

1 Lumière blanche, lumières colorées

► Lumière blanche

Le **Soleil**, en plein jour, est la principale source naturelle de lumière blanche.

Les fabricants de lampes d'éclairage cherchent à reproduire au mieux la lumière solaire pour retrouver son agrément.

EXEMPLE

Les anciennes lampes à filament étaient trop énergivores ; elles ont été remplacées par des lampes à DEL et des lampes fluocompactes dont l'indice de rendu des couleurs (IRC) s'approche de 100, celui de la lumière du jour.

► Couleur d'une lumière

On peut parler de la couleur d'une lumière bien que la lumière ne soit **pas visible**. La **couleur d'une lumière** est celle d'un écran blanc qu'elle éclaire.

EXEMPLE

En discothèque, ce sont les particules en suspension dans l'air qui, éclairées par les projecteurs, se comportent comme un écran et manifestent la trajectoire des faisceaux de lumière (FIG. 1).

Il est possible de déterminer la couleur d'une lumière à la couleur de sa source, mais il est dangereux de regarder directement certaines sources de lumière comme les lasers (FIG. 2).

► Radiation lumineuse et longueur d'onde

Toute lumière est constituée d'une ou plusieurs **radiations lumineuses**, chacune d'elles étant caractérisée par sa **longueur d'onde λ** (dans le vide ou dans l'air), qui s'exprime en **mètre (m)**.

En pratique, on utilise comme unité le **nanomètre (nm)**, plus adapté pour exprimer des petites valeurs : **1 nm = 10^{-9} m** (FIG. 3).

EXEMPLES

Un laser rouge émet à une longueur d'onde $\lambda = 650$ nm, tandis qu'un laser vert émet à $\lambda = 532$ nm.

► Polychromatique et monochromatique

Une lumière composée de plusieurs radiations lumineuses est dite **polychromatique**.

Au contraire, une lumière qui comporte une unique radiation lumineuse est dite **monochromatique**.

EXEMPLES

Un laser émet une lumière monochromatique.

Une lampe fluocompacte produit une lumière polychromatique : elle émet sur plusieurs plages de longueurs d'onde.

Dans le cas général, la couleur d'une lumière ne permet pas de déterminer si elle est polychromatique ou monochromatique.

EXEMPLE

La lumière monochromatique d'un laser rouge apparaît identique à celle, polychromatique, émise par une diode électroluminescente rouge (FIG. 4).



FIG. 1 La lumière éclaire sur son trajet des particules de fumée, ce qui rend visible son trajet.



**DANGER
RAYONNEMENT
LASER**

FIG. 2 Ne jamais regarder directement un faisceau laser !

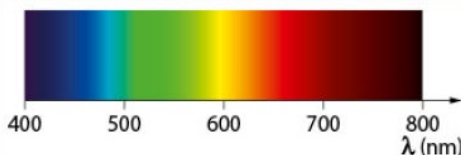


FIG. 3 Le domaine du visible couvre les radiations de longueur d'onde entre 400 et 800 nm.

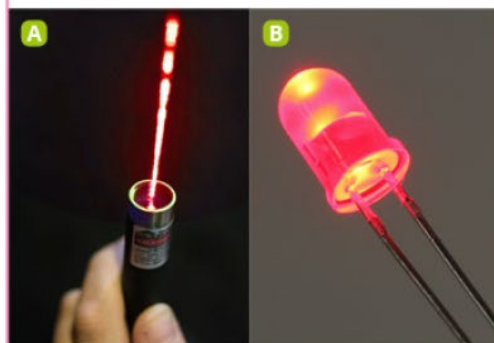


FIG. 4 Lumière rouge émise **A** par un laser ; **B** par une diode électroluminescente.

2 Dispersion de la lumière blanche par un prisme

Pour déterminer la composition en radiations lumineuses d'une lumière, il faut la **dispenser**, c'est-à-dire **séparer ses différentes radiations**.

On utilise pour cela un **prisme** ou un **réseau**, qui sont appelés **systèmes dispersifs**. La figure colorée résultante est un **spectre** (FIG. 5).

