

# TP3- GONIOMETRIE DES RESEAUX

## Application au stockage numérique à lecture optique

### PRESENTATION

#### Sujet

Etudier la dispersion chromatique d'un réseau plan en mesurant par goniométrie la déviation d'un faisceau lumineux (effet du n° d'ordre, effet du nombre de traits par mm...). Application à la mesure de la distance inter-pistes d'un support numérique à lecture optique (type CD-Rom...).

#### Objectifs

- Savoir régler un goniomètre à l'aide d'un prisme (lunette, collimateur, horizontalité du plateau).
- Savoir identifier les n° d'ordre des lumières diffractées par un réseau.
- Savoir régler une déviation minimale, la mesurer et en déduire la valeur de l'indice.
- Comprendre le caractère dispersif d'un réseau en fonction de ses paramètres.
- Savoir adapter et mettre au point une procédure d'analyse et de mesure.

#### Consignes et sécurité

- **Au démarrage du PC** : un utilitaire rafraîchit et ouvre le répertoire de travail « **E:\MesDocs** ». Ce dossier contient le texte complet du TP en couleur avec ses annexes.
- **Le prisme ne DOIT jamais tomber !**
- **Prendre grand SOIN des réseaux optiques !** Voir consignes ultérieures.
- **La lampe spectrale reste allumée pendant toute la durée des phases de réglages et de mesures.**

#### Plan du TP

- 1- Principe de l'expérience et des mesures p 2
- 2- Principe, description et réglages du goniomètre p 2
- 3- Mesures à faire avec un réseau plan p 3
- 4- Mesure du pas de gravure d'un CD p 4

#### Annexes :

##### Version en couleur dans E:\MesDocs

- A1- Liste du matériel utilisé p 6
- A2- Description du goniomètre p 7
- A3- Procédures de réglage du goniomètre p 8
- A4- Description d'un CD/DVD p 11

### 0- TRAVAIL PREPARATOIRE à faire avant le TP

Le texte du TP en couleur, ses annexes complètes et les logiciels de simulation sont accessibles sur Internet par <http://mpsn.free.fr>

- Lire attentivement le texte de TP, noter en particulier les §1.1- à §1.3- et relire votre Cours (ch5).

#### OBLIGATOIRE pour les DEUX étudiants du binôme :

- **Chacun des deux étudiants FAIT AVANT le TP** les figures et calculs des questions Q1.1a , b et c , Q1.2a et b et Q3.1a et c .
- Réaliser **avant le TP** les expériences virtuelles avec les applets java associées au chapitre « Réseaux » disponibles sur le site.

## 1- PRINCIPE DE L'EXPERIENCE ET DES MESURES (CALCULS FAITS PAR LES DEUX ETUDIANTS AVANT LE TP !)

### 1.1- Bases théoriques des mesures

Après avoir relu le chapitre 5 de votre Cours consacré au réseau plan :

Q1.1a- Rappeler la signification de la formule suivante et préciser ce que représente tous les symboles utilisés :  $b(\sin i + \sin i_p') = p \lambda$  ou  $\sin i + \sin i_p' = n p \lambda$   
Faire une figure.

Q1.1b- Rappeler sur une autre figure la convention de signe utilisée dans cette formule unique, tant pour un usage du réseau en transmission qu'en réflexion.

Q1.1c- Rappeler ce que représente la déviation  $D_p$  de la lumière du  $p^{\text{ème}}$  ordre. Montrer sur une figure qu'en tenant compte de la convention précédente  $D_p = i + i_p'$ .

### 1.2- Déviation minimale pour un ordre p donné

Q1.2a- Refaire la démonstration du Cours montrant qu'à la déviation minimale de l'ordre p, le faisceau utile de lumière vérifie  $i = i_p'$ . Que vaut alors  $D_{m,p}$  ?

Q1.2b- Montrer que le nombre de traits/m et le pas du réseau vérifient la formule :

$$n = \frac{1}{b} = \frac{2}{p \lambda} \times \sin \frac{D_m}{2} \quad \text{où } p \text{ est l'ordre concerné par la mesure.}$$

### 1.3- Principe des mesures possibles avec un goniomètre et un réseau

La goniométrie du réseau consiste :

- soit à « mesurer » le réseau : éclairer le réseau avec une lumière monochromatique de  $\lambda$  connu afin de déterminer la caractéristique du réseau plan (le pas b en mm ou  $\mu\text{m}$ , le nombre n de traits par mm)
- soit à mesurer  $\lambda$  : éclairer un réseau de n connu par une lumière monochromatique afin de déterminer sa longueur d'onde  $\lambda$  (ou une lumière polychromatique à spectre de raies, avec des raies suffisamment distinctes).

Quatre remarques importantes :

- Une mesure se fait en réglant **pour chaque raie** concernée la déviation à son minimum.
- La mesure de la déviation  $D_{m,p}$  se fait « en pointant » successivement la raie d'ordre 0 et celle d'ordre p.
- Plus l'ordre p est élevé, plus la déviation est grande mais moins les raies sont lumineuses.
- Le réseau utilisé, ou l'ordre observé pour un réseau donné, doit permettre de « résoudre » les raies observées : ce n'est pas toujours le cas des raies très proches d'un « doublet ».

