

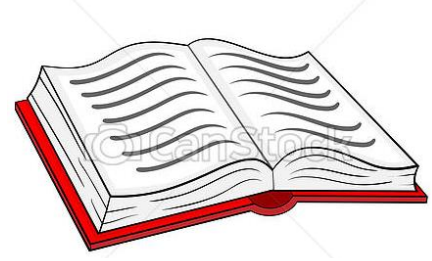


## Polycopié de TP

En : Science de la Matière

Spécialité : Physique

Niveau : Licence



---

# Travaux Pratiques : Optique Géométrique & Physique

---

*L2 Physique Fondamentale*

Par : Dr TOUKA Nassim

Dr ZAHAM Bouzid

### Résumé :

L'objet de cet ouvrage est de présenter une approche expérimentale à l'optique. Les manipulations proposées sont destinées à familiariser l'étudiant avec les concepts de l'optique géométrique et de l'optique physique. Elles sont constituées de trois volets :

- 1- **Des généralités** comportant les éléments et les rappels théoriques nécessaires à la compréhension du phénomène étudié.
- 2- **Une préparation** dans laquelle nous proposons des exercices pour aider l'étudiant à mieux interpréter les résultats expérimentaux.
- 3- **Une manipulation** comportant une série d'expériences dont l'objet est d'établir et de vérifier certaines lois physiques.

# Introduction

---

## 1 - BUT DES TRAVAUX PRATIQUES

Les travaux pratiques, constituent un type d'enseignement fondé sur l'apprentissage pratique avec en particulier la réalisation d'expériences permettant de vérifier et compléter les connaissances dispensées dans les cours théoriques.

## 2 – MANIPULATIONS

### 2.1 Préparation des manipulations

Les manipulations présentées se ramènent en définitive à un problème de mesure qu'il faut impérativement, AVANT chaque séance, vous préparer à résoudre avec le matériel mis à votre disposition et les indications contenues dans ce manuel. Les séances de travaux pratiques étant relativement courtes, il est nécessaire **avant de venir en T.P.** de :

- lire le texte de la manipulation,
- comprendre le but de la manipulation.

En début de séance, identifiez les appareils ; si vous avez un problème, n'hésitez pas à interroger l'enseignant présent. Signalez-lui les appareils qui vous semblent défectueux ainsi que les détériorations que vous pourriez commettre.

Ensuite, vous suivez pas à pas les indications du texte :

- Réalisez les montages,
- Effectuez les mesures et évaluez les incertitudes demandées,
- Exploitez vos résultats.

D'une manière générale vous notez tout ce qui vous sera nécessaire pour rédiger un compte rendu de la séance de manipulations.

### 2.2 Comment rédiger un compte-rendu?

1) Définir les objectifs de la TP et les moyens utilisés (Introduction)

2) Présenter les résultats expérimentaux :

- *Tableaux de mesures : vérifier le nombre de chiffres significatifs des grandeurs physiques, les unités, donner les incertitudes quand cela est demandé*
- *Courbes : titre, axes gradués, légendes, grandeurs et unités.*

3) Commenter les résultats expérimentaux :

- *Réponses aux questions posées*
- *Démonstrations de calcul*

- *Comparaison des résultats*

#### 4) Conclusion

En bref, votre travail n'a de valeur que si une personne autre que vous même peut en prendre connaissance sans difficulté. Aussi il importe que le compte rendu soit **rédigé avec soin, clarté et concision**.

Ces travaux pratiques (TP) sont destinés aux étudiants de Licence 2 de Physique Fondamentale durant le semestre 3.

Ces TP sont composés de six manipulations :

- 1- Réflexion et Réfraction de la lumière
- 2- Etude du prisme : déviation
- 3- Etude du prisme : dispersion
- 4- Etude du réseau : dispersion
- 5- Interférométrie : détermination de la longueur d'onde
- 6- Diffraction

Chaque manipulation est sanctionnée par un compte-rendu remis à l'enseignant dans un délai maximum de 15 jours à compter de la date de la manipulation.

## Références

---

- 1- Livres et photocopiés, sites internet...
- 2- F.WELL, Optique Physique-Cours : Propagation de la lumière, Ed. Ellipses, (2005).
- 3- H. GAGNAIRE, Optique Géométrique et Physique, Ed. Casteilla, (2011).
- 4- A.MmeZeineb BEN AHMED, Mr Habib BOUCHRIHA, Mme Samia KADDOUR Optique géométrique Université Virtuelle de Tunis (2006).
- 5- HAKOKI Nour Eddine, Travaux pratiques d'Optique, Edition : n°5262 Université d'Oran Algérie(2011).
- 6- R. Journeaux, Travaux pratiques de Physique, Electricité, Electronique, Optique, Editions De Boeck Univrsité, (1998).

# TP N°1 : Réflexion et réfraction de la lumière

---

**L'objectif du travail**

L'objectif de ce travail est de vérifier les lois de Snell-Descartes pour comprendre les notions de la réflexion et la réfraction de la lumière.

**I. Partie théorique**

D'après l'approximation de l'optique géométrique les comportements des rayons lumineux et décrits par les lois de Snell-Descartes. Lorsque ces rayons arrivés sur une surface de séparation entre deux milieux (dioptré) plusieurs phénomènes se produise, parmi ces phénomènes la réflexion et la réfraction des rayons lumineux incidents et généralement partagé en deux :

- Les rayons réfléchis qui ne change pas de milieu.
- Les rayons réfractés qui se propage dans le deuxième milieu.

**Notons :**

$n_1$  et  $n_2$  : Les indices de réfraction de ces deux milieux (Figure 1).

M1 : Milieu 1

M2 : Milieu 2

RI : Rayon incident

RR : Rayon réfléchi

RT : Rayon réfracté

( $i$ ) L'angle d'incidence, ( $r$ ) L'angle de réflexion

( $t$ ) L'angle de réfraction

Les angles sont mesurés par rapport la normal N perpendiculaire au dioptré en point I .

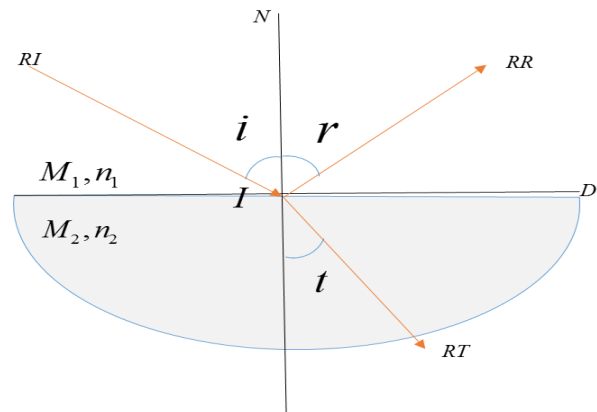


Figure 1

**I.1. Lois de Snell-Descartes :** les lois de Snell-Descartes établissent des relations entre ces trois angles, et les rayons réfléchis et réfractés appartiens au même plan d'incidence.

**I.1.1.Loi relative au rayon réfléchi :** l'angle d'incidence égale l'angle de réflexion:

$$r = i .$$

**I.1.2.Loi relative au rayon réfracté :** La loi de Descartes à la réfraction s'écrit de manière

symétrique :  $n_1 \sin(i) = n_2 \sin(t)$  avec  $\frac{\sin i}{\sin t} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{c v_1}{v_2 c} = \frac{n_2}{n_1} = \text{constante} .$

**I.1.3. Réfraction limite - Réflexion totale :** le rayon réfracté peut ne pas exister lorsque l'angle de réfraction  $t = \pi/2$ .

Selon la valeur du rapport  $n_1/n_2$  il y a deux cas possibles.

## TP1: REFLEXION ET REFRACTION DE LA LUMIERE

- **Cas où  $n_1 < n_2$**  : le rayon passe d'un milieu à un autre plus réfringent et on a :  $n_1/n_2 < 1$  soit  $\sin(t) < \sin(r)$  d'où  $t < i$ .

Lorsque  $i = \pi/2$ ,  $t$  atteint une valeur limite  $\ell = t_\ell$  appelée « **angle limite de réfraction** »

Donnée par :  $\sin \ell = n_1/n_2$ .

-**Cas où  $n_1 > n_2$**  : le rayon passe d'un milieu à un autre moins réfringent et on a :  $n_1/n_2 > 1$  soit  $\sin(t) > \sin(r)$  d'où  $t > i$ .

Pour certaine valeur de  $\lambda$  l'angle d'incidence, l'angle de réfraction égale  $t = \pi/2$ , soit

$\sin \lambda = n_2/n_1$ ,  $\lambda = i_\ell$  est l'angle critique d'incidence.

