Chapitre 2 : A la découverte des objets de l'Univers.

I. Comment étudier un objet de l'Univers ?

1. L'étude des radiations de la galaxie d'Andromède.

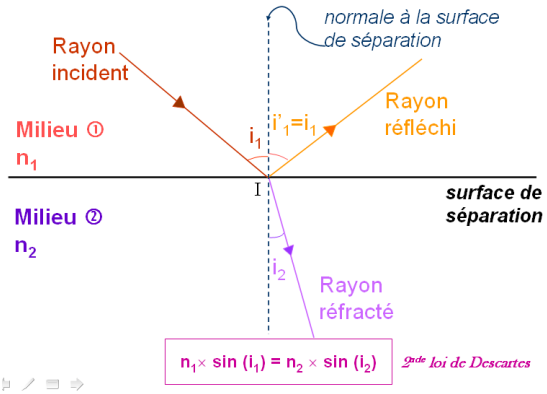
Une radiation électromagnétique (lumière) est caractérisée par sa longueur d'onde λ en mètre.
La lumière visible s'étend de 380 à 780 nanomètre.
L'étude du rayonnement d'un objet de l'Univers permet de déterminer des informations sur cet objet (température, élément présent, poussières..).

2. Comment étudier la lumière visible.

Les lois de Descartes.

*La **réfraction** est le changement de direction que subit un rayon lumineux quand il traverse la surface séparant deux milieux transparents différents.*
*Une surface qui sépare deux milieux transparents différents est appelée **dioptre**.*
*Le plan qui contient le rayon incident et la normale au dioptre est appelé **plan d'incidence**.*
(Pratiquement tous les dessins seront réalisés dans ce plan)

• 1ère loi de Descartes de la réfraction :
Le rayon réfracté appartient au plan d'incidence.
• 2ème loi de Descartes :



n1 et n2 représentent les indices des milieux 1 et 2.

C'est quoi l'indice d'un milieu ?

n est une constante caractéristique du milieu (n>1) appelé **indice de réfraction** par rapport à l'air.

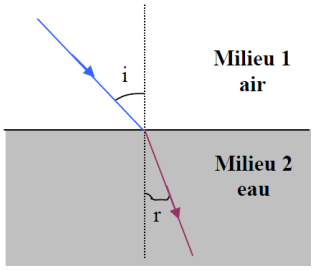
Un milieu est défini par son indice n = $\frac{c}{V}$ ou c représente la vitesse de la lumière dans le vide et V la vitesse de la lumière dans le milieu considéré (n > 1 et sans dimension).

On mesure n à l'aide d'un refractomètre (vin) ou par modélisation de sin(i) en fonction de sin(r).

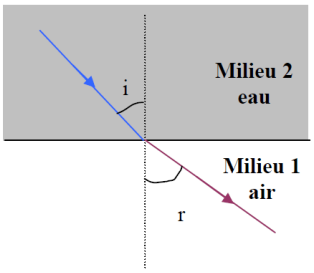
Milieu	Indice (n)
Air, vide	1
Eau	1.33
Ethanol	1.36
Plexiglas	1.50
Verre	1.50
Diamant	2.42

Utilisation de la 2ème loi de Descartes.

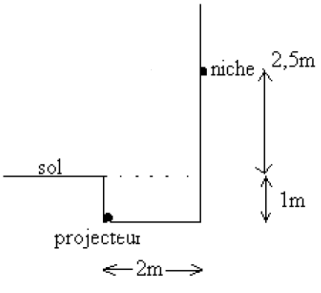
- Quand un rayon arrive de l'air et se réfracte dans un milieu transparent quelconque, il se rapproche de la normale.



- Inversement s'il arrive d'un milieu transparent quelconque et se réfracte dans l'air, il s'éloigne de la normale.



Exercice d'application.



