



Chapitre 04 : Comment expliquer la formation d'un arc-en-ciel ?



Notions abordées au collège (cycle 4)

Lumière : sources, propagation, vitesse de propagation. Modèle du rayon lumineux.

Quelles sont les conditions nécessaires à la formation d'un arc-en-ciel ?
Quels sont les phénomènes physiques mis en jeu ?

I. Lumière blanche, lumière colorée ?

⇒ Regarder la vidéo : <https://www.youtube.com/watch?v=l13573e25s0>

⇒ Faire le quizz sur Moodle : Quizz : dispersion lumière.

1. Longueur d'onde dans le vide ou dans l'air.

– Caractériser un rayonnement monochromatique par sa longueur d'onde dans le vide ou dans l'air.

Une onde est caractérisée par sa **longueur d'onde notée : λ (lambda)**.

<p>Spéctre visible</p> <p>400 500 600 700 λ (nm)</p> <p>Le spéctre gradué de la lumière visible des ondes électromagnétiques, situé entre 400 nm et 800 nm, fait apparaître le violet, le bleu, le vert, le jaune, l'orange et le rouge.</p>	<p>La lumière est l'ensemble des <u>ondes électromagnétiques visibles par l'œil humain, c'est-à-dire comprises dans des longueurs d'onde de 380nm (violet) à 780nm (rouge)</u>.</p> <p>On retient : 400 et 800 nm (nanomètre)</p>
--	--

Dans le vide, la lumière se déplace à une vitesse strictement fixe. On trouve d'ailleurs souvent l'affirmation « la vitesse de la lumière est constante », le « dans le vide » étant alors sous-entendu. La lumière est un peu plus lente dans l'air, et notablement plus lente dans l'eau. La lumière se propage quasi instantanément.

Exercice A1 : Représenter la lumière par une onde.

Relever les valeurs de longueur d'onde la lumière rouge puis de la lumière jaune.

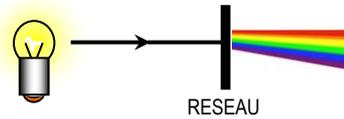
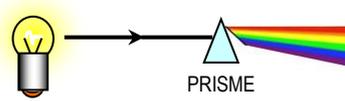
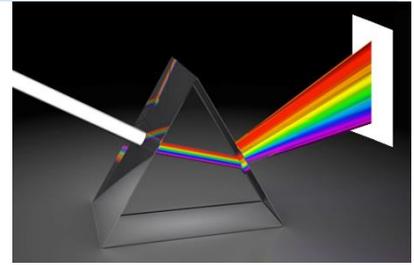
Représenter la lumière jaune et la lumière rouge (échelle : 1 cm pour 100 nm).



2. C'est quoi un spectre ?

– Exploiter un spectre de raies.

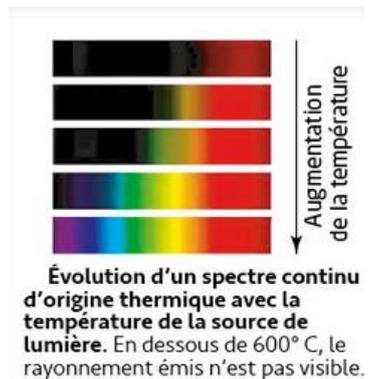
Pour **décomposer une lumière** et observer son **spectre** (c'est-à-dire les différentes longueurs d'onde qui la composent), on utilise un spectroscopie contenant soit un **prisme**, soit un **réseau**.



Le spectre de la lumière émise par un **corps dense et chaud** est un **spectre continu**. Il dépend de la température de la source de lumière. Quand la température augmente, le spectre s'enrichit progressivement vers le violet

La lumière blanche est formée de l'ensemble des couleurs.