## 2- PRINCIPE, DESCRIPTION ET REGLAGE DU GONIOMETRE

### 2.1- Le goniomètre

Ce goniomètre a déjà été utilisé en TP S2 pour l'étude du verre d'un prisme.

Q2.1- Relire la description et le principe du goniomètre rappelés en Annexe A2.

### 2.3- Avant de commencer les réglages : consignes de sécurité

**Les réseaux sont des objets fragiles et coûteux (choc même minime, rayure...).  
Vous DEVEZ les manipuler avec SOIN !**

Un réseau optique DOIT ETRE :

- soit **en place sur le support** de plateforme
- soit **rangé dans son étui gris**, enveloppé de son papier

Vous en êtes **responsables**.

Si ce n'est pas déjà fait :

- Enlever l'éventuel réseau ou CD/DVD présent sur le support de plateforme réseau. Le ranger dans son étui.
- Enlever de la plate-forme du goniomètre le support de réseau **en laissant** les élastiques en place.

### 2.3- Réglages demandés du goniomètre :

Les **procédures de réglage** détaillées et illustrées sont regroupées dans l'**annexe A3- Vous avez déjà réalisé cette procédure au S2 : faites le vite et bien.**

*Q2.3- Régler rapidement, précisément mais dans l'ordre :*

- les deux oculaires  $B_1$  et  $B_5$ ,
- la lunette  $L$  sur l'infini par autocollimation (utiliser une face de prisme comme miroir),
- la largeur de fente,
- le collimateur,
- l'horizontalité de la plate-forme qui devrait être ainsi parallèle à la ligne de visée et de collimation (et donc perpendiculaire à son axe de rotation vertical  $XX'$ ).

**Faire contrôler par l'enseignant.**

## 3- MESURES A FAIRE AVEC UN RESEAU PLAN

### 3.1- Identification détaillée des différents ordres diffractés par un réseau.

La première série de mesure consiste à bien identifier le numéro d'ordre d'une raie observée.

#### Utilisation du matériel et pré-réglages :

- Si ce n'est fait, enlever le prisme du plateau et le ranger dans sa boîte.
- Mettre en place sur la plateforme le support de réseau en le glissant sous les élastiques. Centrer le.
- Mettre le réseau portant l'indication « 100 lines/mm » (=  $n$ ) sur le support avec le grand coté à l'horizontale. Serrer au contact les vis de calage **mais très modérément !**
- Orienter le réseau le plus perpendiculairement à la lumière incidente venant du collimateur en regardant la platine par le dessus.

#### Identification de la raie d'ordre 0 :

*Q3.1a- Montrer avec la formule du réseau, que la raie d'ordre 0 doit avoir la couleur bleutée de la lampe « mercure » utilisée bien que le mercure ait un spectre de raies. Montrer qu'elle n'est pas déviée.*

Le **pointé** précis de la position de la raie est réalisé lorsque le **trait vertical du réticule** objet est bien **superposé au centre de la raie étudiée.**

*Q3.1b- Identifier la raie centrale d'ordre 0. Pointer la raie et noter son angle  $i'_0$ .*

#### Identification des raies d'ordre $p$ :

*Q3.1c- Pour un réseau à 100 tr/mm, combien d'ordres sont-ils a priori observable pour la raie verte du mercure à 546.1 nm ? Le démontrer à partir de la formule des réseaux.*

En partant du centre (raie d'ordre 0), faire pivoter la lunette d'observation et voir successivement les raies vertes du mercure d'ordre croissant.

Conseil : pour pouvoir observer les ordres les moins lumineux, on a intérêt à faire l'observation avec un œil dont la pupille est bien ouverte (ce qui prend un certain temps !). Ne faire qu'une seule observation globale en conservant l'œil sur la lunette ; ainsi on évite le réflexe de fermeture de la pupille inévitable lorsqu'on regarde une lampe d'éclairage entre deux observations.

*Q3.1d- Compter les ordres observables de la raie verte du Mercure. Comparer à votre prévision.*

**Pour régler une déviation au minimum**, affiner le réglage d'incidence en tournant un peu le plateau de sorte que la lunette de pointé soit le plus vers la direction initiale (celle de l'ordre 0 qui ne change pas avec la rotation du plateau).

*Q3.1e- Pour chacun des 7 premiers ordres de la raie verte, régler successivement la déviation  $D_{p,m}$  au minimum puis pointer précisément la raie et lire  $i'_p$ . Préciser comment vous calculez la déviation.*

Regrouper vos mesures dans un tableau indiquant  $i'_p$  en degré sexagésimaux puis décimaux ( $1' = 1/60^\circ$ ),  $D_{pm}$  et puis les ordres  $p$  après calcul (garder les décimales de  $p$  puis arrondir et commenter).

