



Les messages de la lumière

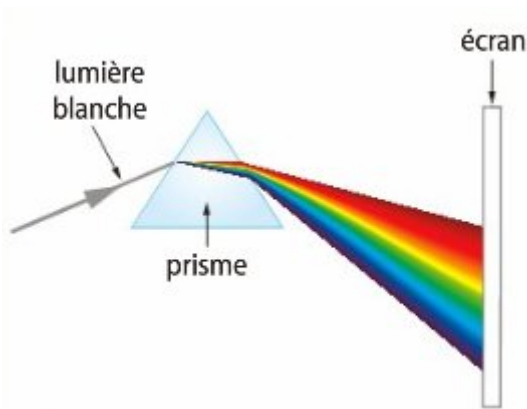
Pour décrire l'Univers qui nous entoure, il est nécessaire d'avoir une idée des dimensions relatives des objets qui le constituent.

1 – Dispersion de la lumière : apparition de spectres

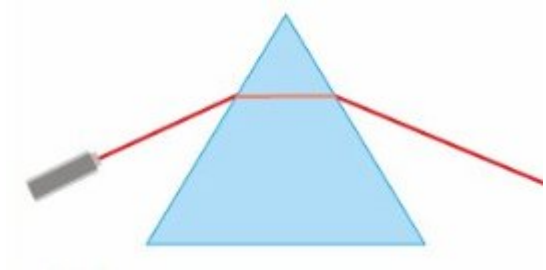
La lumière « blanche » peut être décomposée, à l'aide d'un prisme, en une infinité de lumières (ou radiations) colorées que l'on voit apparaître sur une figure qu'on appelle spectre de la lumière blanche (l'arc-en-ciel en est un exemple, discutable – nous verrons pourquoi).

Ce phénomène est dû à celui de réfraction de la lumière dans le prisme.

1.1 – Longueur d'onde d'une radiation

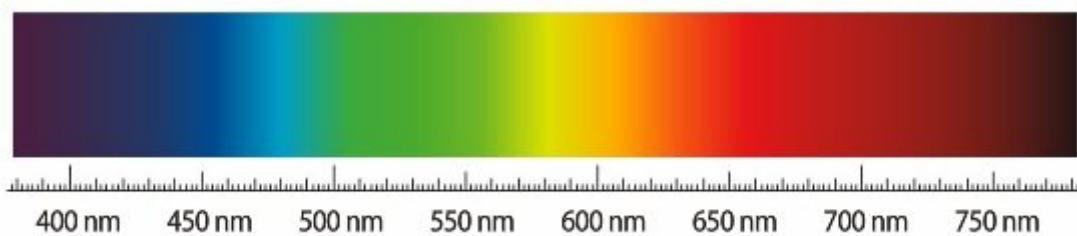


Décomposition de la lumière blanche (polychromatique) par le prisme



La lumière rouge d'un laser (radiation monochromatique) n'est pas décomposée par le prisme, mais simplement déviée.

Une lumière dite monochromatique ne peut pas être décomposée par le prisme : elle n'est constituée que d'une couleur, à laquelle on associe une grandeur appelée longueur d'onde et notée λ (la lettre grecque 'lambda'), exprimée en mètres.



La longueur d'onde des radiations visibles s'exprime plutôt en nanomètres, puisqu'il s'agit d'un domaine de radiations électromagnétiques dont la longueur d'onde est comprise entre 380 nm (violet) et 780 nm (rouge). Les radiations dont la fréquence n'entre pas dans ce domaine appartiennent à d'autres domaines qu'on a explorés dans la thème « Santé » (UV, IR, rayons X, rayons Gamma, micro-ondes, ondes radio...).



1.2 – Réfraction et dispersion de la lumière par le prisme

Le phénomène de réfraction est régi par les lois de Snell-Descartes.