EXEMPLE

Les sillons d'un CD forment un réseau qui disperse la lumière du jour : les irisations observées révèlent un spectre composé de toutes les couleurs de l'arc-en-ciel.

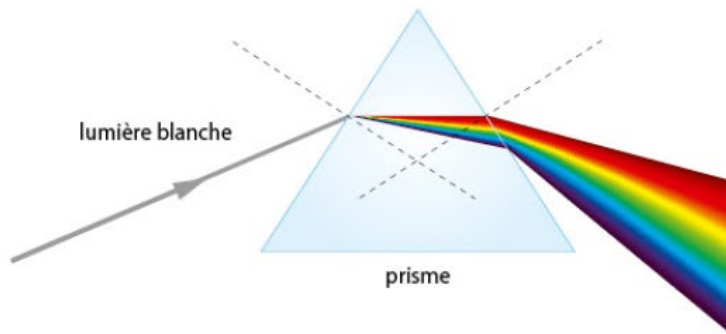
Le **spectre de la lumière blanche** est composé de l'ensemble des radiations lumineuses du domaine du visible, entre 400 nm et 800 nm.

La lumière blanche est donc une lumière polychromatique (FIG. 6).

► Réfraction dans un prisme

Étudions plus précisément comment un prisme disperse un faisceau de lumière blanche.

On éclaire la face d'entrée :



On constate que le faisceau est dévié vers la base du prisme, et que la lumière blanche est dispersée lors de chacune des réfractions : d'abord lors de la traversée de la face d'entrée (à l'interface air/verre) puis sur la face de sortie (à l'interface verre/air). Les rayons lumineux correspondant aux différentes radiations émergent selon des angles différents (FIG. 7).

Un **prisme** dévie davantage les radiations de courte longueur d'onde (vers le bleu) que les radiations de grande longueur d'onde (vers le rouge), ce qui induit l'effet de **dispersion** de la lumière (FIG. 6).

La forme du prisme accentue cet effet.

APPROFONDISSEMENT SCIENTIFIQUE

D'après la **loi de la réfraction de Snell-Descartes** (voir chapitre 10), l'angle de réfraction dépend de l'indice optique du prisme et de l'angle d'incidence. Comme toutes les radiations ont un même angle d'incidence, leurs différents angles de réfraction ne peuvent s'expliquer que si l'indice est différent pour chaque radiation.

Ainsi, l'**indice optique n** du verre d'un prisme **dépend de la longueur d'onde λ** de la radiation qui le traverse. On le note $n(\lambda)$.

A



B

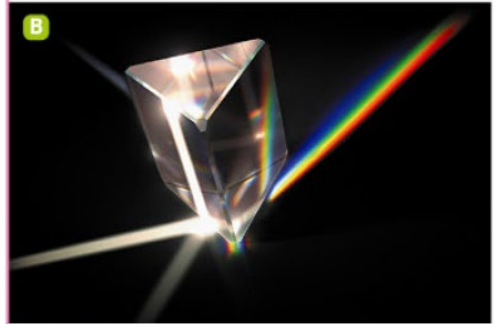


FIG. 5 Le spectre de la lumière blanche est visible sur un CD A et à la sortie d'un prisme B, deux systèmes dispersifs.

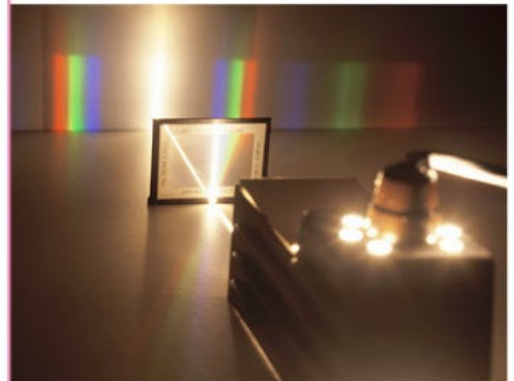


FIG. 6 Dispersion de la lumière blanche par un réseau (un ensemble de traits serrés) : les spectres obtenus révèlent toutes les couleurs de l'arc-en-ciel.