**Organisation :**

Evidemment l'étudiant 1 fait ces calculs pendant que l'étudiant 2 commence la série de mesures du §3.2

### 3.2- Mesure du nombre de traits d'un réseau

- Enlever et ranger soigneusement le réseau utilisé. Remplacer le par celui portant l'inscription « 300 lines/mm ».
- Régler l'orientation du réseau de sorte qu'il soit plus ou moins perpendiculaire au faisceau incident.
- Observer les 6 raies visibles du spectre du mercure.

Couleurs et spectre du mercure, dans le vide		
Couleur	Longueur d'onde dans le vide, en nm	Remarques
Jaune	579.07 576.96	Un « doublet » de raies très voisines séparées de 2.1 nm.
Vert	546.1	Raie particulièrement lumineuse.
Bleu - Vert	491.6	On peut observer deux raies vers cette valeur : effectuer la mesure sur la plus lumineuse.
Indigo	435.3	On peut observer plusieurs raies indigo : 435.3 nm correspond à la raie la plus lumineuse.
Violet	407.81 404.66	On observe plusieurs raies : 404.6 nm correspond à la raie la plus lumineuse.

Q3.2a- Pointer et relever la position de l'ordre 0.

Q3.2b- Pour chacune des 6 raies visibles du mercure, régler la déviation minimale, pointer et relever la position à l'ordre 1. Est-ce possible pour les raies jaunes du doublet ?

Q3.2c- A l'aide d'un tableau, noter pour chaque raie observée les différents angles et déviation. Calculer les valeurs de  $n$  obtenues à partir de chacune des raies. Calculer la valeur moyenne.

**Organisation :**

l'étudiant 2 fait ces observations et ces calculs.

Dès qu'il le peut, l'étudiant 1 commence la mesure du §3.3

### 3.3- Mesure du doublet du mercure

Q3.3- En utilisant l'ordre le plus élevé exploitable de ce réseau et en prenant pour valeur de  $n$  la moyenne obtenue à la question précédente, faire la « meilleure mesure » à votre portée du doublet jaune du mercure  $\Delta\lambda$ . Comparer aux valeurs de référence. Commenter.

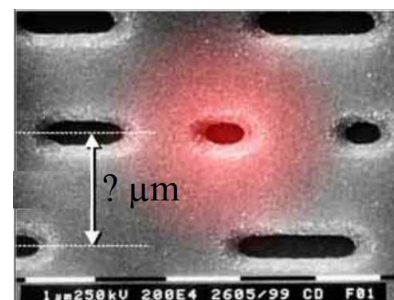
## 4- MESURE DU PAS DE GRAVURE D'UN CD

### 4.1- Effet « réseau » d'un CD/DVD

L'Annexe 4 rappelle la manière dont les cuvettes destinées à stocker l'information numérique forment un sillon en spirale sur la face d'un CD/DVD. Ce sillon peut apparaître localement comme une série de lignes écartées d'un **pas de gravure** micrométrique et formant un réseau susceptible de diffracter la lumière incidente.

Ainsi, observée en réflexion, la face réfléchissante d'un CD peut disperser la lumière blanche d'une source d'éclairage.

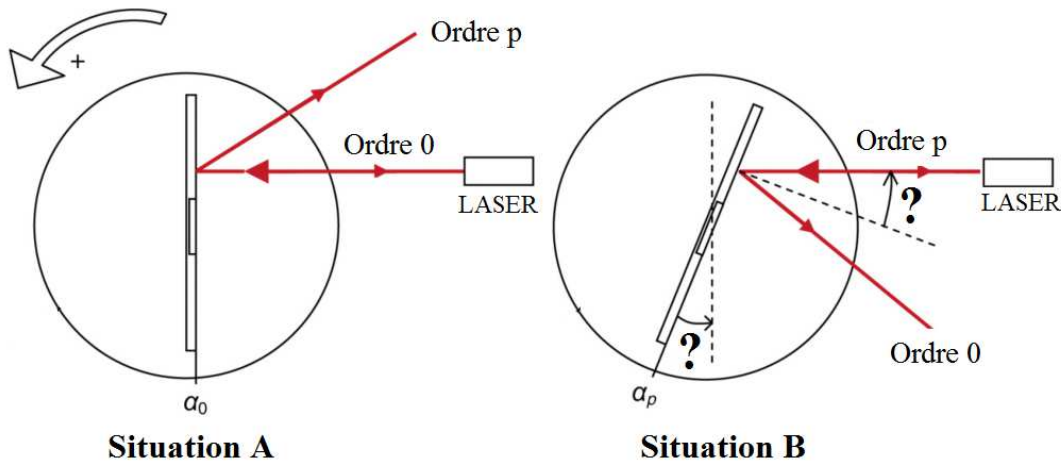
Remarque : un système de lecture/écriture laser d'un CD doit éviter ce comportement du CD ; il est conçu pour ne pas générer de rayon diffracté supplémentaire par réflexion.