1^{ère} loi : le rayon réfracté appartient au plan défini par le rayon incident et la normale à la surface de séparation (dioptré)

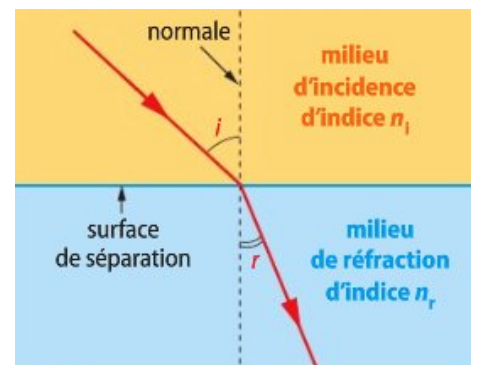
2^{ème} loi : les angles d'incidence i et de réfraction r sont liés par la relation

$$n_i \times \sin i = n_r \times \sin r$$

où n_i et n_r sont des nombres sans unité appelés indices de réfraction, qui caractérisent les milieux d'incidence et de réfraction.

L'indice du vide vaut exactement 1, celui de l'air en est très proche. Celui de l'eau est de 1,33, celui du verre tourne autour de 1,5 ; pour le diamant, l'indice grimpe à 2,5.

Remarque : dans le cas où l'indice du milieu d'incidence est supérieur à celui du milieu de réfraction ($n_i > n_r$: le milieu d'incidence est dit plus réfringent que le milieu de réfraction), il existe une valeur d'angle au-dessus de laquelle on ne peut plus déterminer de valeur pour l'angle de réfraction : il s'agit d'un angle limite pour lequel on commence à observer une réflexion totale (mais plus de réfraction) du rayon incident.



Remarque : l'indice de réfraction représente en réalité le rapport de la vitesse de la lumière dans le vide c par sa vitesse dans le milieu, v ,

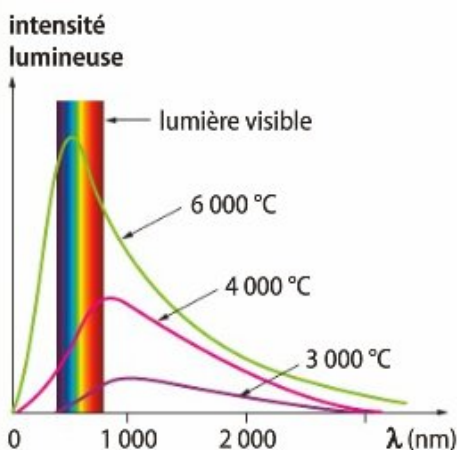
$$n = \frac{c}{v}$$

Lorsqu'un faisceau de lumière blanche traverse un prisme, les radiations bleues sont plus déviées que les radiations rouges, parce que l'indice de réfraction d'un milieu dépend de la longueur d'onde. Certains milieux sont plus dispersifs que d'autres.

Milieu	n_{bleu}	n_{rouge}
vide	1	1
air	1,000 278	1,000 276
eau	1,336	1,330
verre de type « flint »	1,680	1,596

2 – Les messages spectraux

2.1 – Spectres continus d'origine thermique

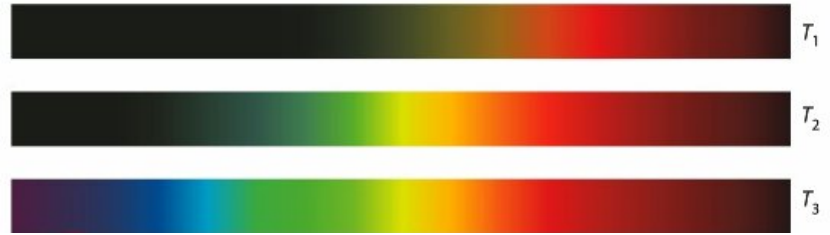


Le spectre de la lumière émise par un corps chaud et dense (solide, liquide ou gaz sous forte pression) est continu. L'intensité de chaque radiation ne dépend que de la température : plus le corps est chaud, et plus le maximum d'émission se déplace vers les courtes longueurs d'onde (le spectre s'enrichit alors en radiations bleu-violet).



Ci-contre : spectres d'émission d'un filament de tungstène dont la température augmente.