FIG. 7 Un arc-en-ciel se forme quand les gouttes d'eau dispersent la lumière incidente. Dans la goutte, un rayon bleu est plus dévié qu'un rayon rouge.

3 Spectres d'émission

Le spectre de la lumière émise par une source est appelé **spectre d'émission**. Son analyse renseigne sur la nature de la source.

► Spectre continu d'origine thermique

Un **corps fortement chauffé** (solide, liquide ou gaz sous haute pression) produit un rayonnement d'origine thermique dont le **spectre est continu**.

EXEMPLE

Un objet incandescent émet une lumière dont le spectre est continu (FIG. 8).

La lumière émise par un corps fortement chauffé (un filament, une coulée de lave, etc.) dépend uniquement de sa température.

Quand un corps s'échauffe, la **couleur de la lumière** émise évolue du **rouge au blanc** en passant par l'orange, tandis que l'**intensité lumineuse** augmente (FIG. 8). Le rayonnement émis s'enrichit progressivement en radiations de courte longueur d'onde (FIG. 9).

À très haute température, la lumière est bleue et très intense.

EXEMPLE

L'étoile Rigel est bleue : sa température de surface est d'environ 11 000 °C ; à comparer avec celle du Soleil, qui est de 5 500 °C environ.

► Spectre de raies

Un **gaz d'atomes excité à basse pression** émet une lumière composée d'une ou plusieurs radiations. Son spectre est constitué de **raies colorées**. C'est un spectre de **raies d'émission** (FIG. 10).

Les longueurs d'onde des raies d'émission sont spécifiques de chaque atome (ou ion). Il est donc possible d'identifier la présence d'un atome dans un gaz excité à partir de son spectre.

Le spectre de raies d'émission d'un atome (ou d'un ion) fait fonction de **carte d'identité**.

► Spectre d'une étoile

Un spectre d'étoile comporte de fines raies noires sur un fond continu (FIG. 11).



FIG. 11 Spectre du Soleil. Trois raies noires caractéristiques de l'hydrogène y sont repérées : l'atmosphère du Soleil comporte en effet de l'hydrogène.

Le spectre continu renseigne sur la température à la surface de l'étoile. Les raies sombres, quant à elles, correspondent, en négatif, aux raies d'émission des éléments chimiques présents dans son atmosphère. Ces raies fournissent donc des informations sur la **composition chimique** de l'étoile.

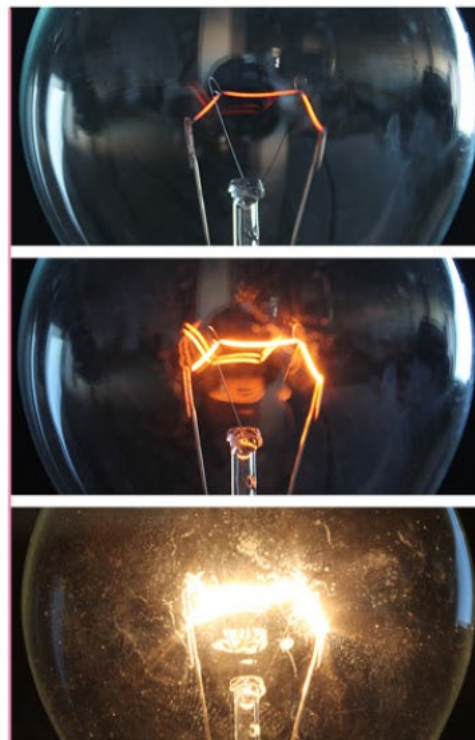


FIG. 8 Un filament chauffé passe du rouge au blanc au fur et à mesure que la température augmente.

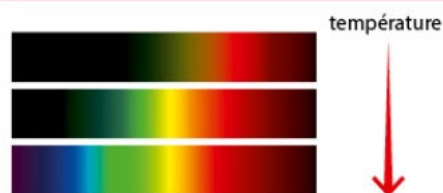


FIG. 9 Quand la température augmente, le spectre s'enrichit en radiations de courtes longueurs d'onde.