Observation en microscopie électronique de la surface d'un CD

## 4.2- Principe de la mesure

L'idée est d'exploiter la rétrodiffraction d'un faisceau laser en faisant en sorte d'être matériellement capable de repérer un faisceau réfléchi par le CD lorsqu'il est superposé au rayon incident.



La figure précédente illustre le principe de la méthode suggérée pour mesurer le pas de gravure d'un CD ou d'un DVD et que vous aller préciser maintenant :

Q4.2a- A quelle situation géométrique particulière correspond la situation A ?

Q4.2b- A quelle situation particulière correspond la situation B ? Que représente d'un point de vue théorique l'angle induit par la rotation de la plateforme et signalé par « ? » sur la figure ? Comment nommer cet angle particulier ? A-t-il plusieurs noms possibles (au sens de la loi des réseaux) ?

Q4.2c- En déduire une formule de calcul du pas de gravure du CD.

## 4.3- Conception du protocole expérimental

Q4.3a- Pour exploiter les situations A et B, proposer un procédé utilisant le matériel disponible et permettant de repérer finement les positions angulaires utiles.

Q4.3b- Quelle est la zone exploitable du CD à viser avec le laser ? Justifier.

Q4.3c- Proposer et décrire votre protocole expérimental de mesure du pas de gravure du CD. Faire un schéma de mise en place du matériel nécessaire.

## 4.4- Mesure du pas de gravure d'un CD

Q4.4a- Réaliser votre protocole de mesure pour les différents ordres possibles lorsqu'on utilise un laser He-Ne ( $\lambda = 632.8 \text{ nm}$ ). Regrouper les valeurs pertinentes dans un tableau de résultats.

Q4.4b- Estimer le pas de gravure de ce CD. Commenter ce résultat.

# ANNEXES

## Annexe A1- LISTE DU MATERIEL UTILISE

### Matériel utilisé

- un goniomètre (au 30')
- un prisme de la collection
- réseaux à 100 tr/mm , à 300 tr/mm
- des échantillons de CD et DVD
- un porte-réseau spécifique pour ce goniomètre, des élastiques (...)
- une lampe spectrale « mercure »
- laser Hélium-Néon (632.8 nm)
- un support réglable type « Boy »
- deux textes de TP avec Annexes et fiches techniques

### Matériel informatique et logiciels utilisés

- un ordinateur PC (a priori « MP-Optique4 »)
- navigateur avec plugin java à jour.

#### Applets de simulation d'un réseau

Les logiciels de simulation sont accessibles sur Internet par <http://mpsn.free.fr>

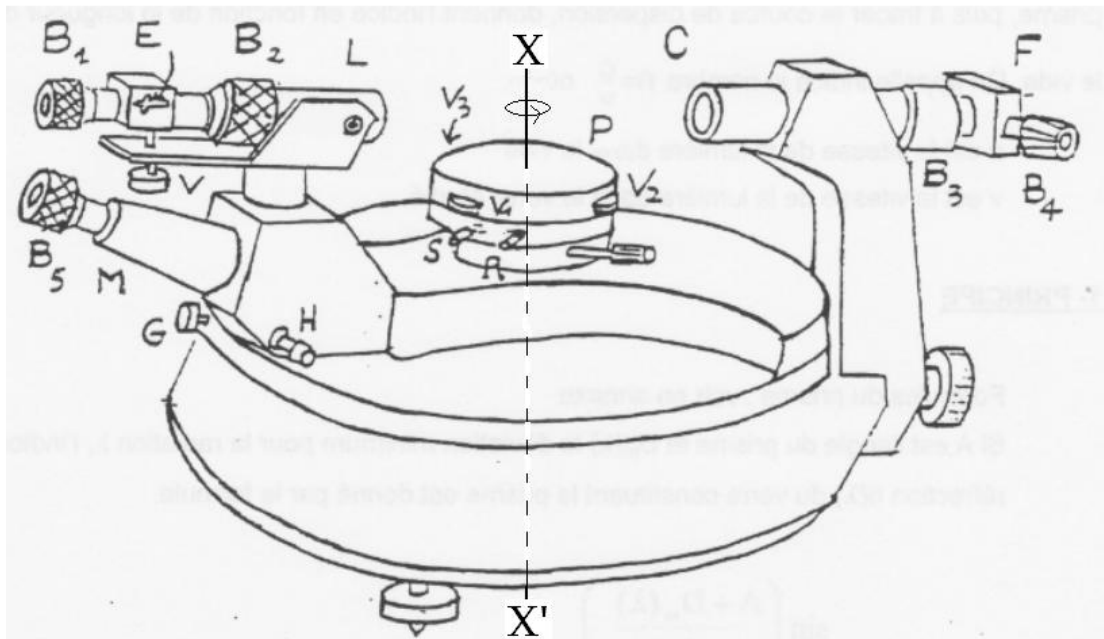
<http://ressources.univ-lemans.fr/AccesLibre/UM/Pedago/physique/02/optiphy/reseau.html>

