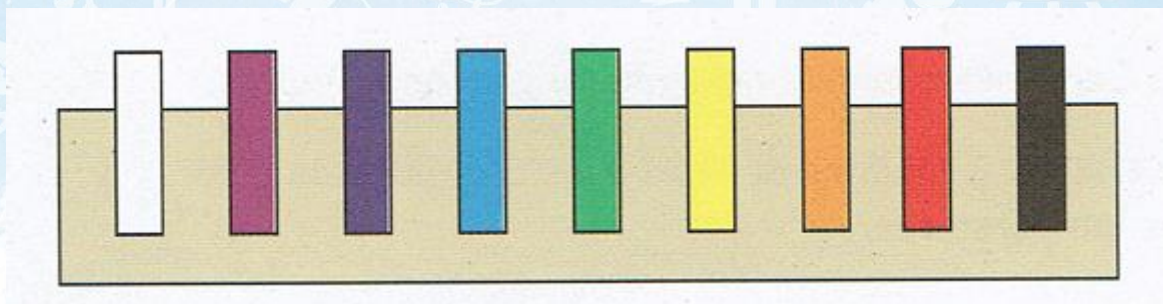
- 1 mètre de tube de cuivre de 10mm
- 1 scie à métaux
- De la peinture de différentes couleurs
- Un thermomètre
- Une planchette de 5 cm sur 30 cm

Déroulement :

- Découper le tube de cuivre en 9 longueurs de 10 cm chacune
- Peindre chacun des tubes aux couleurs du spectre lumineux (rouge, orange, jaune, vert, bleu, indigo, violet, blanc, noir)
- Laisser sécher
- Coller les tubes verticalement sur la planchette en les espaçant régulièrement et en respectant

l'ordre des couleurs

- Remplir les tubes d'eau et mesurer la température avant d'exposer l'expérience au soleil
- Après 30 minutes au soleil, relever les températures dans chacun des tubes



Que voit-on ?

On constate que les températures sont différentes entre chaque tube. Le classement est le suivant (du moins chaud vers le plus chaud) : blanc, violet, indigo, bleu, vert, jaune, orange, rouge, noir.

Explication

Un objet au soleil a tendance à absorber plus ou moins de chaleur en fonction de sa couleur. Le tube blanc renvoie l'ensemble des rayonnements visibles du soleil et absorbe moins d'énergie : il transmet donc moins de chaleur à l'eau. Inversement, le tube noir ne renvoie aucun rayonnement et absorbe une plus grande quantité d'énergie : il transmet donc plus de chaleur à l'eau.

i) La lumière, source de chaleur : expérience « chauffer l'eau »

Objectifs :

- Observer les effets des rayons infra-rouges
- Comprendre le phénomène de l'effet de serre

Matériel :

- Deux verres de même taille
- Un saladier transparent (verre ou plastique)
- Deux thermomètres

Déroulement :

- Placer une même quantité d'eau dans les verres
- Par-dessus un des verres, retourner le saladier
- Placer un thermomètre dans chacun des verres
- Placer le dispositif au soleil
- Relever la température au bout de quelques minutes puis toutes les 15 minutes

Que voit-on ?

L'eau du verre avec le saladier va chauffer beaucoup plus rapidement que l'autre.

Explication :

Les rayons du soleil restent emprisonnés sous le saladier et font monter la température. C'est le principe de l'effet de serre.

j) Conducteurs et isolants thermiques :

Objectifs :

- Connaître les conducteurs et les isolants thermiques

Matériel :

- 4 boîtes de conserve identiques
- Un vêtement en laine (écharpe, pull...)
- Du polystyrène fin
- Du carton
- Un thermomètre

Déroulement :

- Envelopper soigneusement avec la laine, le polystyrène et le carton trois boîtes
- Remplir de la même quantité d'eau chaude les quatre boîtes
- Noter les températures au départ
- Relever ensuite les températures toutes les 15 minutes pendant une heure

Que voit-on ?

Nous observons que la température va baisser plus rapidement dans la boîte sans « isolant ».

Explication

Les isolants (carton, polystyrène et laine) vont empêcher la chaleur de l'eau de s'échapper dans l'atmosphère. Un isolant va donc freiner les échanges thermiques, c'est-à-dire les échanges de chaleur entre un corps et son environnement.

k) La boîte à pixel, l'observation des couleurs artificielles :

Objectifs :

- Comprendre comment se mélangent les couleurs artificielles

Matériel :

- Une boîte à chaussure ou carton
- Une diode bleue, une diode verte et une diode rouge
- Du papier calque

- Trois interrupteurs
- Du fil électrique
- Une pile 4,5V

Déroulement :

- Fabriquer la boîte à pixel :
 - A l'intérieur de la boîte, réaliser un petit circuit électrique de manière à allumer les diodes l'une après l'autre ou ensemble, chacune avec un interrupteur
 - Inciser des petits trous dans la boîte pour y placer les interrupteurs à l'extérieur de la boîte
 - Oter une face du carton et la remplacer par du papier calque
 - Placer les diodes en face du papier calque
- Expérience : allumer une diode après l'autre, deux par deux les trois en même temps

Que voit-on ?

Quand on mélange le bleu et le vert, on observe sur le papier calque la couleur bleu turquoise

Quand on mélange le bleu et le rouge, on observe sur le papier calque la couleur mauve

Quand on mélange le rouge et le vert, on observe sur le papier calque la couleur jaune

Quand on mélange les trois couleurs, on observe une lumière blanche

Explication :

Une image visible sur un écran de télévision ou d'ordinateur est codée en **trois couleurs** : **rouge**, **Vert** et **bleu**. On dit qu'elle est codée en **RVB**.

Chaque pixel est donc constitué de trois couches RVB. C'est-à-dire que chaque point de couleur est obtenu par le mélange de trois lumières de base et lorsque l'on met les trois valeurs de ces lumières au maximum, on obtient du blanc. On dit que les couleurs sont additives.

Réalisation : Jean-Pierre ROZELOT, président et Dave LOLLMAN, vice-président