

# T.P. N°3: REFLEXION- REFRACTION- SPECTRES LUMINEUX.

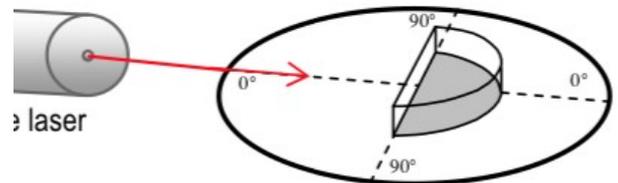
## Objectif

- Observer et comprendre le phénomène de réflexion sur un miroir plan, de réfraction de la lumière à la traversée de la surface de séparation de deux milieux transparents différents et le modéliser mathématiquement.
- Observer des spectres (continu et de raies) à l'aide de deux dispositifs différents (prisme et réseau). Mesurer des longueurs d'onde à l'aide d'un montage de type spectromètre nécessitant un étalonnage.

## I Le phénomène de réflexion et le phénomène de réfraction

### Réglages préliminaires

- Placer le disque plastifié, gradué, sur la table
- Mettre la source lumineuse sous tension.
- Placer le dispositif de telle façon que le rayon lumineux se confonde avec l'axe 0°- 0° du disque gradué.
- Placer le 1/2 cylindre en Plexiglas à plat sur le disque gradué comme indiqué sur la figure (sa surface plane coïncide avec l'axe 90°- 90°).
- Vérifier que le rayon obtenu suit bien l'axe 0°- 0° avant et après le 1/2 cylindre, régler si nécessaire.



### Expérience 1- Réflexion

- Positionner le petit miroir plan tout contre la surface plane du demi cylindre de plexiglas, centré sur la graduation 0°.
- Compléter le tableau suivant:

|                           |    |    |    |    |
|---------------------------|----|----|----|----|
| Angle d'incidence (en °)  | 20 | 40 | 60 | 80 |
| Angle de réflexion (en °) |    |    |    |    |

- Enoncer la loi vérifiée ici.

### Expérience 2- Réfraction

passage air / plexiglas

- Enlever le miroir plan. Conserver le demi-cylindre de plexiglas correctement positionné.
- Constater que l'angle de réfraction est plus petit que l'angle d'incidence. On dit que le rayon réfracté se rapproche de la normale. Expliquer.
- Compléter le tableau suivant:

|                                  |   |    |    |    |    |    |    |    |    |
|----------------------------------|---|----|----|----|----|----|----|----|----|
| angle d'incidence $i_1$ (en °)   | 0 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 |
| angle de réfraction $i_2$ (en °) |   |    |    |    |    |    |    |    |    |
| $\sin i_1$                       |   |    |    |    |    |    |    |    |    |
| $\sin i_2$                       |   |    |    |    |    |    |    |    |    |
| $\sin i_1/\sin i_2$              |   |    |    |    |    |    |    |    |    |

- Montrer qu'il y a proportionnalité entre  $\sin i_1$  et  $\sin i_2$ .
- Que représente physiquement la constante de proportionnalité ?
- Enoncer la loi vérifiée ici.

### **Expérience 3- Réfraction**                      **passage plexiglas / air**

- Procéder à la même manipulation que précédemment mais cette fois, la lumière rencontre d'abord le plexiglas puis l'air. Vous pouvez constater que l'angle de réfraction est plus grand que l'angle d'incidence. On dit que le rayon réfracté s'éloigne de la normale.

- Compléter le tableau suivant:

|                                  |   |    |    |    |    |    |    |    |    |
|----------------------------------|---|----|----|----|----|----|----|----|----|
| angle d'incidence $i_1$ (en °)   | 0 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 |
| angle de réfraction $i_2$ (en °) |   |    |    |    |    |    |    |    |    |
| $\sin i_1$                       |   |    |    |    |    |    |    |    |    |
| $\sin i_2$                       |   |    |    |    |    |    |    |    |    |
| $\sin i_1/\sin i_2$              |   |    |    |    |    |    |    |    |    |

- Commenter vos résultats. Comment s'appelle le phénomène observé à partir d'une certaine valeur de l'angle d'incidence? Noter cette valeur. Calculer la valeur théorique de cet angle. Comparer à la valeur expérimentale.