<http://ressources.univ-lemans.fr/AccesLibre/UM/Pedago/physique/02/optiphy/fentes.html>

## Annexe A2- PRINCIPE ET DESCRIPTION DU GONIOMETRE

Le goniomètre doit permettre de réaliser :

- le **réglage de l'angle d'incidence  $i$** . Le prisme sera posé sur une plate-forme P capable de tourner autour de son axe vertical  $XX'$ .
- un faisceau de lumière incidente, composé de **rayons parallèles** pour qu'il n'y ait pas de biais de mesure sur l'angle de déviation. C'est la fonction du **collimateur C** que de fournir ce faisceau issu d'un objet constitué d'une fente éclairée par la source de lumière à analyser, au foyer de sa lentille.
- une observation nette de la lumière déviée issue du prisme qui est donc, **pour une couleur donnée**, composée de lumière parallèle. C'est la fonction d'une **lunette L, réglée sur l'infini optique**, que de donner dans son plan focal une image nette de la fente initiale. La lunette tourne autour du même axe  $XX'$ . Cette lunette servira aussi à régler le collimateur.
- l'autoréglage de cette lunette au préalable. Il faut donc disposer d'une **lunette autocollimatrice** dont la ligne de visée est alignée sur l'axe  $XX'$  et celui du collimateur.
- la mesure de l'**angle de positionnement de la lunette** : c'est le rôle des graduations d'un cercle de verre, enfermé dans un carter situé à la base de l'appareil et observable au moyen d'un viseur M monté sur le même support que la lunette (mesure des angles à 30 "près).



<b>B<sub>1</sub></b>	Mise au point de l'oculaire de la lunette sur le réticule	<b>H</b>	Mouvement lent de l'ensemble lunette-viseur M
<b>B<sub>2</sub></b>	Déplacement de l'ensemble oculaire-réticule	<b>L</b>	Lunette autocollimatrice
<b>B<sub>3</sub></b>	Mise au point du collimateur	<b>M</b>	Viseur pour les mesures d'angle de positionnement
<b>B<sub>4</sub></b>	Ouverture de la fente (visser B <sub>4</sub> pour ouvrir F)	<b>P</b>	Plate-forme réglable horizontalement et tournante
<b>B<sub>5</sub></b>	Mise au point du viseur	<b>R</b>	Blocage de la plate-forme
<b>C</b>	Collimateur réglable par B <sub>3</sub>	<b>S</b>	Mouvement lent de la plate-forme
<b>E</b>	Commande du miroir d'éclairage du réticule	<b>V</b>	Mouvement de la lunette autour de son axe horizontal
<b>F</b>	Fente réglable par B <sub>4</sub>	<b>V<sub>1</sub></b>	
<b>G</b>	Blocage de l'ensemble lunette-viseur M	<b>V<sub>2</sub></b>	Vis de calage de la plate-forme
		<b>V<sub>3</sub></b>	

## Annexe A3- PROCEDURES DE REGLAGE DU GONIOMETRE

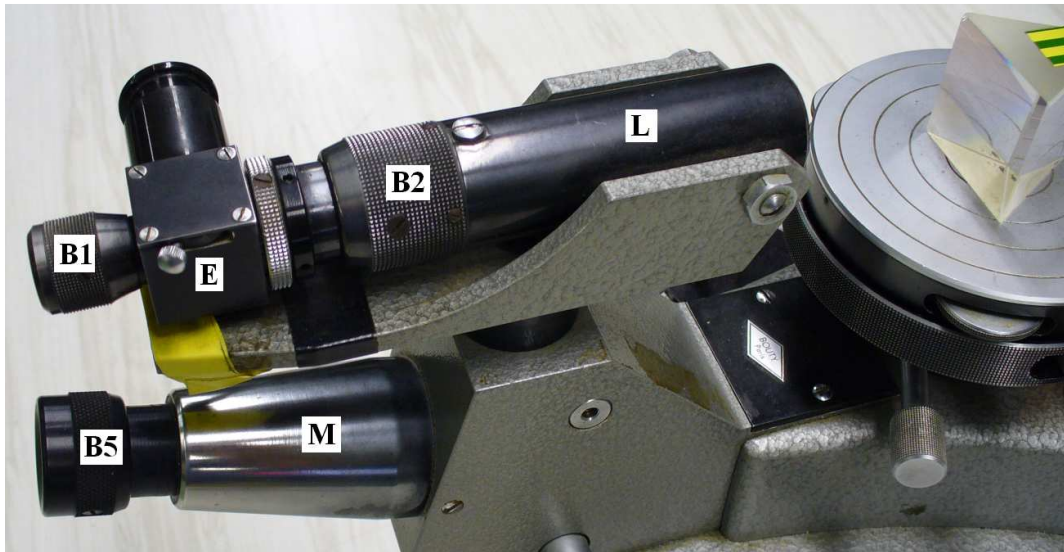
### Mise à la vue des oculaires

#### Oculaire B1 de la lunette L

- Allumer l'éclairage de la lunette autocollimatrice.
- Mettre au point l'oculaire B1 (en le faisant tourner sur lui-même) afin de voir très net le réticule en forme de croix. Chaque opérateur devra reprendre ce réglage qui lui est personnel.