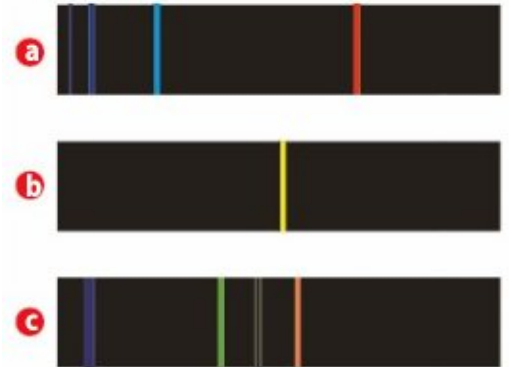
$$T_1 < T_2 < T_3$$



2.2 – Spectres de raies d'un atome ou d'un ion

Lorsque les atomes et les ions d'un gaz, sous faible pression, sont excités soit par chauffage soit par décharges électriques, ces entités peuvent émettre de la lumière. Le spectre obtenu est composé d'un nombre limité de radiations monochromatiques bien distinctes, qu'on visualise sous forme de raies.

Ci-contre : spectre d'émission de l'hydrogène (a), du sodium (b) et du mercure (c).

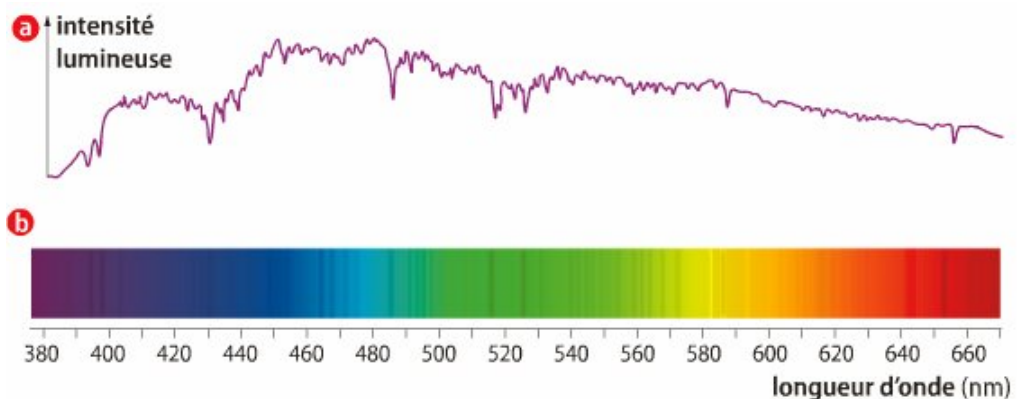


Lorsque des radiations lumineuses traversent un gaz froid sous faible pression, certaines radiations peuvent être absorbées. Si le spectre du rayonnement incident est continu, il est amputé de certaines raies après passage dans le gaz considéré. On obtient alors un spectre de raies d'absorption où les raies absorbées sont de même longueur d'onde que celles que le gaz émettrait s'il était chaud.



3 – La lumière des étoiles

Le spectre de la lumière d'une étoile est constitué d'un fond continu d'émission présentant des raies d'absorption.





Une étoile peut être assimilée à une boule de gaz très chaud et sous haute pression. La lumière émise par sa surface, la photosphère, donne le fond continu d'origine thermique du spectre de l'étoile. La couleur de l'étoile, comme celle du filament d'une lampe, renseigne sur sa température de surface.

Ainsi, dans la constellation d'Orion, Rigel apparaît blanche à bleutée (température de surface 11 000°C), alors que Bételgeuse est rougeâtre (température de surface de l'ordre de 3 000°C).

Le spectre continu de la lumière du Soleil présente un maximum d'intensité dans le bleu-vert ($\lambda \sim 500 \text{ nm}$), ce qui correspond à une température de 5 500°C à la surface du Soleil.



L'atmosphère, ou chromosphère, d'une étoile peut être assimilée à une couche gazeuse relativement froide et à basse pression. Lorsque la lumière émise par la photosphère de l'étoile traverse cette couche, les atomes ou ions présents absorbent un certain nombre de radiations.

C'est ainsi que les entités chimiques de l'atmosphère d'une étoile sont identifiées par les raies d'absorption présentes dans le spectre de la lumière stellaire.

L'enveloppe gazeuse du Soleil est essentiellement composée d'hydrogène, et d'hélium. Elle contient aussi, dans des proportions moindres, de nombreuses autres entités chimiques comme l'oxygène, le carbone ou le fer.