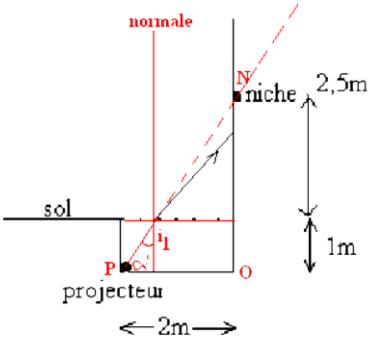
Chapitre 2 : A la découverte des objets de l'Univers.

Au pied d'un mur vertical se trouve un bassin profond de 1 m et large de 2m. Sur le fond du bassin, on installe un projecteur (faisceau lumineux) destiné à éclairer une petite niche située dans le mur à 2,5 m au dessus du niveau du sol. Le bassin étant vide d'eau, on règle la position du projecteur pour qu'il éclaire la niche.

1. *Déterminer l'angle formé par la lumière du projecteur et l'horizontale (fond de la piscine).*

On remplit ensuite le bassin d'eau jusqu'au ras du sol (indice de l'eau n =1,33).

2. *Pourquoi la niche ne sera-t-elle pas éclairée par la lumière du projecteur ?*
3. *Donner la valeur de l'angle d'incidence i_1 de la lumière du projecteur sur le dioptre eau / air.*
4. *Calculer la valeur de l'angle i2 de réfraction correspondant.*



1. Dans le triangle OPN : tanα = ON / OP = 3,5/ 2 = 1,75 donc α = 60°
2. La niche ne sera pas éclairée par la lumière du projecteur car la lumière subira une réfraction à cause du changement de milieu eau et air.
3. On a α + i1 = 90° donc i1 = 90 – 60 = 30°
4. 2eme loi de Descartes n× sin i1 = n2 ×sin i2
   alors sini2 = n× sini1 / n2 = 1,33 × sin 30 / 1 = 0,66 donc i2 = 41°

3. 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).

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

L'indice du milieu est une caractéristique de la matière. L'indice dépend également du type de lumière (de la longueur d'onde).
La lumière est caractérisée par **sa fréquence f exprimée en hertz**. Les physiciens utilisent plus souvent la **longueur d'onde notée λ** (se dit lambda) exprimée en mètre. **La lumière visible** se situe entre **400 et 800 nm.**

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 λviolet= 400nm et λrouge=800nm 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.

Pratiquer une démarche expérimentale pour établir un modèle à partir d'une série de mesures et pour déterminer l'indice de réfraction d'un milieu.
Interpréter qualitativement la dispersion de la lumière blanche par un prisme.

II. Etude du spectre lumineux.

1. Rappel sur la lumière.

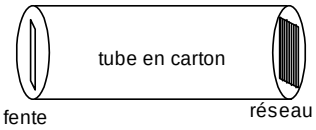
La lumière se propage quasi instantanément.
La valeur approximative de la vitesse de la lumière est :

soit 300 000 000 m/s

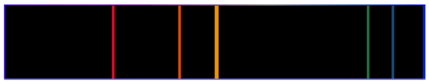
2. Réalisation d'un spectre.

Pour étudier la lumière, on utilise un réseau ou un spectroscope à réseau.
Un réseau est un support plan (en verre ou en matière plastique) comportant des traits très fins, en très grand nombre par mm (par exemple 325 traits par mm), équidistants et parallèles.

Les traits du réseau sont placés perpendiculairement à la fente.



Lorsque l'on étudie directement la lumière à l'aide d'un spectroscope, on observe un spectre d'émission.
Il existe 2 types de spectres d'émission :

- des spectres d'émission continue →
- des spectres d'émission de raie. → 
  A chaque raie correspond une radiation monochromatique. Un spectre de raie permet d'identifier un élément chimique sans ambiguïté.
  Le spectre de raies est la signature de l'élément chimique. Ces spectres permettent d'identifier les éléments à l'origine de la lumière étudiée).