#### Oculaire de lecture M

- Mettre aussi au point l'oculaire B5 de la lunette de lecture des graduations.

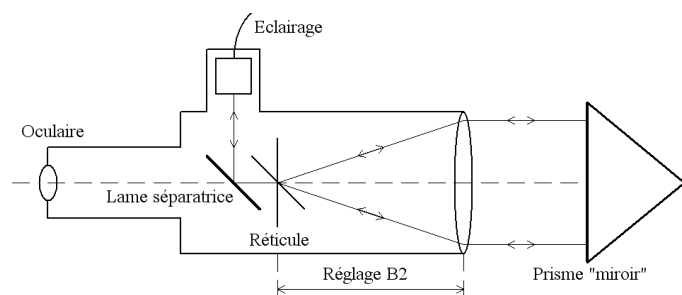


### Mise au point à l'infini de la lunette L par autocollimation

#### Principe :

Le réglage de **mise au point sur l'infini par autocollimation** consiste à placer le réticule objet au foyer objet de la lentille de la lunette afin que son image soit formée a priori à l'infini. Les rayons sortants sont alors réfléchis par un miroir plan et retournent vers la lentille. **La lumière semblant venir de l'infini, l'image se formera alors au foyer image de la lentille** : il y aura superposition de l'image dans le plan objet.

Le curseur de réglage E consiste à déplacer une **lame séparatrice**. La lame est mise à  $45^\circ$  dans la direction de visée lorsqu'on veut utiliser l'éclairage de la lunette pour éclairer le réticule par l'arrière. La lame peut s'écarter lorsqu'on utilise le goniomètre comme spectromètre.



#### Réglages :

- Pousser le bouton chromé E **du côté de la plate-forme** : de la lumière sort alors de la lunette.
- Positionner le prisme sur la plate forme de sorte qu'une de ses faces soit bien perpendiculaire à la lunette. Cette face servira de miroir d'autocollimation.
- Tourner la molette B2 jusqu'à voir bien nette l'image du réticule qui vient alors se superposer.

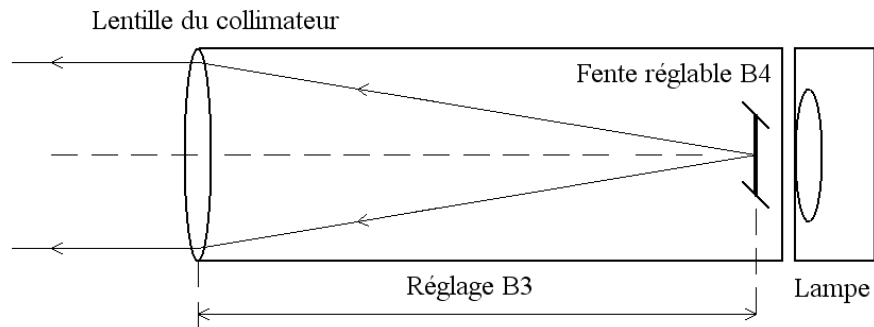
**Attention** : bien identifier l'image principale car on observe parfois une seconde image du réticule qui est moins lumineuse et qu'il faut ignorer.



## Réglages du collimateur

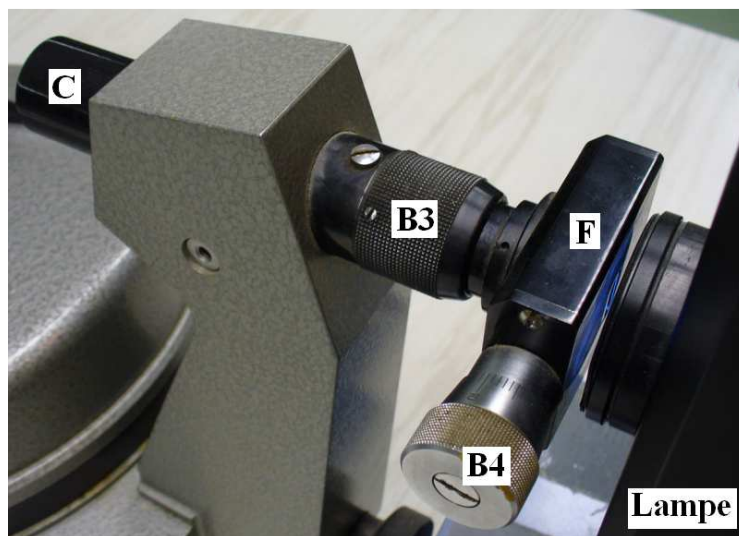
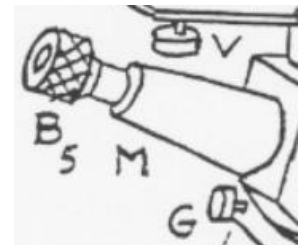
### Principe :

La fonction du collimateur est de générer un faisceau de **lumières parallèles** en formant à l'infini l'image d'une fente objet. Cette fente doit donc être placée au foyer objet de la lentille du collimateur.