Si l'angle d'incidence est supérieure à  $\lambda$  il n'y a plus de rayon réfracté et on a « **réflexion totale** ».

### I.2. Questions à préparer

1. Pourquoi l'angle d'incidence égale l'angle de réflexion sur un miroir plan ?
2. As ce que l'intensité de rayon incident RI sur un miroir plan égale l'intensité de rayon réfléchi RR ? Justifier.
3. Rappeler tous les phénomènes engendrés lorsque la lumière arrivée à la surface quelconque.

### II. Partie pratique :

Une lampe émie un faisceau de la lumière droit convenablement permettant de réaliser les expériences. Afin de mesurer les angles, on utilise un disque gradué en degrés d'angle.

**II.1. Réflexion** : Placer un miroir plan sur ce disque pour vérifier que l'angle d'incidence égale l'angle de réflexion (figure 2).

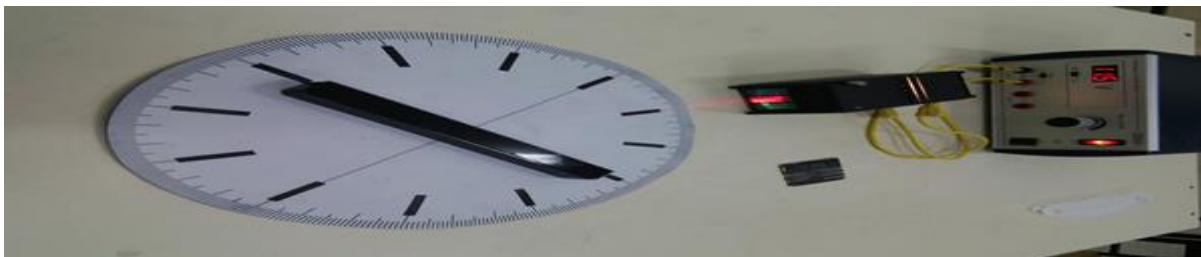
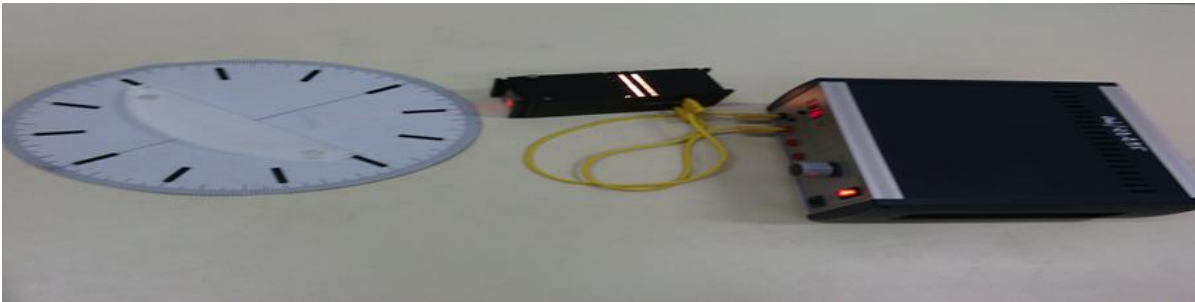


Figure 2.

### II.2. Réfraction air-plexiglas

## TP1: REFLEXION ET REFRACTION DE LA LUMIERE

Remplacer le miroir par un demi-cylindre en plexiglas puis mesurer les angles  $t$  et  $k$ , le faisceau de lumière doit passer dans le milieu de la surface plane de côté plexiglas (figure 3).



**Figure 3.**

$i^\circ$	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
$t^\circ$										
$\sin(i)$										
$\sin(t)$										
$k = i/t$										
$\sin(i)/\sin(t)$										

1. Faire varier l'angle d'incidence  $i$  et mesurer l'angle de réfraction  $t$ . Compléter le tableau précédent.
2. Pourquoi le rayon de lumière, arrive avec un angle de  $0^\circ$  sur la surface de séparation entre l'air et le plexiglas, n'est pas dévié ?
3. Expliquer le cas où l'angle d'incidence  $i$  proche les valeurs supérieures a  $85^\circ$ .
4. Tracé les courbes  $i = f(t)$ ,  $\sin i = f(\sin t)$  et calculer l'indice de réfraction du plexiglas ( $n \pm \Delta n$ ).
5. Calculer l'angla limite  $\ell$ .
6. Comparer les valeurs de  $k$  avec le rapport des sinus des angles  $i$  et  $t$  (cas des valeurs faibles) afin de vérifier la loi de Kepler.

### II.3. Réfraction plexiglas-air

## TP1: REFLEXION ET REFRACTION DE LA LUMIERE

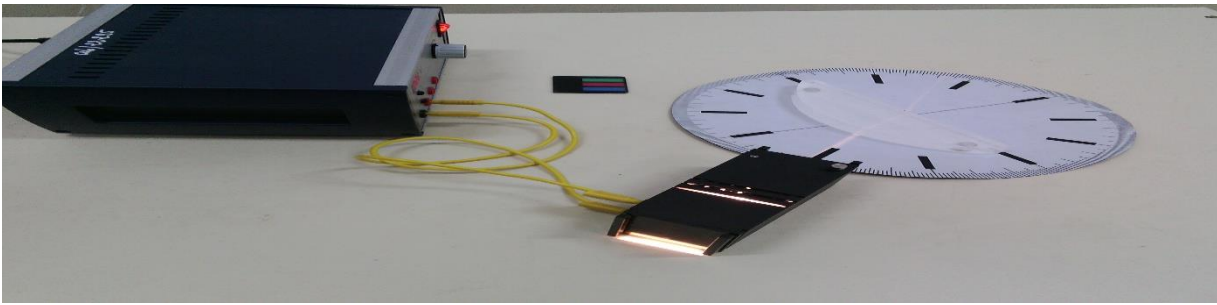


Figure 4

$i^\circ$	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
$t^\circ$										

1. Mesurer l'angle  $t^\circ$ , comparer les valeurs de  $t^\circ$  avec le cas précédent. Que constatez vous ?

**Remarque :** le milieu est transparent, homogène, isotrope,  $n_1 = n_0 = n_{\text{air}} = 1$  : L'indice de réfraction absolu.



# TP N°2: Etude du prisme: Déviation

---

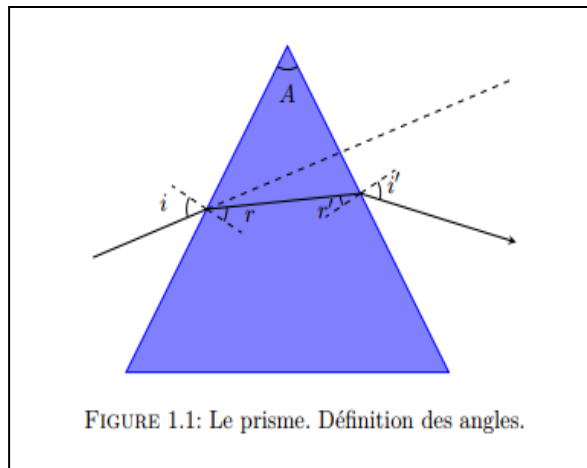
1 Étude du prisme à l'aide d'un goniomètre :

Objectifs :

- Manipuler un goniomètre :
  - Réglages lunette, collimateur
  - Mesurer des angles au vernier
- Mesurer l'angle d'un prisme
- Mesurer l'angle du minimum de déviation

**1.1 Aspects théoriques**

On considère un prisme droit de base triangulaire, transparent d'indice de réfraction  $n$ . On s'intéresse aux rayons lumineux se propageant dans un plan de section principal (perpendiculaire à l'arête du prisme). On note  $A$  l'angle du sommet qui fait face à la base du triangle (Fig. 1.1).



**1.1.1 Formules du prisme**

Les lois de la réfraction imposent deux relations entre  $(\mathbf{i})$  et  $(\mathbf{r})$  puis entre  $\mathbf{i}'$  et  $\mathbf{r}'$  :

$$\sin i = n \sin r \quad \text{et} \quad \sin i' = n \sin r'$$

La déviation  $\mathbf{D}$  que subit le rayon incident s'écrit :

$$\mathbf{D} = (i - r) + (i' - r')$$

De plus,  $\mathbf{A}$ ,  $\mathbf{r}$  et  $\mathbf{r}'$  sont liés :

$$A + \left(\frac{\pi}{2} - r\right) + \left(\frac{\pi}{2} - r'\right) = \pi$$

D'où l'on déduit une nouvelle expression de  $\mathbf{D}$  :

$$D = i + i' - A$$

Si  $A$  et  $n$  sont fixés,  $D$  ne dépend que de l'angle d'incidence  $i$ . Sur la figure ci-dessous, on a représenté la déviation  $D$  en fonction de  $i$  en fixant  $A = 60^\circ$  et  $n = 1,6$ .