## **II Obtention d'un spectre lumineux**

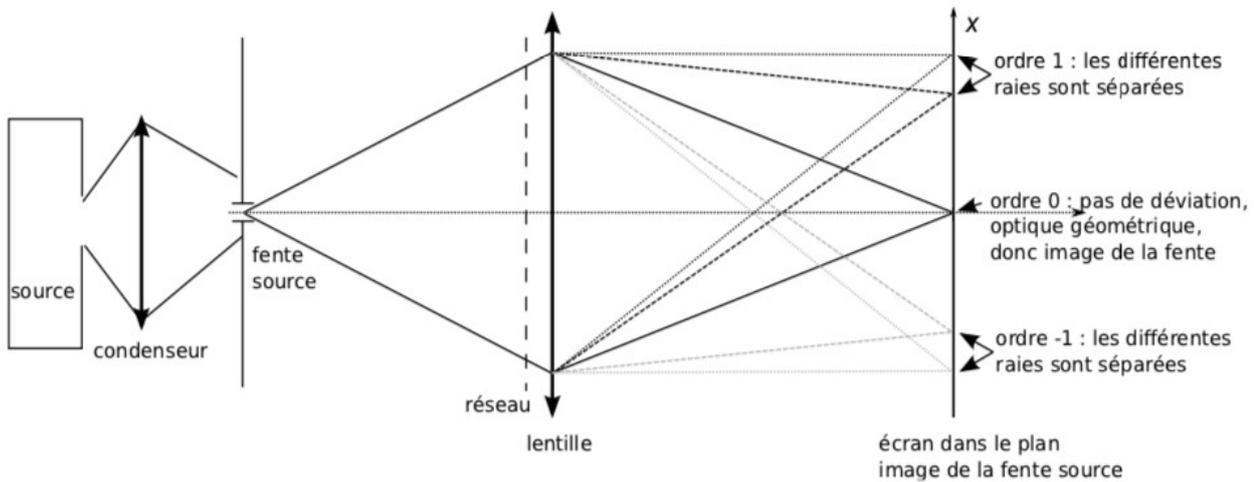
### **Introduction**

La spectroscopie (ou spectrométrie) optique est l'étude du spectre d'un rayonnement lumineux. Le premier spectre précis fut produit par Fraunhofer vers 1814 à l'aide du premier réseau de diffraction, qu'il mit au point lui-même pour l'occasion. La lumière analysée était celle du Soleil, qui contient des milliers de lignes d'absorption dû à l'absorption de son rayonnement par les gaz constituant la couronne solaire.

Un spectromètre (ou spectroscopie) est toujours constitué d'une fente source, d'un élément dispersif (un réseau), et d'un moyen d'observation ou de mesure (vernier d'un goniomètre, capteur CCD, mesure sur une feuille de papier...).

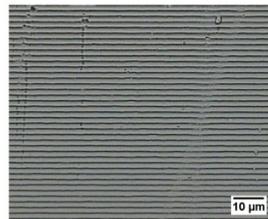
On utilise ici un montage qui permet de projeter le spectre d'une source.

Le schéma est le suivant :