FIG. 10 A Spectre du sodium (Na).
B Spectre de l'hydrogène (H).

VOCABULAIRE

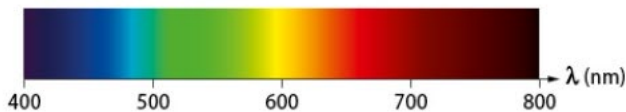
► **Gaz excité** : gaz chauffé ou soumis à une tension électrique.

1 Lumière blanche, lumières colorées



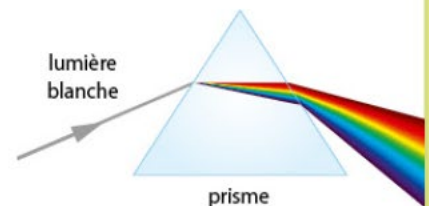
- ▶ Le **Soleil** est la principale source de lumière blanche.
- ▶ Pour identifier la **couleur** d'une lumière, on observe la couleur prise par un écran blanc qu'elle éclaire.
- ▶ Une lumière **polychromatique** est composée de plusieurs **radiations lumineuses**, au contraire d'une lumière **monochromatique** qui n'en contient qu'une seule.

▶ Chaque radiation lumineuse est caractérisée par sa **longueur d'onde λ** qui s'exprime en nanomètre.



2 Dispersion de la lumière blanche par un prisme

- ▶ **Disperser** une lumière consiste à séparer ses différentes radiations lumineuses.
- ▶ Un **réseau** et un **prisme** sont des systèmes dispersifs. La figure colorée qui résulte de la **décomposition** de la lumière incidente est appelée **spectre**.
- ▶ Dans un prisme, les différentes **radiations** d'une lumière polychromatique sont séparées par **réfraction**, selon les **lois de Snell-Descartes**.
- ▶ Comme l'**indice optique** du verre dépend de la longueur d'onde, les rayons lumineux correspondant aux différentes radiations émergent selon des angles différents.



3 Spectres d'émission

- ▶ Un corps fortement chauffé émet une lumière dont le **spectre** est **continu**.
- ▶ Un gaz d'atomes excité, à basse pression, émet une lumière composée de plusieurs radiations distinctes. Son spectre est un **spectre de raies**.



Spectre continu

Spectre de raies

▶ Quand la température d'un corps chauffé s'élève, la couleur de la lumière qu'il émet passe du rouge à l'orange, puis au blanc et au bleu, tandis que son spectre s'enrichit en radiations de courtes longueurs d'onde (vers le bleu).

Lumière rouge



Pas de bleu dans le spectre

Lumière blanche

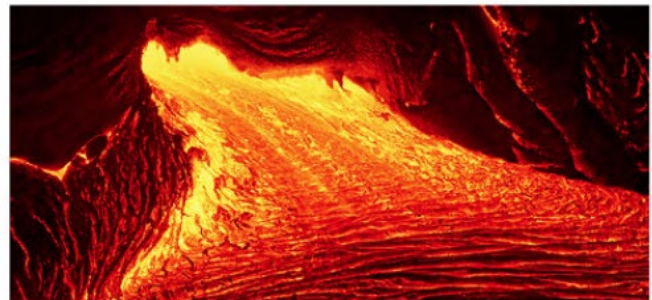


Spectre enrichi dans le bleu

température



▶ Un corps émet d'autant plus de lumière qu'il est chaud.



La lave chaude, en haut de la coulée, est plus lumineuse que la lave en contrebas, qui s'est refroidie.

▶ Un spectre de raies est caractéristique du gaz émetteur, et fait fonction de carte d'identité.



Spectre du carbone C : un code-barres identifiant

▶ Un **spectre d'étoile** comporte :

- un fond de spectre continu qui renseigne sur la température à la surface de l'étoile ;
- des raies sombres qui correspondent, en négatif, aux raies d'émission de gaz présents dans son atmosphère.