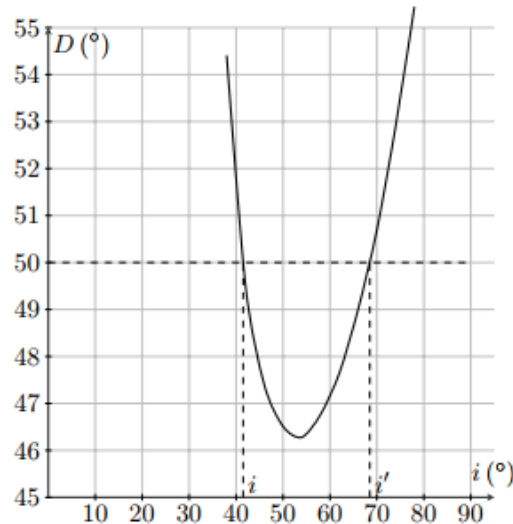


FIGURE 1.2: Evolution de la déviation  $D$  en fonction de l'angle d'incidence  $i$  pour  $A = 60^\circ$  et  $n = 1,6$ .

### 1.1.2 Minimum de déviation

#### *Conditions d'émergence*

On remarque sur la figure précédente que la déviation n'existe que si l'angle d'incidence dépasse une valeur  $i_0$ . En effet, si  $i$  est trop petit il y a réflexion totale à l'intérieur du prisme.

Par exemple, avec un prisme tel que  $A = 60^\circ$  et  $n = 1,7$ , on a :

$$\sin i' \leq 1 \Rightarrow \sin r' \leq \frac{1}{n} \Rightarrow r' \leq 36^\circ$$

d'où l'on tire

$$r \geq 42^\circ \Rightarrow i \geq 43,7^\circ$$

Ainsi, le faisceau incident ne pourra pas sortir par la face opposée s'il n'est pas suffisamment incliné par rapport à la face d'entrée.

#### *Formule de la déviation minimale*

Sur la figure précédente, on note également l'existence d'une déviation minimale notée  $D_m$ . Montrons que la mesure de cette déviation minimale permet de déduire l'indice de réfraction  $n$ .

D'après le principe du retour inverse de la lumière, si  $D$  est la déviation correspondant à  $i$ , alors  $D$  est aussi la déviation correspondant à  $i'$ . Il existe donc deux angles d'incidence donnant la même déviation. Lorsque  $D$  atteint son minimum, ces deux angles se confondent (voir courbe) :

$$i = i' \Leftrightarrow D = D_m$$

Dans ce cas, on a :

$$r = r' = \frac{A}{2} \quad \text{et}$$

$$D_m = 2i - A.$$

Les lois de réfraction donnent finalement :

$$n = \frac{\sin \frac{A + D_m}{2}}{\sin \frac{A}{2}}$$

La mesure de  $D_m$  et  $A$  permet donc de calculer l'indice du prisme.

## **1.2 Manipulations**

Le goniomètre est un appareil destiné à la mesure précise des angles (précision de l'ordre de la minute d'arc).

Il est composé de quatre parties :

- 1- Un disque métallique horizontal fixe gradué** de 0 à 360°.
- 2- Un collimateur** à fente de largeur réglable, permettant de réaliser un faisceau parallèle à partir d'une lampe spectrale.
- 3- Une plate-forme mobile** autour d'un axe vertical ( $\Delta$ ). Elle supportera l'élément étudié provoquant la déviation du faisceau incident (miroir, prisme, réseau...).
- 4- Une lunette** pouvant recevoir le faisceau dévié.

### **1.2.2 Réglages**

Avant d'effectuer les mesures, il est nécessaire de régler la lunette, le collimateur ainsi que l'horizontalité de la plateforme. Nous serons satisfaits d'utiliser un niveau à bulle pour le réglage de la plate-forme.

**Réglage de la lunette**

L'oeil doit voir le réticule sans effort d'accommodation : Pour cela :

- Mettre une feuille blanche devant l'objectif de la lunette.

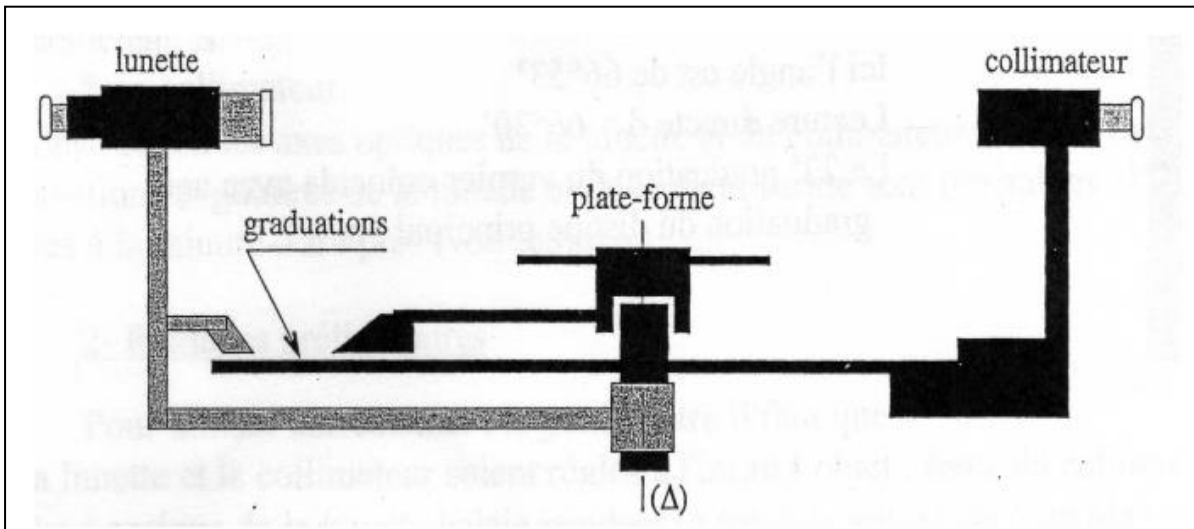
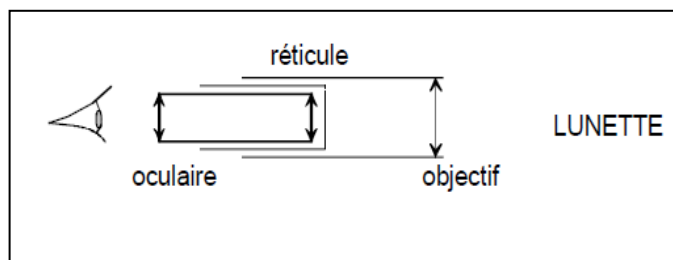




Figure 1.3 : Schéma du goniomètre.

- Faire glisser l'oculaire vers l'extérieur dans le tube porte-réticule jusqu'à ce que l'image cesse d'être nette, puis repousser celui-ci jusqu'à retrouver la netteté.
- Eviter d'enfoncer l'oculaire au cours des observations. Si cela se produisait, il faudrait refaire ce réglage.
- Diriger la lunette vers un objet très éloigné, une antenne sur un toit par exemple.
- Agir sur la crémaillère qui entraîne le système {réticule-oculaire}, mettre au point sur l'image de l'objet observé, On doit voir sans effort d'accommodation, sans parallaxe, aussi bien l'objet visé que le réticule (voir figure ci-dessous).



### Réglage du collimateur

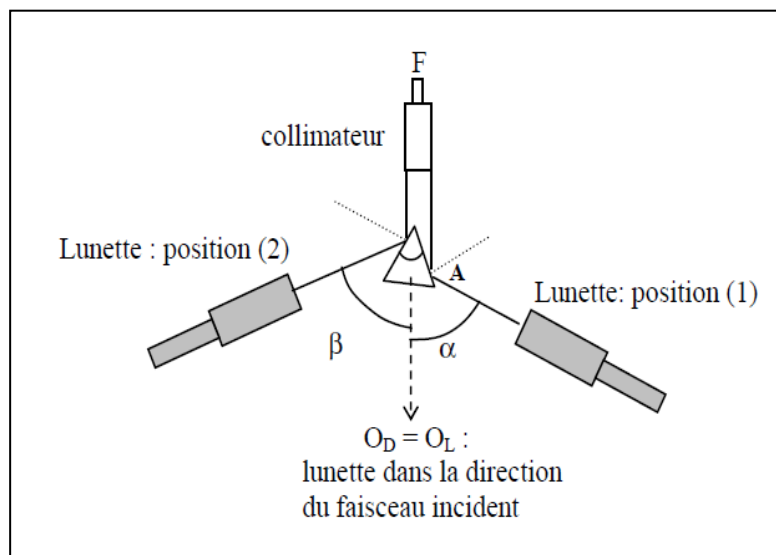
- Diriger la lunette vers le collimateur. Ouvrir la fente du collimateur et l'éclairer par la source S utilisée.
- Régler le tirage du collimateur de manière à observer une image très nette de la fente, en particulier sur les bords.
- Refermer ensuite la fente et amener son image à être confondue avec le trait vertical du réticule de la lunette.