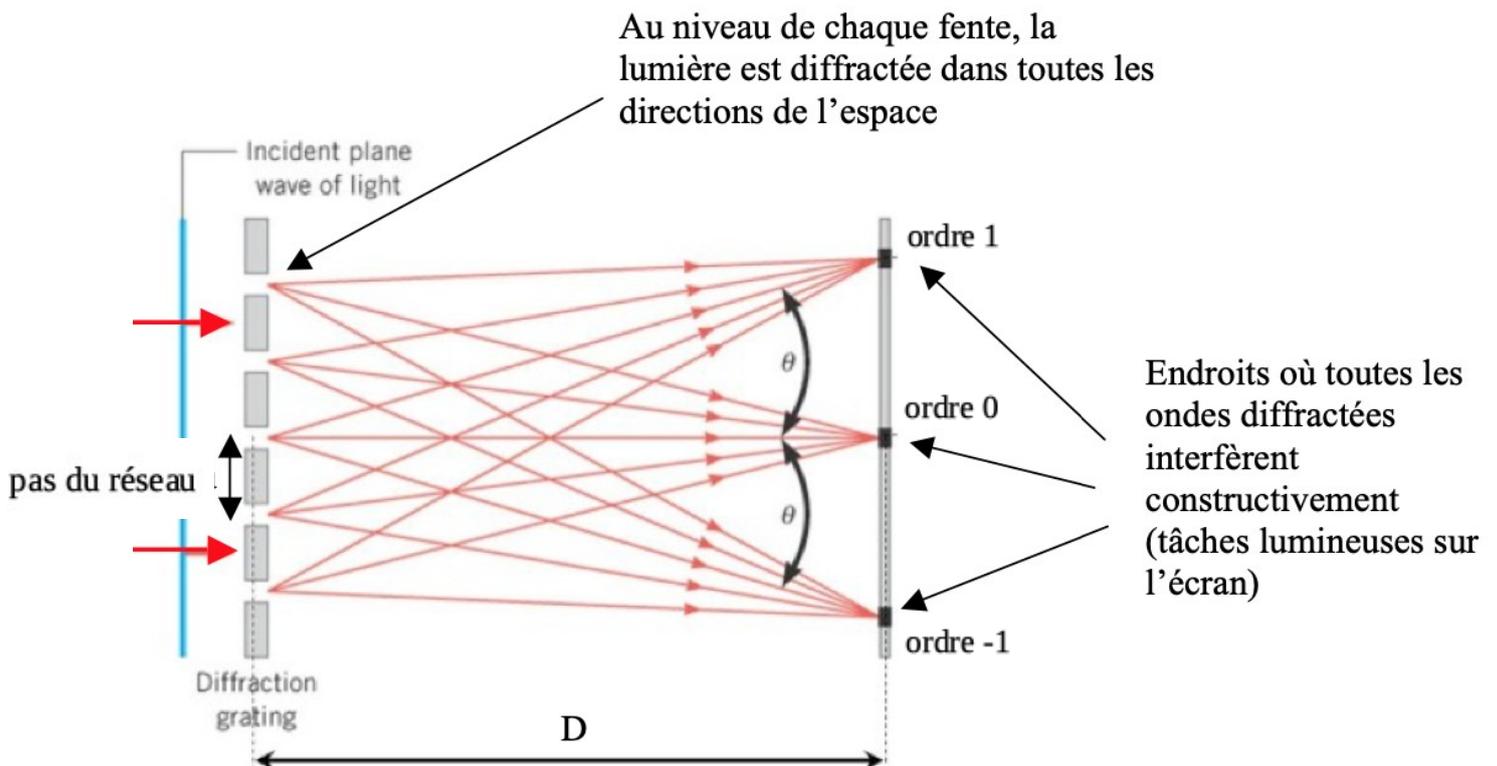
Réseau utilisé: réseau de 140 traits /mm.

Un réseau par transmission est constitué par un très grand nombre de fentes parallèles et équidistantes. La distance  $a$  entre deux fentes successives s'appelle le pas du réseau.



Chaque fente diffracte la lumière. Les rayons issus des différentes fentes interfèrent entre eux.

On s'intéresse seulement aux interférences à l'infini ( $D \gg a$ ).



### Précautions

- bien attendre que les lampes émettent correctement.
- ne pas déplacer les lampes lorsqu'elles sont chaudes. Elles sont fragiles.
- ne pas modifier le montage (positions du condenseur, de la fente, de la seconde lentille et de l'écran) entre les changements de lampe.

### Principe

Dans la mesure où les angles sont petits, on peut montrer que la position  $x_\lambda$  sur l'écran d'une raie de longueur d'onde  $\lambda$  suit une loi affine, du type:

$$\lambda = a \times x_\lambda + b.$$

### **Expérience 4- observation d'un spectre de raies-tracé d'une courbe étalonnage**

**On utilise une lampe à décharge qui est un tube de verre contenant un gaz (ici gaz de mercure) à basse pression. Lorsque le gaz est traversé par une décharge électrique, il émet de la lumière.**

- Placer une feuille de papier sur l'écran d'observation.
- Relever sur la feuille la position des raies par rapport à la raie centrale (ordre zéro).
- Retirer la feuille.
- Mesurer alors à la règle la position  $x_\lambda$  de chacune des raies. On prend comme origine la raie centrale (ordre zéro).
- reproduire le tableau ci-dessous sur votre compte rendu et le compléter..