### Réglages :

- Enlever le prisme de la plate-forme et le **ranger en sécurité**.
- Mettre en marche la lampe spectrale ; la positionner devant la fente F, en entrée du collimateur.
- Mettre la lunette L en ligne avec l'axe du collimateur et la bloquer avec la vis G.
- Pousser le bouton chromé E **du côté de l'oculaire** : il n'y a plus de lumière sortant de la lunette.



- Observer la fente en regardant dans la lunette. Régler la largeur de la fente F avec le bouton B4. On cherche à voir un « rectangle » lumineux dont la largeur est en apparence environ 10 fois celle du réticule de la lunette.
- Mettre bien au point le collimateur C en tournant la molette B3 jusqu'à voir une **image bien nette et bien rectangulaire** de la fente.
- Affiner enfin le réglage de fente.

**Critère** : obtenir une image de la fente bien nette et rectangulaire dont la largeur est en apparence environ 5 fois celle du réticule.

## Réglage de la plate-forme

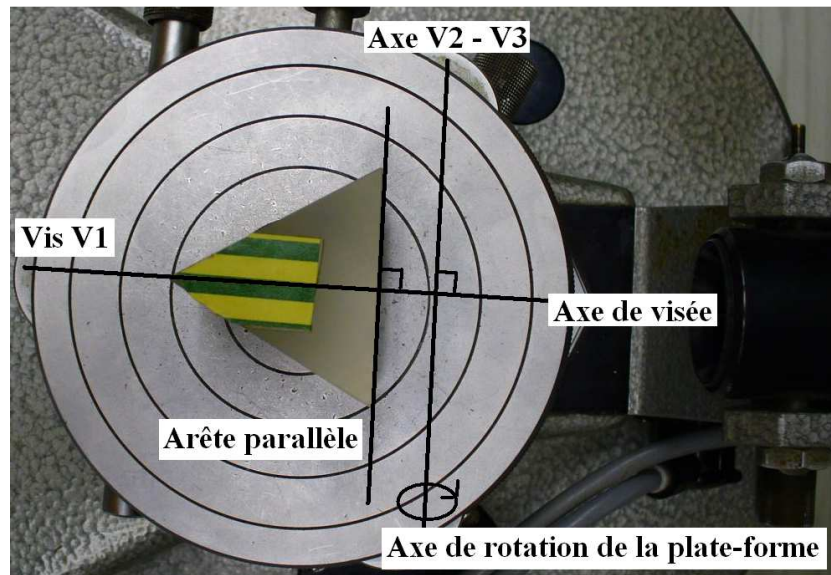
### Principe :

L'horizontalité de la plate-forme est réglable à l'aide des trois vis V1, V2 et V3.

Lorsque l'on place le prisme avec **ses trois arêtes bien en direction des trois vis**, l'action sur une vis fait pivoter un peu la face opposée du prisme : cela permet d'en régler la verticalité car il y a rotation autour de l'axe passant par les deux autres vis.

La verticalité est réglable finement en utilisant une visée à la lunette.

Si les faces du prisme sont bien verticales, la plate-forme est évidemment horizontale : on pourra donc positionner le prisme à volonté sur le plateau dans la suite de l'expérience.



### Réglages :

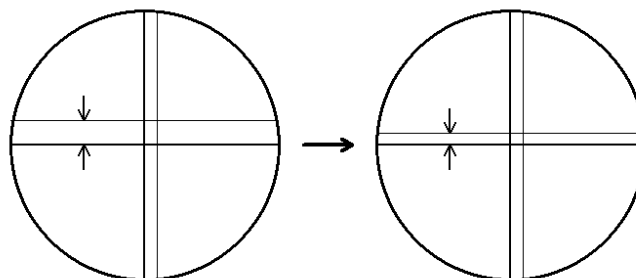
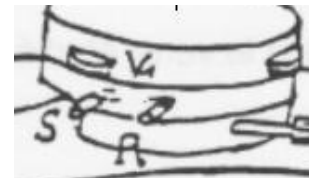
- Positionner le prisme est bien au centre de la plate-forme avec ses trois arêtes bien en direction des trois vis  $V_i$ .

A partir de ce moment, on ne touche plus le prisme à la main.

- Débloquer la plate-forme (réglages R et/ou S)

- Mettre une face en direction de la lunette. Agir sur la vis calante opposée afin de diminuer par 2 l'écart entre les traits horizontaux des réticules objet et image.

- Faire tourner la plate-forme d'un tiers de tour et recommencer l'action pour le couple face/vis calante suivant.



- Recommencer pour la face suivante etc. Usuellement après deux tours complets (soit 6 réglages successifs), on obtient un réglage convenable. Faire constater par l'enseignant.