### 1.2.3 Mesure de A

- A l'aide de la plate-forme mobile, placer le prisme comme l'indique la figure 1.4 (arête face au faisceau incident dont la direction coïncidé approximativement avec la bissectrice de  $A$ ).

**Bloquer le prisme dans cette position.**

- Viser à la lunette les deux images réfléchies de la fente source. Mesurer les angles  $\alpha$  et  $\beta$ .
- Montrer que :  $A = \frac{\alpha + \beta}{2}$ . Déterminer l'incertitude de mesure  $\Delta A$ .



### Lecture d'un angle au vernier

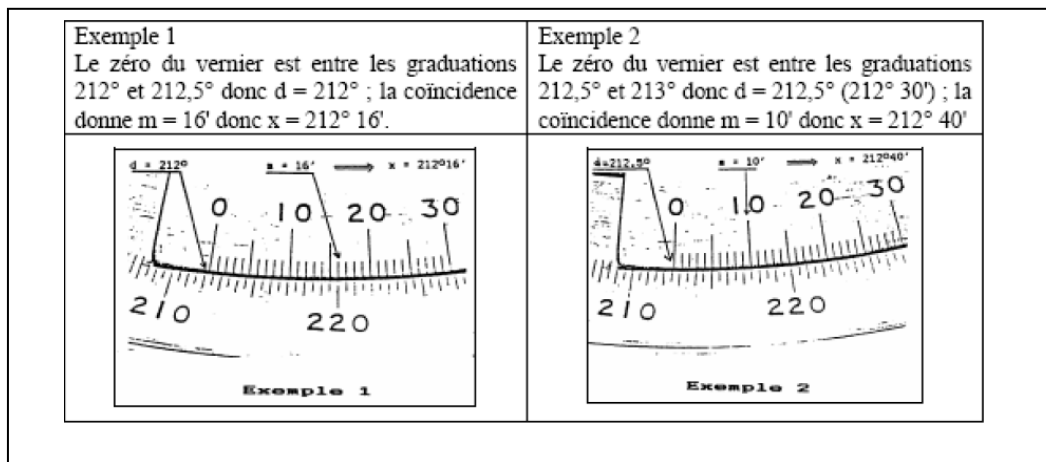
L'utilisation d'un vernier permet de mesurer des angles avec une précision de une minute d'arc (*notée « 1' »*). Une minute d'arc vaut  $1 / 60^e$  de degré. Cela permet donc de mesurer des angles très précisément. La lecture d'une position angulaire se fait en utilisant les graduations du disque fixe et du vernier :

## TP N° 2 : ETUDE DU PRISME : DEVIATION DE LA LUMIERE

- Le disque fixe est gradué de  $0^\circ$  à  $360^\circ$ , tous les demi degrés.
- Le vernier est la partie mobile, graduée de  $0'$  à  $30'$ , toutes les  $1'$ . On notera que  $30' = 0,5^\circ$ .

La lecture d'une position angulaire (notée  $x$ ) se fait en deux temps (voir schéma ci-dessous) :

- Le zéro du vernier pointe entre deux graduations du disque fixe. Lire la valeur (notée  $d$ ) de la graduation du disque fixe située à gauche du zéro du vernier.
- Parmi toutes les graduations du vernier, une seule d'entre elles se situe exactement en face d'une graduation du disque fixe. Lire la valeur (notée  $m$ ) de cette graduation du vernier.
- La valeur de l'angle est alors donnée par :  $x = d^\circ m'$ .



### 1.2.4 Mesure du minimum de déviation $D_m$

Le collimateur reste fixe.

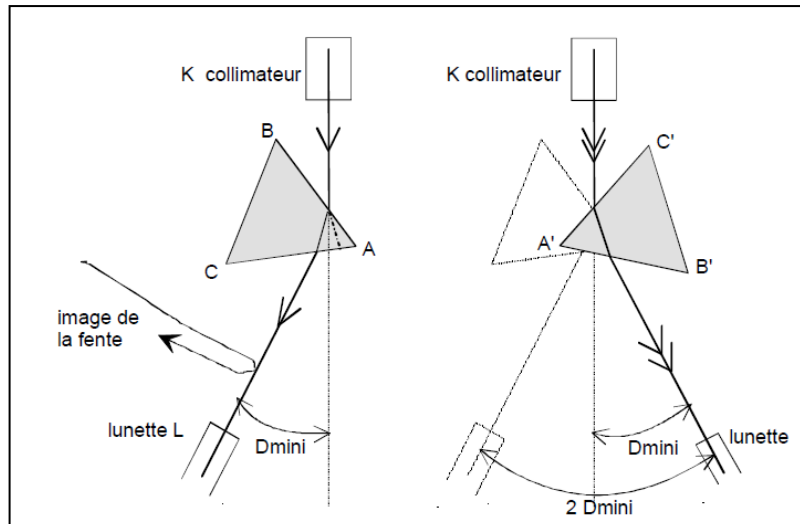
Pour mesurer la déviation minimale, effectuez les opérations suivantes.

- Tourner la plate-forme pour éclairer la face **AB** du prisme.
- Ecarter la lunette et chercher à l'œil nu le faisceau réfracté sortant par la face **AC** (vous devez observer un spectre discontinu).
- Tourner lentement la plate-forme à la main de manière à ce que l'image se déplace et se rapproche de l'axe **KX**.
- Arrêter au moment où cette image repart en sens contraire.
- Amener alors la lunette devant l'œil ; parachever le réglage jusqu'à ce que l'image soit au minimum de déviation, sur la croisée des fils du réticule.
- Noter la position **L** de la lunette.
- Sans toucher au prisme, faire tourner la plate-forme pour amener **ABC** en **A'B'C'**.
- Répéter les opérations précédentes.
- La lunette occupe alors la position **L'**, symétrique de **L** par rapport à l'axe **KX**.



**TP N° 2 : ETUDE DU PRISME : DEVIATION DE LA LUMIERE**

- La déviation minimum est donnée par :  $D_m = \frac{|L' - L|}{2}$
- Faire trois (03) essais pour trois raies; donner toutes les mesures (en degré, minute) dans un tableau.
- Calculer  $D_m$  moyen en degré puis en minute.



Lampe spectrale	longueur d'onde (nm)	couleur	L	L'	$D_m$
Mercure	578,0	doublet jaune			
	546,0	vert			
	435,8	bleu-indigo			
Cadmium	404,6	violet			
	643,8	rouge			
	508,5	vert			
	480,0	bleu			

# TP N°3 : Etude du prisme: Dispersion

---

**Objectifs de ce TP :**

- Appliquer les lois du prisme pour l'étude de la dispersion du verre.
- Vérifier la formule expérimentale de Cauchy liant l'indice et la longueur d'onde.

**I) REGLAGES OPTIQUES DE GONIOMETRE**

Voir TP2

**II) MESURE DE L'ANGLE AU SOMMET A DU PRISME**

Voir TP2

**III) DISPERSION DE LA LUMIERE PAR LE PRISME**

A) Minimum de déviation pour une longueur d'onde donnée

1) On éclaire la lampe à vapeur de sodium. Placer les instruments dans une des deux configurations de la figure ci- contre.

2) Observer à l'œil nu la face de sortie du prisme.

Tourner le support du prisme jusqu'à observer un spectre de raies (on observe facilement, sans accommoder, les radiations rouge, jaune et vertes).

3) Tourner encore le support du prisme et suivre l'image toujours à l'œil nu : on doit constater que le déplacement de l'image change de sens et qu'il existe donc un extremum de l'angle de déviation  $D$ ; vérifier qu'il s'agit bien d'un minimum  $D_m$ .

4) Observer ensuite ce minimum à la lunette.

