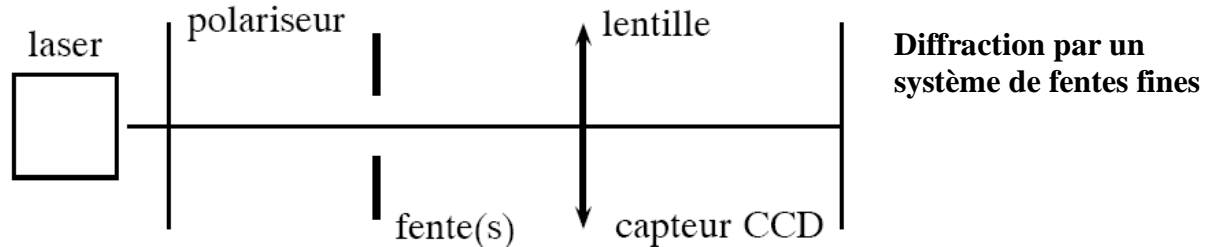


# Diffraction – Réseaux - Spectroscopie

## A. Diffraction de la lumière

Le montage à réaliser est présenté sur le schéma ci-dessous. Il est à noter que le polariseur sera interposé soit à la sortie du Laser, soit devant le capteur CCD constitué de la caméra Caliens.



1. Réaliser l'alimentation (continu 12 V) d'un laser à semi-conducteurs ( $\lambda_0 = 670$  nm) ou hélium - néon ( $\lambda_0 = 632,8$  nm) et disposer devant celui-ci un polariseur rectiligne. Observer l'effet de la rotation de ce polariseur sur l'intensité du faisceau de sortie ou devant le capteur CCD. Expliquer.

Dans la suite, on utilisera le polariseur pour moduler la puissance du faisceau de sortie, afin d'éviter la saturation du détecteur.

Disposer sur le trajet du faisceau un diaphragme percé d'une fente. Observer la figure de diffraction, sur un écran (feuille de papier par exemple) intercalé sur le trajet du faisceau.

Au moyen d'une lentille de 20 cm de focale, réaliser la focalisation de cette figure sur le plan d'entrée du détecteur CCD (dispositif à couplage de charge) CALIENS. Celui-ci est constitué d'une barrette de photodiodes réparties sur une longueur d'environ 3 cm, délivrant un courant électrique proportionnel à l'éclairement de chaque détecteur.

2. Observer le signal à l'aide du logiciel CALIENS. Régler le polariseur en évitant de saturer le détecteur.

3. Faire l'acquisition informatique du signal lumineux. Observer le détail du signal. Quelle est la dimension d'une des cellules du capteur CCD ?

4. Observer et commenter les figures observées lors de la diffraction par une, deux, et trois fentes si possible. Comparer aux prévisions théoriques à l'aide d'un ajustement. Pour comparer aux prévisions théoriques, on utilisera les ajustements (improprement appelées « modélisations ») qui sont proposées dans le logiciel CALIENS. On imprimera les courbes expérimentales auxquelles on aura superposé l'ajustement adéquat.

5. En déduire une mesure de la largeur commune des fentes et une mesure de la distance séparant deux fentes voisines.

5. Recommencer si vous avez le temps avec une fente circulaire (après avoir traité les réseaux de diffraction).

## B. Réseaux de diffraction – Spectroscopie

But : utilisation d'un réseau de diffraction pour déterminer les longueurs d'onde émises par une lampe spectrale après étalonnage du réseau.

### 1. Etude théorique

#### 1. Définition

On appelle réseau plan un système constitué par un grand nombre de motifs diffractants (ou traits) rectilignes, parallèles, identiques et équidistants tracés sur une même surface plane.

La distance  $a$  entre deux traits consécutifs est appelée pas du réseau. On donne plutôt le nombre de traits par unité de longueur  $n$  (ex : 600 traits/mm correspondant à un pas de  $a = 1/600 \text{ mm} = 1,67 \mu\text{m}$ )

Il existe deux types de réseaux : les réseaux en transmission et les réseaux en réflexion.

Les traits peuvent être tracés un à un au diamant ou globalement à l'aide d'un cliché photographique. Les réseaux les moins coûteux sont des diapositives obtenues par photographie d'un autre réseau.

#### 2. Relation fondamentale des réseaux

L'intensité lumineuse diffractée dans la direction  $i$

est maximale si la différence de marche

$\delta = a (\sin i - \sin i_0)$  entre les vibrations diffractées

par deux fentes voisines est un multiple entier de  $\lambda$  :

$$\sin i - \sin i_0 = k \lambda / a$$

#### 3. Utilisation au minimum de déviation

La déviation est l'angle  $D = i - i_0$ . Cette déviation est

extrémale lorsque  $\frac{dD}{di} = 0$ . En différentiant la relation

fondamentale des réseaux, il vient :

$$\frac{di}{di_0} = \frac{\cos(i_0)}{\cos(i)}$$

Conclusion :  $D$  est extrémale pour  $i = \pm i_0$ . La solution  $i$

$= i_0$  ne correspond pas à une déviation (direction de l'optique géométrique c'est-à-dire ordre  $k = 0$ ) dont seule reste la solution  $i = -i_0$ .

