



BUT : Observer des spectres d'émission, les comparer. Analyser un spectre de raies d'émission.

COMPETENCES :

Extraire et organiser l'information – Mobiliser et organiser ses connaissances. (APP)

Mettre en œuvre un protocole – Utiliser le matériel de manière adaptée (REA)

Interpréter des observations – confronter un modèle à des résultats expérimentaux – discuter un modèle, un résultat. (VAL)

APP	REA	VAL
-----	-----	-----

Un peu d'histoire :

En 1665, le père Francesco Maria Grimaldi, un Jésuite italien, réalise une expérience toute simple qui consiste à faire entrer dans une chambre noire de la lumière par une fente et de projeter le rayon lumineux qui en émerge sur un écran blanc ; son objectif est de vérifier si la largeur du faisceau prédit par le tracé géométrique du rayon lumineux. À sa grande surprise, Grimaldi constate que le rayon lumineux s'étale sur l'écran et de plus que la lumière n'apparaît pas blanche mais colorée de plusieurs couleurs différentes. Sans le savoir, Grimaldi vient de réaliser la première expérience de décomposition de la lumière. Il donne d'ailleurs au phénomène le nom de diffraction, un terme qu'on utilise encore aujourd'hui.

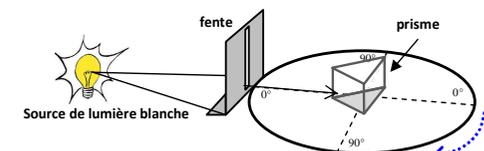
En 1662, Newton commence à réaliser des expériences d'optique. Il a pour but de d'améliorer la lentille des lunettes astronomiques afin de réduire les aberrations chromatiques (couleurs qui apparaissent sur le bord des images) gênantes pour l'observation. N'y parvenant pas, il mettra au point le télescope à miroir pour se débarrasser du problème. Il s'intéresse alors à la décomposition de la lumière blanche par un prisme de verre. Lors de ses expériences d'optique, il laisse entrer un fin pinceau de lumière dans la pièce par un trou percé dans un volet et fait passer ce faisceau dans un prisme.

Le 6 février 1672, il publie ses découvertes sur la décomposition de la lumière blanche par le prisme et la théorie des couleurs qu'il a élaborée à partir de celles-ci. Newton comprend que lorsque de la lumière blanche passe d'un milieu transparent (comme de l'air) à un autre (comme du verre), elle se sépare en ses composantes parce que chaque rayon de couleur est dévié de façon différente une première fois à l'entrée dans le prisme et une deuxième fois lorsqu'ils émergent dans l'air, donnant ainsi naissance à un étalement de rayons lumineux allant du rouge au violet, comme les couleurs de l'arc-en-ciel ou **spectre de la lumière blanche**.

Sources : astro-canada.ca, Bibnum et Futura sciences

1. L'expérience de Newton

On souhaite vérifier les observations faites par Isaac Newton avec le dispositif suivant :



Matériel : générateur de tension – lampe à incandescence 12V – disque gradué – fente – prisme

- ✘ Relier le générateur à la source lumineuse.
- ✘ Placer la fente et le disque gradué de telle façon que le rayon lumineux se confonde avec l'axe "0° - 0°" du disque.
- ✘ Placer le prisme au centre du disque gradué.

- ✘ Allumer le générateur et ajuster à 12 V.
- ✘ Faire tourner le disque progressivement en observant la lumière ayant traversé le prisme à l'aide d'une feuille de papier comme écran autour du disque jusqu'à l'obtention d'un spectre bien visible.
 - 1.1. Décrire le phénomène observé.
 - 1.2. Entre le rouge et le vert, quelle est la couleur la plus déviée ?
- ✘ Placer un filtre vert puis un filtre rouge devant la fente et repérer les positions des rayons colorés émergents.

Newton formule une théorie des couleurs en 13 points et parmi ces points, il énonce qu'« à une couleur donnée correspond strictement une déviation. Les rayons les moins déviés sont de couleur rouge, [...] les rayons les plus déviés présentent une couleur violette [...] ». Et il en va ainsi pour toutes les couleurs intermédiaires en une série continue. [...] Quand une certaine sorte de rayons a été bien séparée de ceux d'un autre genre, elle conserve après cela sa couleur, quels qu'eussent été mes efforts pour la changer. » Newton insiste sur le caractère intrinsèque de la propriété de couleur, nous dirions aujourd'hui **longueur d'onde** de la lumière. Il pose alors les bases de la théorie des couleurs correspondant à des **radiations monochromatiques** alors que son hypothèse est que la lumière est de nature corpusculaire.

La décomposition de Newton en sept couleurs originales est arbitraire, correspondant à peu près aux couleurs visibles à l'oeil nu. Le spectre lumineux est continu, correspondant à la continuité des fréquences électromagnétiques de 380 nm (violet) à 780 nm (rouge) soit environ de 400 à 800 nm.