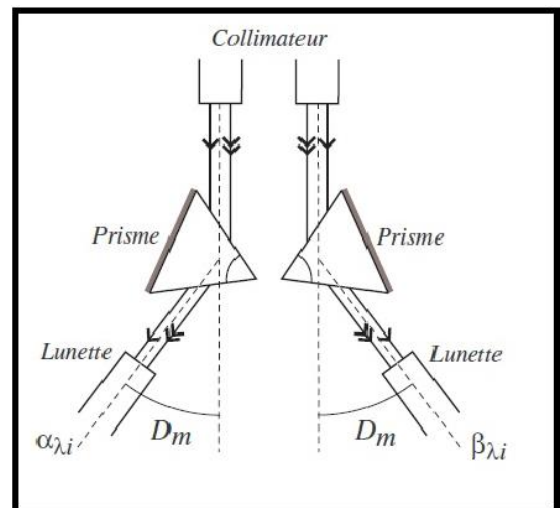
5) Amener le centre du réticule le plus proche possible du centre de l'image de la fente jaune (par exemple ; d'autant plus que c'est la plus intense) du collimateur et tourner lentement le support du prisme pour affiner la recherche du minimum de déviation.

6) Bloquer le support du prisme avec la vis correspondante.

7) Faire coïncider le centre du réticule avec le centre de l'image de la fente du collimateur.

Bloquera la lunette en serrant la vis correspondante puis, si besoin, ajusté à l'aide de la vis micrométrique.

8) Mesurer précisément la position angulaire  $\alpha_{\lambda_i}$  et  $\beta_{\lambda_i}$ .



9) La déviation minimale pour  $\lambda_i$  est alors donnée par la relation :  $D_m = \frac{|\alpha_{\lambda_i} - \beta_{\lambda_i}|}{2}$

10) On peut en déduire l'indice  $n(\lambda_i)$  du prisme pour cette longueur d'onde  $\lambda_i$  à l'aide de la relation établie dans le TP2.

*B) Spectre étalonné du sodium et Mesures*

Couleur	1. Rouge	2. Jaune	3. Vert-jaune	4. Vert	5. Bleu-vert	6. Bleu-violet	7. Violet
$\lambda_i$ (nm)	617,5	589,3	568,5	515,2	498,1	475,0	466,7
Luminosité	Intense	Intense	Intense	Intense	Intense	Faible	Intense
$\alpha_{\lambda_i}$							
$\beta_{\lambda_i}$							
$D_{m,\lambda_i}$							
$n_{\lambda_i}$							
$\frac{1}{\lambda_i^2}$ (nm <sup>-2</sup> )							

1) Il faut savoir démontrer que :

$$n_{\lambda_i} = \frac{\sin \frac{A + D_{m,\lambda_i}}{2}}{\sin \frac{A}{2}}$$

2) Savoir établir :  $D_m = \frac{|\alpha_{\lambda_i} - \beta_{\lambda_i}|}{2}$

3) Procéder à la mesure du minimum de déviation (et en déduire l'indice du prisme) pour les principales longueurs d'ondes de la lampe à vapeur de sodium.

*C) Vérification de la loi de Cauchy-Raileigh :  $n(\lambda) = a + b/\lambda^2$*

- 1) Positionner les points :  $(\frac{1}{\lambda_i}, n_{\lambda_i})$  dans le plan (Oxy) où  $x = \frac{1}{\lambda^2}$  et  $y = n$ .
- 2) Tracer le graphe :  $n = f\left(\frac{1}{\lambda^2}\right)$ , et vérifier que la loi de Cauchy est valable.
- 3) Noter les valeurs de  $a$  et  $b$  correspondantes.

# TP N°4 : Etude du réseau: Dispersion

---

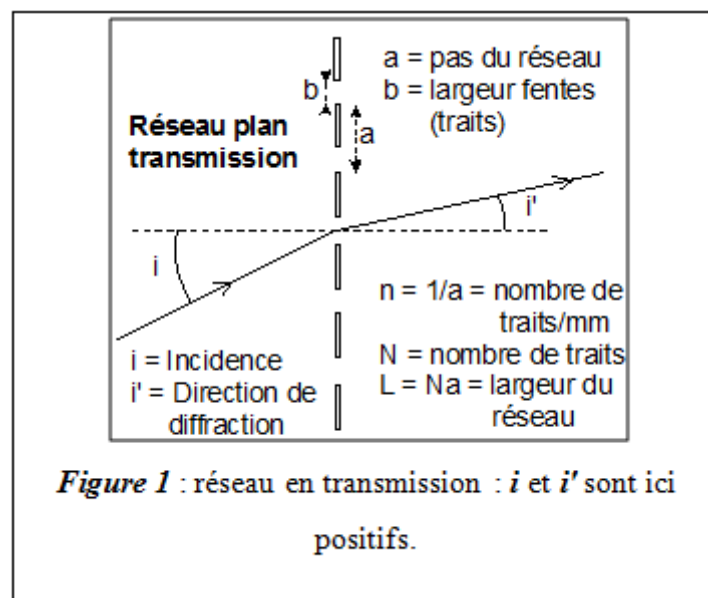
**Objectifs du TP :**

- Revoir l'utilisation d'un goniomètre (réglages, lecture au vernier...).
- Revoir les principaux résultats concernant la dispersion de la lumière par un réseau.
- Mettre en œuvre un protocole de mesure du pas d'un réseau par transmission.

**1. MATERIEL**

Goniomètre - Lampes à vapeur de Hg, Cd (ou Hg-Cd) – Réseau 300 t/mm .

**2. INTRODUCTION**



Un réseau diffracte la lumière de longueur d'onde  $\lambda$  dans plusieurs ordres  $p$ . Ainsi, en transmission, un faisceau parallèle sous incidence  $i$  est dévié à l'ordre  $p$  dans la direction  $i'$  telle que :

$$\sin i'_p = pn\lambda + \sin i \quad (1)$$

(1) est la **formule fondamentale** des réseaux.

On définit:

• **Conventions de signes et définitions:**

Parfois il est nécessaire de compter les angles algébriquement. Le signe est défini par rapport à la normale au réseau en choisissant le sens trigonométrique comme sens positif (Figure 1).

- **Dispersivité du réseau et ordres possibles**

- Le réseau est dispersif puisque  $i'$  dépend de  $\lambda$  et donc de la couleur de la lumière. Pour chaque valeur non nulle de  $p$ , on obtient un spectre. Le bleu est moins dévié que le rouge (au contraire du prisme). Pour  $p = 1$ , on a l'ordre 1 et pour  $p = -1$ , on a l'ordre  $-1$  : en général les angles ne sont pas symétriques sauf en incidence normale lorsque  $\sin i = 0$ .
- Mais pour  $p = 0$ , le faisceau n'est pas dévié :  $D = 0$  car  $i' = -i$  (le faisceau a traversé la normale). Dans ce faisceau « direct », toutes les couleurs éventuelles restent superposées : il n'y a jamais de spectre à l'ordre 0 ! Mais c'est pourtant toujours l'ordre le plus lumineux...
- La luminosité des ordres décroît lorsque l'ordre  $|p|$  augmente.

- **Minimum de déviation d'une longueur d'onde**

Comme dans le cas du prisme, on observe expérimentalement un minimum de déviation lorsque  $i$  varie. Pour l'image d'ordre  $p$  associée à la raie de longueur d'onde, on définit l'angle de déviation par :

$$D_p = i'_p - i$$

- ✓ Montrer, en dérivant la formule des réseaux par rapport à  $i$ , que  $D_p$  passe par un minimum lorsque  $i$  varie. Vérifier que, dans le cas où la déviation est minimale, le faisceau incident et le faisceau diffracté ont des directions symétriques par rapport au plan du réseau.
- ✓ Montrer que la déviation minimale pour une longueur d'onde donnée, dans le spectre d'ordre  $p$ , est donnée par :

$$\sin \frac{D_{p,\min}}{2} = \frac{p\lambda}{2a} \quad (2)$$

- **Dispersion du réseau**

- La dispersion :  $D_i = \frac{di'}{d\lambda}$  estime l'efficacité du réseau à séparer angulairement des lumières de longueurs d'onde proches. On a :

$$D_i = \frac{di'}{d\lambda} = \frac{pn}{\cos i'} \quad (3)$$

À angle d'incidence  $i$  constant pour un réseau où  $n$  est le nombre de traits/mm et  $p$  l'ordre.

- En particulier pour l'incidence normale ( $i = 0$ ):

$$\frac{di'}{d\lambda} = \frac{pn}{\sqrt{1-(pn\lambda)^2}} \quad (4) \quad \text{Elle dépend de } \lambda.$$

- **La dispersion normale** : Si la direction  $i'$  de diffraction reste voisine de la normale au réseau

( $i' \approx 0$ ;  $\cos i' \approx 1$ ) **en trouve:**

$$\left[ \frac{di'}{d\lambda} \right]_n = pn \quad (5) \quad \text{La dispersion normale ne dépend pas de } \lambda$$

### 3. TRAVAIL DEMANDE

#### 3.1 Etude théorique

En utilisant la formule (1) calculer, pour le réseau de 300 traits/mm utilisé à l'ordre 2, la position angulaire  $i'$  de chaque radiation du **Tableau 1** pour une incidence de  $35^\circ$  ( $i = 35^\circ$ ).