**Critère** : soit on a pu correctement superposer **pour les trois faces** les deux réticules horizontaux (situation idéale recherchée) soit il reste un **écart résiduel faible mais identique** sur les trois faces (la lunette n'est plus parfaitement horizontale : il faudrait alors retoucher un peu le réglage V de la lunette (vis bloquée par un adhésif : **réglage réservé** à l'enseignant).

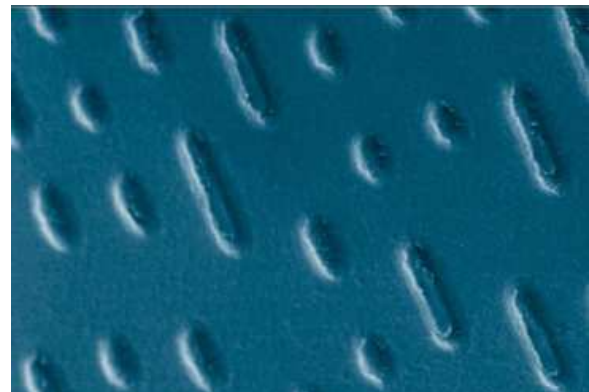
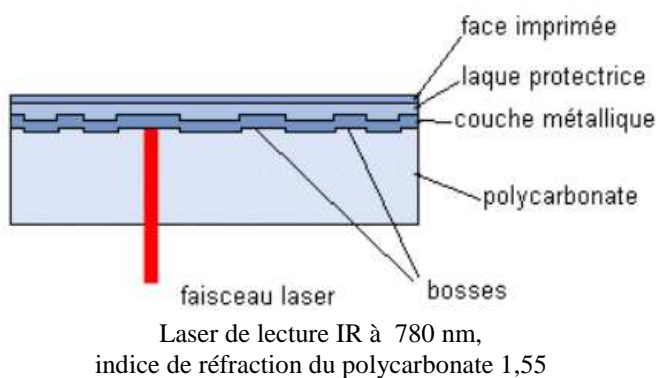
→ Le goniomètre est complètement préréglé 😊

## Annexe A4- DESCRIPTION D'UN SUPPORT NUMERIQUE A LECTURE OPTIQUE (TYPE CD/DVD)



Le CD Audio a été lancé par Sony et Philips en 1982. Ses caractéristiques techniques ont été fixées et spécifiées pour les CD/CDR dans le « Yellow book » publié en 1984.

Les informations numériques sont ainsi stockées dans un CD sous la forme d'un long sillon formant une spirale dont le pas est micrométrique ( $x,x \mu\text{m}$  spécifié). Le sillon est gravé dans du polycarbonate revêtu d'une couche métallique réfléchissante. Le sillon présente des creux de profondeur 125 nm, de largeur  $0,x \mu\text{m}$ , de longueur variant entre  $0,xx$  et  $x,x \mu\text{m}$  (toutes ces valeurs ont été spécifiées).



Observation en microscopie électronique de la surface d'un CD

Rappel :

Le principe interférentiel du stockage de l'information numérique et de sa lecture optique a été étudié dans les chapitres « Interférences » (ch2.1) et « Diffraction » (ch3.8).

Référence et sources de toutes les images de CD :

<http://www.louis-armand-mulhouse.eu/btsse/acrobat-cours/optiq.pdf>

Ce document étudie en détail tous les aspects du sujets (électronique, optique, matériaux et structures des différentes familles de supports etc.)

# **TP3- GONIOMETRIE DES RESEAUX**

## **Application au stockage numérique à lecture optique**

<b>PRESENTATION .....</b>	<b>1</b>
<b>0- TRAVAIL PREPARATOIRE à faire avant le TP .....</b>	<b>1</b>
<b>1- PRINCIPE DE L'EXPERIENCE ET DES MESURES (CALCULS FAITS PAR LES DEUX ETUDIANTS AVANT LE TP !)</b> .....	<b>2</b>
<b>2- PRINCIPE, DESCRIPTION ET REGLAGE DU GONIOMETRE .....</b>	<b>2</b>
<b>3- MESURES A FAIRE AVEC UN RESEAU PLAN .....</b>	<b>3</b>
<b>4- MESURE DU PAS DE GRAVURE D'UN CD .....</b>	<b>4</b>
<b>ANNEXES .....</b>	<b>6</b>
<b>Annexe A1- LISTE DU MATERIEL UTILISE.....</b>	<b>6</b>
<b>Annexe A2- PRINCIPE ET DESCRIPTION DU GONIOMETRE.....</b>	<b>7</b>
<b>Annexe A3- PROCEDURES DE REGLAGE DU GONIOMETRE.....</b>	<b>8</b>
<b>Annexe A4- DESCRIPTION D'UN SUPPORT NUMERIQUE A LECTURE OPTIQUE (TYPE CD/DVD) .....</b>	<b>11</b>

**Ouvrir une session sur l'ordinateur :**

Utilisateur : **etmp**  
Mot de passe : **mesures**