Le spectre de la lumière visible

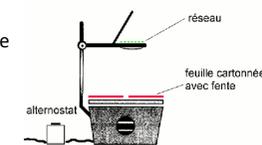
- ☑ Vérifier avec l'animation suivante que, comme l'a constaté Newton, la couleur de chaque radiation monochromatique déviée n'est pas modifiée lorsque l'angle au sommet du prisme ou l'angle d'incidence du rayon sur le prisme sont modifiés : <http://scphysiques.free.fr/animations/anim/optique/prisme3.swf>

2. Couleur et température



Aujourd'hui, un autre matériel est disponible pour décomposer la lumière : le spectroscopie permet une visualisation des spectres. Il est constitué par un réseau qui décompose la lumière, un tube ou boîte servant de chambre noire et d'une fente par laquelle entre la lumière observée.

Pour cette expérience, on utilise la lampe à incandescence à filament du rétroprojecteur. L'alternostat permet de faire varier l'intensité du courant qui traverse la lampe, donc la température du filament, et ainsi de faire varier l'éclairement.



2.1. Observation à l'œil nu

- ✘ Observer la projection au tableau la couleur de l'éclat lumineux produit en fonction de l'éclairement.
 - 2.1.1. Par quelles couleurs passe la lampe lorsque l'éclairement diminue ?
 - 2.1.2. Quelle couleur correspond à la température la moins élevée ?

2.2. Décomposition de la lumière par le réseau

- ✘ Observer le spectre lumineux obtenu grâce au réseau lorsque l'éclairement est maximal.
 - 2.2.1. On dit que le spectre lumineux est continu. Justifier.
- ✘ Observer l'évolution du spectre lumineux lorsque l'éclairement diminue progressivement.
 - 2.2.2. Quelles sont les couleurs qui disparaissent en premier et dans quel ordre ?
 - 2.2.3. Associer les spectres obtenus à deux intensités différentes (nominale et moyenne).

3. Des sources lumineuses particulières

Une lampe à décharge est une lampe électrique constituée d'un tube ou d'une ampoule en verre remplie de gaz ou de vapeur métallique, sous basse ou haute pression. Des décharges électriques excitent le gaz, il s'ensuit une émission de lumière. La couleur de la lumière émise par luminescence, par ces lampes dépend du gaz utilisé.

- ✘ Observer avec le spectroscopie, les 3 lampes à vapeur de sodium (Na), d'hydrogène (H), de mercure (Hg).
 - 3.1. Quelle est la particularité des spectres observés par comparaison avec celui la lampe à incandescence ?



Spectroscopes

- 3.2. On dit de ces spectres que ce sont des spectres de raies. Justifier.
- 3.3. Quelles différences présentent les spectres entre eux ?
- 3.4. Associer chaque spectre fourni au gaz correspondant.



4. Analyse spectrale

En magasin, vous avez le choix entre les lampes fluocompactes (LFC) ou à LED. Chacune a ses spécificités. Les connaître, c'est vous équiper au mieux, en fonction de vos besoins et des situations. Sur l'emballage figure la puissance (en watts) d'une ancienne lampe à incandescence qui émettait le même flux lumineux (en lumens). Les nouveaux types de lampes produisent plus de lumière en consommant moins d'énergie.

Source : <https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/guide-pratique-choisir-son-eclairage.pdf>

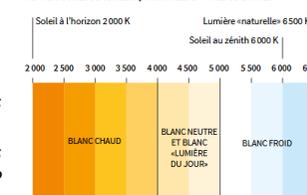
- ✘ En utilisant le spectroscopie à réseau, observer le spectre de chacune des six sources lumineuses suivantes :

1 – LED blanc chaud, 2700 K	2 – Lampe Fluo compacte, 4000 K	3 – Lumière du jour (ciel gris)
4 – LED blanc froid, 5000 K	5 – Lampe à incandescence 2700 K	6 – Lampe halogène 2900 K

Remarque : les températures de fonctionnement des lampes sont notées en kelvin, une échelle de température démarrant à 0 K pour -273 °C. A 0°C on est à 273 K et une température de 2000 K est donc égale à 1727 °C

- 4.1. Associer un spectre à chaque lampe ou éclairage proposé.
- 4.2. Pour chaque éclairage caractériser le spectre avec les termes continu ou raies d'émission.
- 4.3. Les appellations « blanc chaud » et « blanc froid » sont-elles justifiées du point de vue scientifique ?

TEMPÉRATURES DE COULEUR, AMBIANCES ET TYPES DE LAMPES



5. Identification d'un gaz

Les tubes fluorescents sont souvent appelés " Néons ". On recherche si la dénomination est correcte.

- ✘ Observer avec le spectroscopie la lumière émise par un tube fluorescent d'éclairage de la salle puis celle émise par la veilleuse orange contenant du néon. Comparer les spectres et répondre aux questions suivantes.
 - 3.1. Est-il justifié de nommer les tubes fluorescents de « néons » ? Justifier.
 - 3.2. Quels sont le ou les gaz entrant dans la composition d'un tube fluorescent.
- ☑ Rechercher sur internet la composition en gaz d'un tube fluorescent.