**Tableau 1**

$\lambda(\mu\text{m})$	0,436 (Hg)	0,480 (Cd)	0,546 (Hg)	0,577 (Hg)	0,644 (Cd)
$i'$ (pour $i = 35^\circ$ )			$0,116^\circ$		
$i' - i'_{0,546}$			$0^\circ$		
$i'$ (pour $i = -19,12^\circ$ )			$0^\circ$		
$i' - i'_{0,546}$			$0^\circ$		

En dispersion normale, la direction  $i'$  est normale ( $i'_{0,546} = 0$ ) pour la longueur d'onde  $\lambda_0 = 0,546 \mu\text{m}$ . Calculer la direction d'incidence  $i$ . On doit trouver ( $i = -19,12^\circ$ ).

Calculer alors la direction  $i'$  des radiations du Tableau 1, puis ( $i' - i'_{0,546}$ ).

- Représenter le graphe de  $i'$  en fonction de  $\lambda$  à incidence  $35^\circ$  et en dispersion normale sur le même schéma.

- Analyser les deux graphes.

- Montrer, avec la formule (4) que la pente  $\frac{di'}{d\lambda}$  en chaque point est fonction de  $\lambda$  à incidence  $i = 35$ .



### **3.2 Manipulation n°1 : Mesure du pas du réseau : Utilisation du minimum de déviation**

- Régler le goniomètre puis positionner le réseau étudié sur la plateforme mobile.
- Orienter la plateforme du goniomètre de telle sorte que l'axe du collimateur soit approximativement perpendiculaire au plan du réseau.
- Eclairer avec la lampe à vapeur de mercure. Repérer l'image d'ordre 0 de la fente source et la pointer avec la lunette.
- Observer la raie verte intense de la lampe au mercure dans le spectre d'ordre 2.
- Tourner lentement la plateforme supportant le réseau afin de la placer dans la position qui donne le minimum de déviation. Au cours de la rotation, on doit observer, dans le champ de la lunette, le déplacement régulier de la raie jusqu'à un point de rebroussement, suivi d'un changement de sens du déplacement. Le minimum de déviation est atteint au moment où la raie passe par la position de rebroussement.
- Montrer que le nombre de traits/mm et le pas du réseau vérifie la formule :

$$n = \frac{1}{a} = \frac{2}{p\lambda} \times \sin \frac{D_m}{2}$$

- Calculer  $D_m$  pour la raie verte ( $\lambda=0,546 \mu\text{m}$ ) dans le spectre d'ordre 2.
- En déduire le pas du réseau (a) ainsi que son nombre de traits par mm (n).

### **3.3 Manipulation n°2 : Minimum de déviation et mesure absolue des longueurs d'onde**

- Rappelez la relation entre les angles d'incidence et d'émergence de l'excitation lumineuse à  $\lambda$  à l'ordre  $p$ .
- Quelle est alors la relation entre la déviation minimale à une longueur d'onde et un ordre donné et la longueur d'onde ?

Montez alors le montage de formation rigoureux d'un spectre sur le goniomètre, et mesurez les longueurs d'ondes de la lampe au mercure (établir un tableau pour quatre couleurs au minimum).

# TP N°5 : Interférométrie de Michelson : Détermination de la longueur d'onde

---

**Le but de ce T.P. est de se familiariser avec les réglages de l'interféromètre de Michelson en observant des franges. On effectuera ensuite des mesures pour trouver la longueur d'ondes de la source lumineuse.**

**ATTENTION :**

**Les miroirs aluminisés de l'interféromètre sont très fragiles. Ne jamais y mettre les doigts, ne jamais les essuyer!**

### **1- La théorie de l'interférence**

Un faisceau de lumière peut être modélisé comme une onde d'oscillation champs électriques et magnétiques. Lorsque deux ou plusieurs faisceaux de lumière se rencontrent dans l'espace, ces champs additionnés selon le principe de superposition. C'est à dire, à chaque point de l'espace, les champs électriques et magnétiques sont déterminés comme étant la somme vectorielle des champs des faisceaux séparés.

Si chaque faisceau de lumière provient d'une source distincte, il n'y a généralement pas de relation fixe entre les oscillations électromagnétiques dans les faisceaux. A tout instant dans le temps, il y aura des points dans l'espace où les champs additionnés à produire une intensité de champ maximale. Cependant, les oscillations de la lumière visible sont bien plus rapides que l'œil humain peut arrêter. Comme il n'y a pas de relation fixe entre les oscillations, à un point où il ya un maximum à un instant peut-être un minimum à l'instant suivant. Les moyennes œil humain perçoivent ces résultats et une intensité uniforme de la lumière.

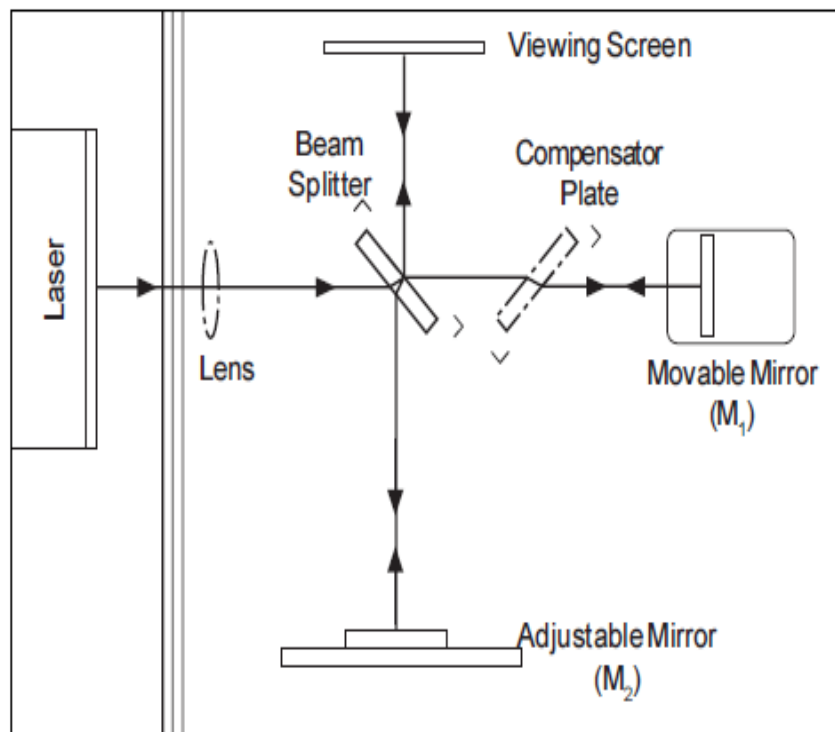
Si les faisceaux de lumière provenant de la même source, il est généralement un certain degré de relation entre la fréquence et la phase des oscillations. À un moment donné dans l'espace la lumière à partir des faisceaux peuvent être en phase. Dans ce cas, le champ combiné sera toujours un maximum et un point lumineux sera vu. A un autre point de la lumière à partir des faisceaux peuvent être en opposition de phase et a minima, ou tache foncée, on le verra.

**Thomas Young** a été l'un des premiers à concevoir une méthode pour produire un tel motif d'interférence. Il a permis à un seul faisceau de lumière étroit de tomber sur deux fentes. En face des fentes il a placé un écran de visualisation. Lorsque la lumière provenant des deux fentes frappé l'écran, un dessin régulier de bandes sombres et lumineux est apparu. Cette expérience offerte des preuves importantes de la nature ondulatoire de la lumière.

Fentes de Young peut être utilisé comme un interféromètre simple. Si l'espacement entre les fentes est connu, l'écartement des maxima et minima peuvent être utilisés pour déterminer la longueur d'onde de la lumière. Inversement, si la longueur d'onde de la lumière est connue, l'espacement des fentes peuvent être déterminées à partir des modèles d'interférence.