Définition :
Un spectre lumineux est la figure obtenue par décomposition d'une lumière complexe en ses radiations lumineuses.
Un spectre d'émission est un spectre produit par la lumière directement émise par une source.

3. La température de la source influence-t-elle le spectre ?

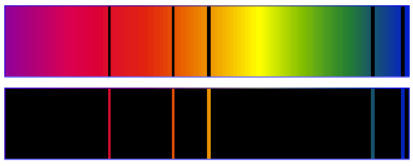
Le forgeron détermine la température en fonction de la couleur : une flamme rouge sera moins chaude qu'une flamme bleue.
L'étude du rayonnement du corps noir (Planck) montre que lorsque la température d'un corps augmente, son spectre s'enrichi dans le bleu.

4. Le spectre d'absorption.

Lorsque l'on étudie le spectre de la lumière blanche après traversée d'un gaz ou d'une solution, on obtient un spectre d'absorption.
Ce type de spectre présente des raies noires sur un fond continu.

Les raies d'absorption correspondent aux raies d'émission. Un élément chimique absorbe les radiations qu'il est capable d'émettre.
Les raies d'absorption et d'émission ont la même longueur d'onde.

Exemple : Les raies noires du spectre d'absorption du mercure correspondent aux raies colorées de son spectre d'émission.



III. Que nous apprend la lumière des étoiles ?

1. Le spectre d'une étoile.

Il est difficile d'envoyer une sonde spatiale sur de nombreuses étoiles car elles sont trop loin ou trop chaudes. Seul leur rayonnement nous permet de les analyser.

Qu'est ce qu'une étoile ?

C'est une boule de gaz sous haute pression dont la température varie beaucoup entre le centre et la surface. Mais la plupart des étoiles comportent une atmosphère constituée d'un gaz sous basse pression.

Quelles informations pouvons-nous avoir ?

Le rayonnement que l'on perçoit d'une étoile provient de la photosphère. Celui–ci donne la couleur donc la température de l'étoile: les bleues sont les plus chaudes et les rouges les plus froides.

A la périphérie de cette photosphère, il existe donc une atmosphère constituée d'un gaz sous faible pression. C'est dans cette partie de l'étoile que certaines radiations sont absorbées par les éléments chimiques présents.

Le spectre de la lumière émise par une étoile est donc un spectre d'absorption.

2. Spectre de la lumière solaire.

Le spectre de la lumière du Soleil est la superposition de deux spectres : un spectre d 'émission continu et un spectre de raies d'absorption.

Conséquences :

La présence du spectre d'émission continu montre que le Soleil est un corps chaud.

La présence des raies noires d'absorption indique que le Soleil est entouré d'une couche extérieure gazeuse constituée d'atomes et d'ions.

Structure du Soleil.

Comme toute étoile le Soleil est une énorme sphère de gaz très chauds qui produisent de la lumière.

Le cœur de l'astre est si dense que la lumière transportant l'énergie libérée par les réactions nucléaires met environ 1 million d'années pour parvenir à la surface du Soleil.

La surface du Soleil est appelée la Photosphère. La température de la photosphère est de l'ordre de 5500 °C.

L'existence de raies d'absorption est du à la présence d'une atmosphère autour du Soleil. On l'appelle la chromosphère. Elle est constituée de gaz sous faible pression avec des régions où la température atteint 10^4 °C.

L'analyse spectrale permet de connaître la composition chimique détaillée et précise du Soleil.

Les éléments les plus abondants : H : 78,4 % en masse et He : 19,6 % en masse.

3. Température de surface d'une étoile.

On peut faire le classement des étoiles selon leur température de surface et leur couleur.

La couleur d'une étoile traduit sa température. Une étoile bleue est plus chaude qu'une étoile jaune.

Température moyenne ° C	*3000*	*5500*	*8000*	*10000*
Couleur	*Rouge orangée*	*Jaune*	*Blanche*	*bleutée*
Exemple	*Bételgeuse*	*Le Soleil*	*Sirius*	*Rigel*