|                                   |        |       |       |       |        |
|-----------------------------------|--------|-------|-------|-------|--------|
| couleur                           | Violet | bleu  | vert  | Jaune | Orange |
| <b><math>\lambda</math> en nm</b> | 404,7  | 435,8 | 546,1 | 577   | 579,1  |
| $x_\lambda$                       |        |       |       |       |        |

***Le spectre d'émission observé n'est pas continu, il est constitué de raies colorées sur un fond noir .***

### Exploitation :

Comme expliqué plus haut, on a théoriquement une loi du type  $\lambda = a \times x_\lambda + b$ .

- Tracer, pour les raies dont on suppose connue la longueur d'onde,  **$\lambda$  en fonction de  $x_\lambda$** .
- Faire une régression linéaire pour trouver a et b . Cette une droite constitue une **courbe d'étalonnage** .

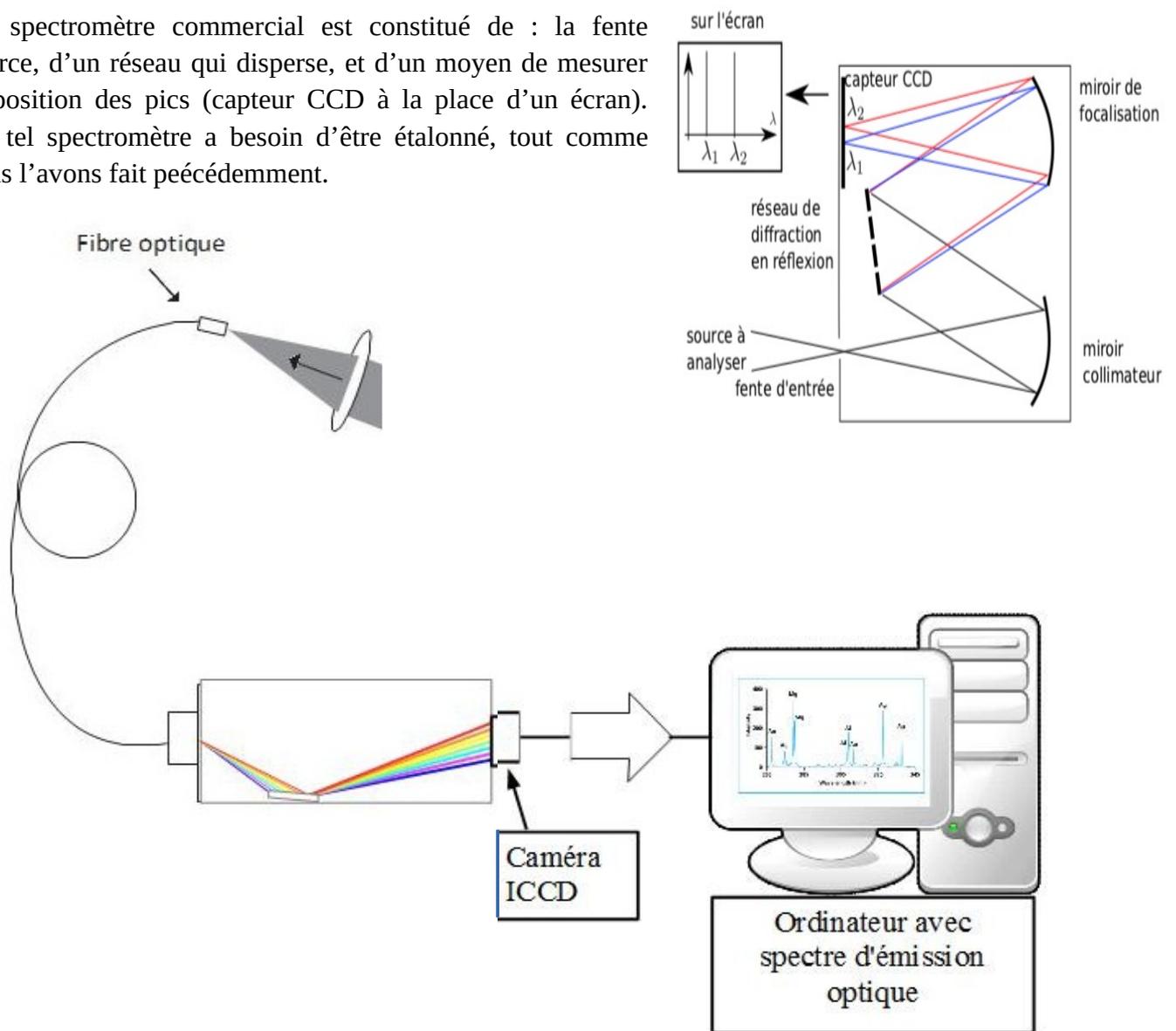
### **Expérience 5- détermination d'une longueur d'onde à partir de la courbe d'étalonnage**