En 1881, 78 ans après Young a présenté son expérience de deux fentes, **Michelson** a conçu et construit un interféromètre utilisant un principe similaire. L'interféromètre de Michelson À l'origine conçu comme un moyen de tester l'existence de l'éther, un milieu hypothétique dans lequel la lumière propagée. Grâce en partie de ses efforts, l'éther n'est plus considéré comme une hypothèse viable. Mais au-delà, l'interféromètre de Michelson est

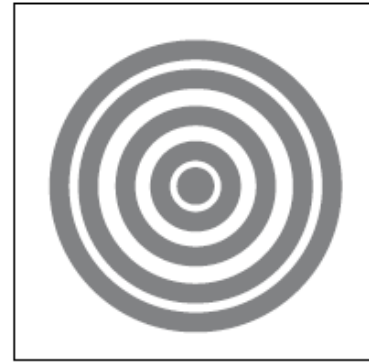
devenu un instrument largement utilisé pour mesurer la longueur d'onde de la lumière, mesurer des distances extrêmement petites pour l'utilisation de la longueur d'onde d'une source connue la lumière. La figure ci-contre montre un schéma d'un interféromètre de Michelson. Le faisceau de lumière du laser frappe le



séparateur de faisceaux, ce qui reflète 50% de la lumière incidente et transmet les autres 50%. Le faisceau incident est donc séparé en deux faisceaux, l'un faisceau est transmis vers le miroir mobile (M1), l'autre est réfléchi vers le miroir fixe (M2). Les deux miroirs reflètent la lumière directement en arrière vers le séparateur de faisceaux. La moitié de la lumière provenant de (M1) est réfléchi par le séparateur de faisceaux à l'écran de visualisation et de la moitié de la lumière du (M2) est transmise par le séparateur de faisceaux à l'écran de visualisation.

De cette façon, le faisceau d'origine de la lumière est divisé, et une partie des faisceaux résultants sont ramenés ensemble. Les deux faisceaux sont de la même source, leurs phases sont fortement liées. Quand une lentille est placée entre la source laser et le séparateur de

faisceaux, le rayon lumineux se propage, et une figure d'interférence d'anneaux sombres et claires, ou des franges, on le voit sur l'écran de visualisation (Figure ci -contre).



**Figure 2. Fringes**

Le déplacement de  $M_1$   $1/4$  de longueur d'onde proche du séparateur de faisceaux permettra de réduire le trajet optique de ce faisceau par  $1/2$  longueur d'onde. La figure d'interférence va changer; les rayons des maxima seront réduits afin qu'elles occupent maintenant la position de l'ancien minima. Si  $M_1$  est déplacé additionnellement de  $1/4$  de longueur d'onde proche de la séparateur de faisceaux, les rayons des maxima sera de nouveau réduite de façon maxima et minima de façon d'échanger les positions, mais ce nouvel arrangement ne sera pas différent du dessin original.

En déplaçant lentement le miroir la mesurée distance  $d_m$ , et le comptage  $m$ , le nombre de fois où le motif de franges est restauré à son état d'origine, la longueur d'onde de la lumière  $\lambda$  peut être calculé comme suit:

$$\lambda = 2d_m/m$$

## **2- Michelson**

L'interféromètre de Michelson est historiquement important, et fournit également une configuration simple interférométrique pour l'introduction de principes de base. Les étudiants peuvent mesurer la longueur d'onde de la lumière et les indices de réfraction de l'air et d'autres substances.

**ATTENTION !!!**

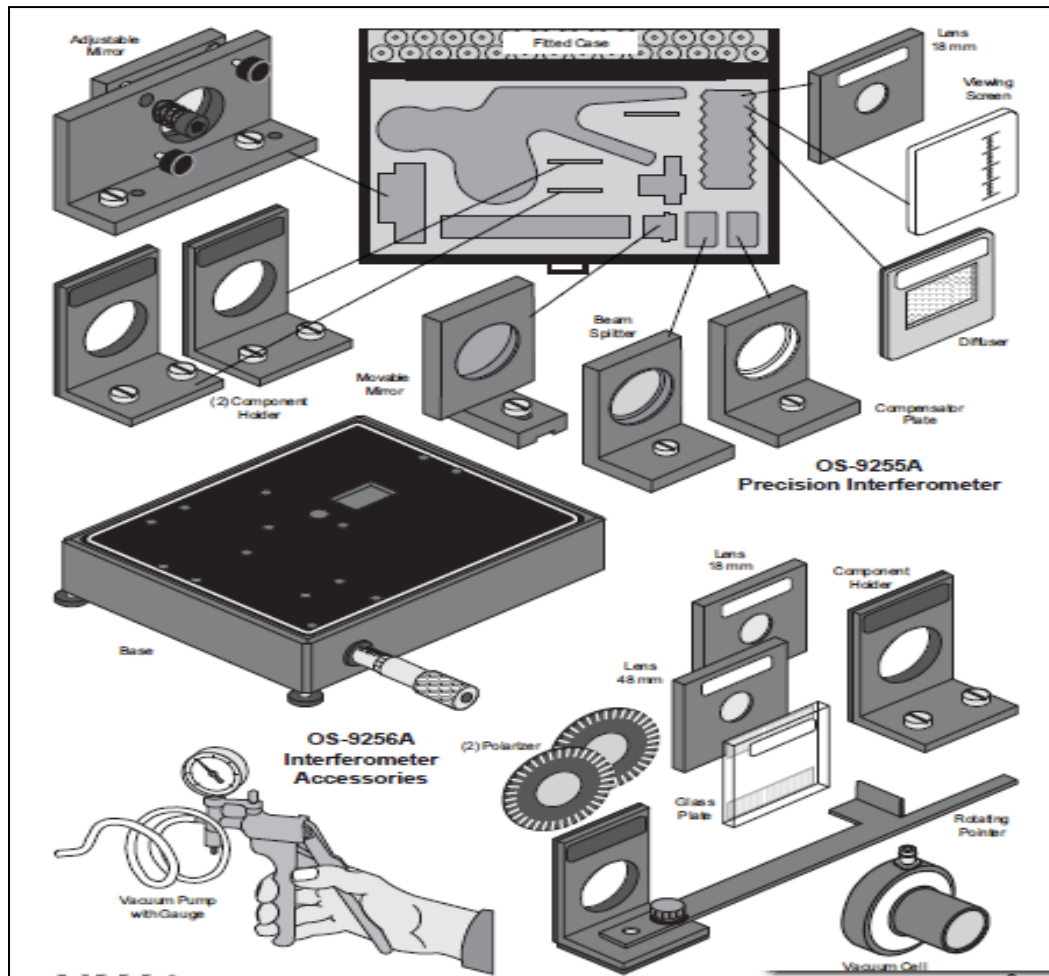
*Ne jamais mettre l'œil dans le faisceau laser, faire les observations sur un écran.*

### **1-1 Equipment**

Les OS-9255A Précision interféromètre comprennent les équipements suivants:

- 5 kg de base avec micromètre intégré
- Miroir réglable
- Miroir mobile
- séparateur de faisceaux
- Compensateur Plate
- (2) Support de composants
- Affichage écran

- Lentilles, 18 mm de focale
- Diffuseur
- Boîtier de rangement intégré



### Équipement additionnel

- Laser (OS-9171)
- Banc Laser (OS-9172)

### Équipement supplémentaire

Les OS-9256A interféromètre accessoires comprennent:

- Rotation Pointer
- Cellule à vide
- Support de composant; - Lentilles, 18 mm de focale ; - Lentilles, 48 mm de focale ; - Plaque de verre ; - (2) Polariseur
- Pompe à vide avec manomètre

### **3- Manipulation n°1 : Mesure de la longueur d'onde de la source**

- 1- Aligner le laser et l'interféromètre de Michelson à la mode, donc une figure d'interférence est clairement visible sur votre écran de visualisation.
- 2- Réglez le bouton du micromètre à une lecture moyenne (environ 50  $\mu\text{m}$ ). Dans cette position, la relation entre la lecture du micromètre et le mouvement du miroir est le plus près linéaire.
- 3- Tournez le bouton du micromètre une tour complet dans le sens antihoraire. Continuer à tourner dans le sens antihoraire jusqu'à ce que le zéro sur le bouton soit aligné avec le repère. Noter la lecture du micromètre.
- 4- Ajustez la position de l'écran de visualisation de sorte que l'une des marques sur l'échelle millimétrique est alignée avec l'une des franges d'interférence dans votre modèle. Vous verrez que c'est plus facile de compter les franges si la marque de référence est franges un ou deux à partir du centre du motif.
- 5- Tourner le bouton du micromètre lentement dans le sens antihoraire. Comptez le nombre de franges qui passent votre marque de référence. Continuez jusqu'à ce que un nombre de franges avez passé votre marque (compter au moins 20 franges). Comme vous avez terminé votre compte, les franges doivent être dans la même position par rapport à votre marque de référence telle qu'ils étaient lorsque vous avez commencé à compter. Marquez la dernière lecture de la molette micromètre.
- 6- Marquez  $d_m$  la distance que le miroir mobile déplacé vers le séparateur de faisceaux en fonction de vos lectures de la molette de micromètre. N'oubliez pas que chaque petite division sur le bouton du micromètre correspond à un  $\mu\text{m}$  ( $10^{-6}$  m) du mouvement du miroir.
- 7- Notez  $N$ , le nombre de transitions des franges que vous compté.
- 8- Répétez les étapes 3 à 7 à plusieurs reprises, enregistrez vous résultats à chaque fois.
- 9- Pour chaque essai, calculer la longueur d'onde de la lumière ( $\lambda = \frac{2d_m}{N}$ ), puis la moyenne de vos résultats. Et remplirez le tableau suivant :