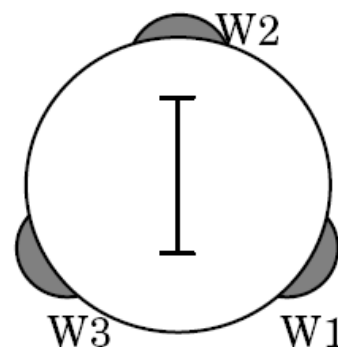
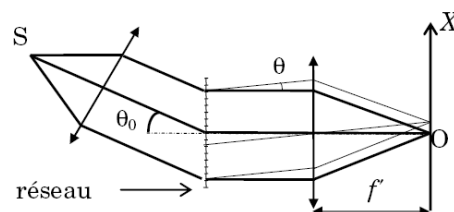
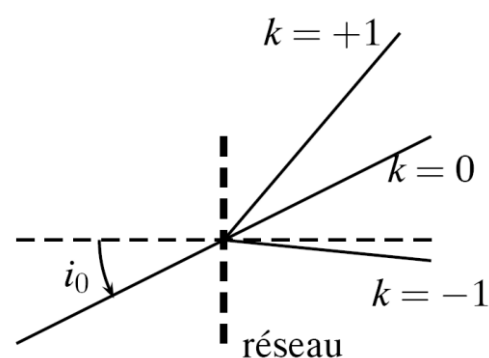
On peut montrer (et cela se vérifie expérimentale) que cet extremum est un minimum.

Au minimum de déviation, on peut donc écrire  $D_m = 2 i_m = -2 i_{0m}$  et ainsi :  $\sin(D_m / 2) = \frac{k\lambda}{2a}$

### 2. Etude expérimentale

#### 1. Réglages

- Régler la lunette à l'infini et le collimateur à l'infini
  - Régler l'axe de la lunette
  - Positionnement du réseau : ne pas modifier l'orientation de la lunette effectuée précédemment
  - Placer le réseau sur une hauteur du triangle équilatéral formé par les vis calantes et effectuer une autocollimation sur une face du réseau.
- Jouer sur la vis W1 (ou W3) pour faire coïncider le fil horizontal du réticule et son image. Le réseau est alors dans le plan orthogonal à la lunette.



- Il faut ensuite régler le parallélisme des traits du réseau avec l'axe du goniomètre. Eclairer le réseau avec une source limitée à un point. En jouant sur W2, aligner les ordres du réseau avec le fil horizontal du réticule.

**2. Mesure du pas du réseau**

- Utiliser la lampe à vapeur de mercure et repérer une raie particulière dans le spectre du premier ordre.
- Chercher avec soin la position du réseau donnant la déviation minimale  $D_m$  pour la raie choisie et
- Repérer la position  $i_1$  correspondante de la lunette (on fera bien sûr coïncider le fil vertical du réticule avec la raie observée en bloquant la lunette).

Recommencer la même mesure en plaçant le réseau dans la position symétrique par rapport à l'axe du collimateur (ordre  $-1$  si on appelle ordre  $1$  la situation précédente). On note alors la position  $i_2$  de la lunette. On en déduit  $D = i_2 - i_1$

Recommencer avec les 6 autres raies du mercure et tracer la courbe qui exploite la relation fondamentale des réseaux et qui permet de connaître le pas du réseau. Effectuer un ajustement sous Régressi. On donne les longueurs d'ondes suivantes :

**MERCURE**

Couleur	Bleu	Indigo	Bleu Vert	Vert	Jaune	Jaune	Rouge
Longueur d'onde (nm)	404,6	435,8	495	546	577	579,1	623,4

**3. Utilisation en spectroscopie**

A l'aide des mesures précédentes, tracer la courbe d'étalonnage du réseau  $D_m = f(\lambda)$ . Changer de lampe et déduire de la courbe d'étalonnage les longueurs d'onde des raies observées. Evaluer l'incertitude de vos mesures sur  $D_m$  et donc l'incertitude sur les longueurs d'onde. Pour vérifier vos mesures, on donne :

**CADMIUM**

Couleur	Bleu	Bleu	Vert	Rouge
Longueur d'onde (nm)	468	480	509	644

**ZINC**

Couleur	Bleu	Bleu	Bleu	Rouge
Longueur d'onde (nm)	468	472	481	636

**MATERIEL (par table)****Diffraction (1 poste)**

- 1 poste informatique avec la camera CALIENS installée
- Jeux de filtres et de polariseur pour CALIENS
- Fentes circulaire, monofente, bifente
- Diode laser ou laser Hélium Néon
- Pieds et supports (sans banc) pour éléments d'optique
- 1 lampe de poche

**Réseaux (1 poste)**

- 1 goniomètre (de préférence les plus récents !)
- 1 réseau 600 traits/mm avec support
- 1 lampe à vapeur de mercure pour étalonnage + alimentation
- 1 autre lampe spectrale pour mesures (cadmium, zinc)
- 1 lampe de poche
- 1 hand book de physique répertoriant les longueurs d'onde des lampes spectrales utilisées
- 1 poste informatique