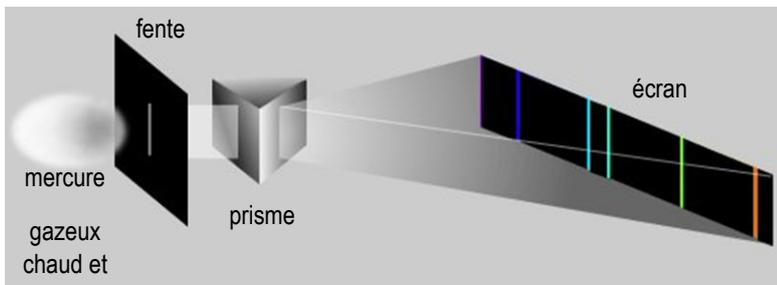
Une lumière colorée est composée que de certaines couleurs.



⇒ **Faire le quizz sur moodle : Comment la lumière émise par une étoile permet de nous renseigner sur sa température.**

Voir TP01 – C04.

Spectres de raies d'émission : lorsque la lumière est émise par un gaz excité on obtient un spectre de raies, caractéristique du gaz.



Autres exemples de spectres produits par d'autres gaz :

- Spectre de l'hydrogène H excité :



- Spectre du sodium Na excité :

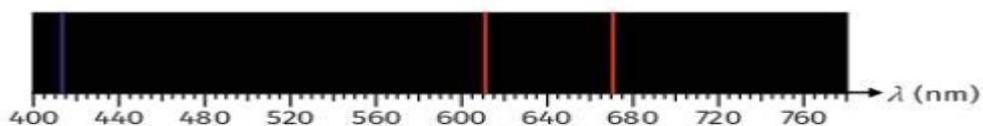


Faire l'exercice page 279

14 Les raies d'émission du lithium

✓ APP : Extraire l'information utile sur un spectre

Le spectre d'émission du lithium est fourni ci-dessous.



- Mesurer les trois longueurs d'onde des raies caractéristiques du lithium.

II. Dispersion de la lumière blanche par un prisme ou un réseau.

- Décrire et expliquer qualitativement le phénomène de dispersion de la lumière par un prisme.
- Produire et exploiter des spectres d'émission obtenus à l'aide d'un système dispersif et d'un analyseur de spectre.

1. Une expérience historique : la décomposition de la lumière par NEWTON (1666).

Newton a montré que la lumière du soleil en passant par un prisme se décomposait pour donner des lumières de couleurs différentes ;

La lumière blanche est **composée de plusieurs lumières de couleurs** différentes, on dit que la lumière blanche est une **lumière polychromatique**.

Une **lumière monochromatique** est une lumière composée d'une seule couleur (elle ne se décompose pas).

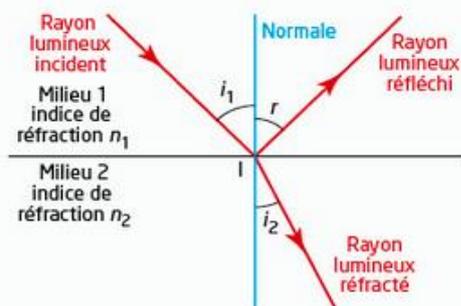
› La dispersion d'une lumière polychromatique (composée de plusieurs radiations donc de plusieurs couleurs) est le phénomène de séparation des radiations qui composent cette lumière.



Sur moodle, regarder la vidéo et faire le qcm html.

2. Comment expliquer la déviation de la lumière blanche par un prisme ?

- Exploiter les lois de Snell-Descartes pour la réflexion et la réfraction.



■ Pour la réfraction :

$$n_1 \times \sin i_1 = n_2 \times \sin i_2$$

L'indice du milieu est une caractéristique de la matière. L'indice dépend également du type de lumière (de la longueur d'onde).

L'indice des milieux transparents comme le verre ou le plexiglas diminue quand la longueur d'onde augmente : n diminue quand λ augmente.