- Remplacer délicatement (**appeler le professeur**) la lampe au mercure par celle au sodium si elle n'est pas déjà en place. La laisser chauffer. On obtient alors , un spectre de raies (deux raies très proches et de couleur jaune). Il s'agit du spectre de la lumière émise par le gaz (sodium).
- Noter la valeur de  $x_{\text{jaune}}$  .
- D'après la courbe d'étalonnage, trouver la valeur de la longueur d'onde correspondante. Comparer à la valeur attendue (raie double (**589 nm et 589,6 nm**)).

## Expérience 6 - les différents spectres (montage au bureau)

Le montage utilisé précédemment correspond au fonctionnement d'un spectromètre commercial.

Un spectromètre commercial est constitué de : la fente, d'un réseau qui disperse, et d'un moyen de mesurer la position des pics (capteur CCD à la place d'un écran). Un tel spectromètre a besoin d'être étalonné, tout comme nous l'avons fait précédemment.



- A l'aide d'un spectromètre branché sur l'ordinateur, réaliser le spectre:
  - de la lumière du jour,
  - de la lumière émise par un téléphone portable avant et après avoir appliqué le filtre pour la lumière bleue,
  - d'une source LASER,
  - d'une lampe à LED
- Noter vos observations.

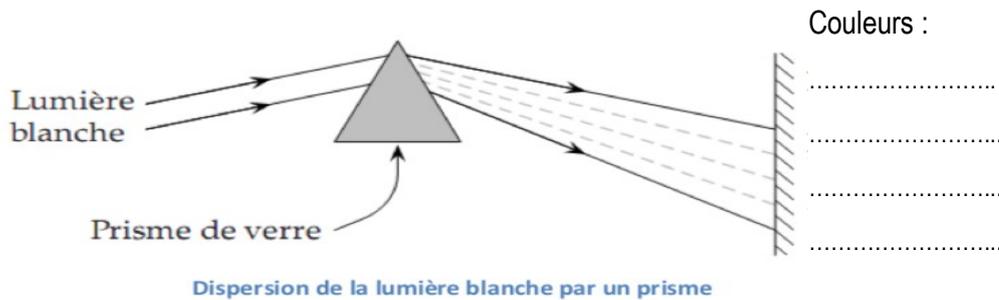
Expérience 7 - Autre méthode d'obtention d'un spectre, avec un prisme (montage au bureau).

Le réglage a déjà été effectué, ne pas le modifier.

Le prisme en verre est un milieu dispersif. C'est cette propriété que l'on utilise ici pour séparer les différentes radiations de la lumière blanche. Le spectre est ici continu.

On fait passer un faisceau de lumière blanche à travers un prisme en verre et on place un écran en face des rayons réfractés. On peut observer un étalement de couleur semblable à celle de l'arc en ciel. Ce phénomène s'appelle la dispersion de la lumière par un prisme.

- Compléter le schéma ci-dessous.



- Quel type de spectre observe-t-on ?

Remarque :

La loi de Cauchy, avec B et C constantes positives :  $n(\lambda) = B + \frac{C}{\lambda^2}$

D'après la loi de Cauchy, l'indice croît du rouge au violet (inversement proportionnel à la longueur d'onde). De plus, on peut montrer que la déviation D est une fonction croissante de n.

Par conséquent la déviation croît du rouge au violet. C'est ce que l'on constate expérimentalement.