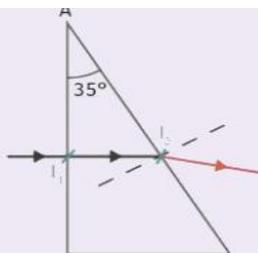
Pour la lumière blanche, on sait que $\lambda_{\text{violet}} = 400\text{nm}$ et $\lambda_{\text{rouge}} = 800\text{nm}$ donc $n_r < n_v$

Ainsi, lors d'une réfraction le rayon violet est plus dévié que le rouge puisque **l'indice du milieu est plus faible** pour le rouge que pour le violet.

Exercice 18

Pour ce prisme, l'angle au sommet est de 35° .

Ce prisme est fait de verre dont l'indice est : $n_{\text{bleu}} = 1,65$ et $n_{\text{rouge}} = 1,62$.



18 Dispersion par un prisme (1) ■

✓ MATH : Calcul littéral

1. Rappeler la loi de Snell-Descartes pour la réfraction.
2. Pourquoi le rayon n'est-il pas dévié au point I_1 ?
3. Déterminer l'angle de réfraction de la lumière bleue en sachant que l'angle d'incidence au point I_2 vaut 35° .

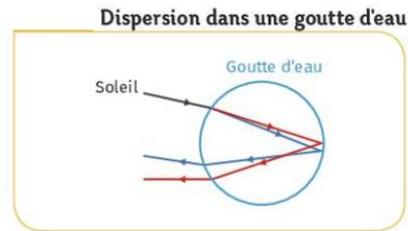
3. Une application de tous les jours : l'arc-en-ciel.

Application : l'arc-en-ciel

L'arc-en-ciel est une application directe de la dispersion de la lumière du Soleil par les gouttes d'eau de la pluie qui tombent.

Chacune des gouttes agit comme un prisme et dévie les rayons lumineux différemment en fonction de leur longueur d'onde et donc de leur couleur.

La multiplicité des gouttes nous donne une vision d'ensemble de ce phénomène de dispersion qu'on appelle arc-en-ciel.

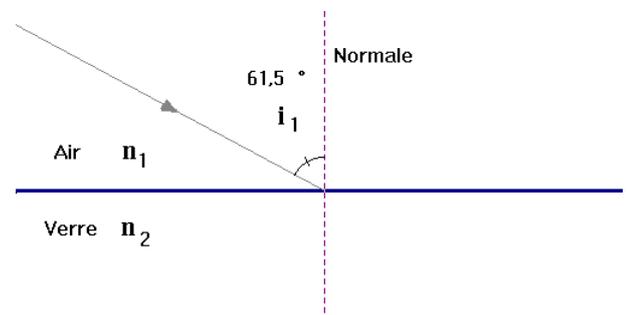


⇒ Faire le TP maison : comprendre l'arc-en-ciel.

Exercice B2 : les verres minéraux.

Les verres minéraux sont fabriqués avec de la silice (SiO_2), de la soude (NaOH), de la potasse (KOH) et de la chaux (Ca(OH)_2). L'ajout de substances en petites quantités comme le plomb, des ions fluorures par exemple, modifient les caractéristiques de ces verres.

Le cristal (flint), contenant du plomb, a un indice qui varie beaucoup en fonction de la longueur d'onde de la radiation. Le schéma ci-contre représente un faisceau de lumière blanche assimilable à un rayon lumineux se propageant dans l'air et dirigé sur la surface d'un bloc de verre avec un angle d'incidence de $61,5^\circ$.



L'indice de réfraction de ce verre vaut 1,612 pour une radiation rouge, 1,621 pour une radiation jaune et 1,671 pour une radiation bleue.

1. À l'aide des différentes valeurs de l'indice de réfraction du flint, calculer les valeurs des différents angles de réfraction.
2. Reproduire et compléter le schéma en dessinant les rayons réfractés.
3. La déviation du rayon lumineux est la valeur de l'angle formé par la direction du rayon incident et la direction du rayon réfracté. Calculer la déviation pour chacune des radiations précédentes. Quelle est la radiation la plus déviée ?