Franges passé (N)	$d_m$ ( $\mu$ )	$\lambda = 2d_m/m$ (nm)
10		
20		
30		
40		
50		
60		
70		
80		
90		
100		
	Moyenne (nm)	.....±.....
	Théorique (nm)	
	Différence (nm)	

#### 4- Questions

**Vous devez vous assurer que votre compte rendu répond aux questions suivantes.**

- 1- Dans le calcul pour déterminer la valeur de  $\lambda$  basé sur le mouvement du micromètre, pourquoi  $d_m$  a été multiplié par deux?
- 2- Pourquoi le miroir a été déplacé à travers nombreuses transitions des franges au lieu d'une seule? Pourquoi prendre plusieurs mesures et faire la moyenne des résultats? (Pensez à ce qui se passe aux incertitudes)
- 3- Comparez vos résultats avec la valeur connue de  $\lambda$  pour un laser hélium-néon. S'il y a une différence, à quoi l'attribuez-vous? (Pensez au micromètre, aux miroirs, etc...).
- 4- Lorsque vous mesurez le mouvement d'un miroir à l'aide de la molette micrométrique de l'interféromètre, quels facteurs limitent la précision de votre mesure?
- 5- Lorsque vous mesurez le mouvement d'un miroir en comptant les franges à l'aide d'une source lumineuse de longueur d'onde connue, quels facteurs pourraient limiter la précision de votre mesure?



## TP N°6 : Diffraction

---

## 1- Introduction

La diffraction et les interférences sont des propriétés caractéristiques des ondes. Les ondes mécaniques comme le son et les vagues à la surface des plans d'eau peuvent être diffractées et interférer. La lumière est un cas particulier d'onde électromagnétique et la matière à un comportement ondulatoire (les faisceaux d'électrons, de neutrons ... peuvent interférer et présenter un phénomène de diffraction). Diffraction et interférence sont donc des phénomènes très généraux en physique.

Ce TP propose un ensemble de manipulations concernant la diffraction des ondes lumineuses et leurs interférences. Toutes les expériences se font avec la lumière monochromatique produite par un LASER hélium-néon.

## 2- Matériels Nécessaires Au TP

1	Banc Optique, 1.2 m	OS-8508
1	Optique base à fente accessoires	OS-8523
1	Diode Laser	OS-8525A
1	Support d'ouverture	OS-8534
1	Linéaire Traducteur	OS-8535
1	Capteur de mouvement	PS-2120
1	Capteur de haute sensibilité à la lumière	PS-2176
1	Rallonge de la sonde	PS-2500

2	Lien USB	PS-2100
1	DataStudio Software	

### 3- Rappels Théoriques

#### 3-1 Diffraction

Lorsque diffraction de la lumière se produit lors de son passage à travers une fente, l'angle des minima (tache noire) dans le diagramme de diffraction est donnée par :

$$a \sin \theta = m' \lambda \quad (m' = 1,2,3, \dots) \quad (1)$$

Où «a» est la largeur de la fente,  $\theta$  est l'angle du centre de la frange au minimum,  $\lambda$  est la longueur d'onde de la lumière, et  $m'$  est l'ordre (1 pour le premier minimum, 2 pour le second minimum, ... de comptage à partir du centre).

Dans la figure 1, la répartition de la lumière laser est tout juste en dessous par rapport à l'intensité ordinateur graphique de la position. L'angle  $\theta$  est mesurée à partir du centre de la fente pour le premier minimum,  $m'$  est égal à 1 pour la situation présentée dans la figure.

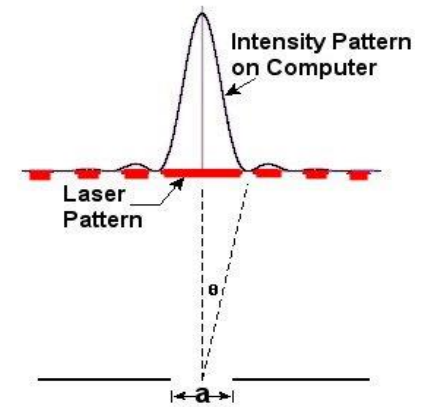


Figure 1: Diffraction simple fente

#### 3-2 L'interférence de double fente

Interférence de la lumière se produit lors de son passage à travers deux fentes, l'angle du maximum central (spot lumineux) à des maxima à côté dans la figure d'interférence est donnée par :

$$d \sin \theta = m\lambda \quad (m = 1,2,3, \dots) \quad (2)$$

Où "d" est la séparation des fentes,  $\theta$  est l'angle entre le centre est le  $m^{i\grave{e}me}$  maximum des franges,  $\lambda$  est la longueur d'onde de la lumière, et  $m$  est l'ordre (0 pour le maximum central, 1 pour le maximum du premier côté, 2 pour le second côté ... maximum de comptage à partir du centre).

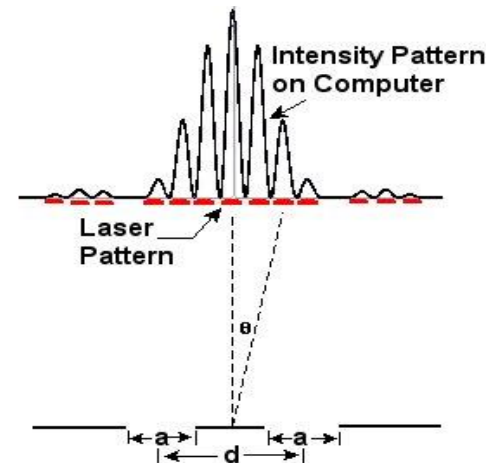


Figure 2: Interférence de double fente

Dans la figure 2, la répartition de la lumière laser est tout juste en dessous par rapport à l'intensité ordinateur graphique de la position. L'angle  $\theta$  est mesuré à partir de mi-centre entre la double fente et le second maximum,  $m$  est égal à 2 pour la situation présentée dans la figure.

### 3-3 Installation

1- Monter le disque d'une fente sur le banc optique: Chacun des disques fente est monté sur une bague qui s'enclenche dans un support de lentille vide. L'anneau doit être tourné dans le support de lentille de sorte que la fente au centre de l'anneau est verticale dans le support (voir Figure 3). Ensuite, la vis sur le support doit être serrée de sorte que la bague ne peut pas tourner pendant l'utilisation. Pour sélectionner les fentes désirées, il suffit de tourner le disque jusqu'à ce qu'elle s'enclenche avec la fente désirée au centre du support.



Figure 3: Montage des fentes

**NOTE:** Toutes les fentes sont verticales SAUF pour les fentes de comparaison qui sont horizontales. Les fentes de comparaison sont volontairement horizontales parce que le faisceau laser diode large couvrira les deux fentes à comparer. Si vous essayez de faire tourner ces fentes à la position verticale, le faisceau laser peut ne pas être assez grand pour éclairer les deux fentes en même temps.

2- Montez le capteur de mouvement rotatif sur la grille du traducteur linéaire et monter le traducteur linéaire sur la fin de banc optique (voir Figure 4). Montez le capteur de lumière avec le support d'ouverture (situé sur la fente n° 6) dans la pince rotative Motion capteur tige.

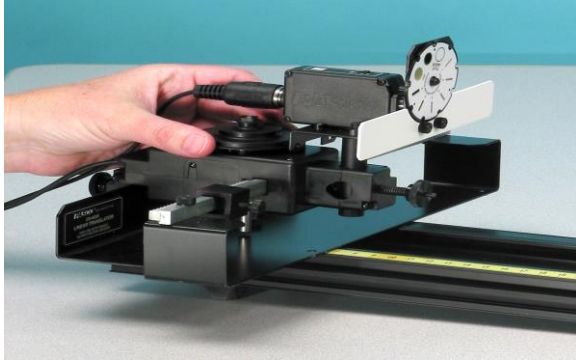


Figure 4: Scanner avec capteur de lumière



Figure 5: Réglage de laser

3- Pour compléter l'alignement du faisceau laser et les fentes, placez de la diode laser sur le banc. Placez le support à fente sur le banc d'optique de quelques centimètres du laser, avec le disque-côté de la porte la plus proche du laser (voir Figure 5). Branchez la diode laser et allumez-le.

**ATTENTION !!!! Ne jamais regarder le faisceau laser.**

4- Ajustez la position du faisceau laser de gauche à droite et de haut en bas jusqu'à ce que le faisceau soit centré sur la fente. Une fois cette position est réglée, il n'est pas nécessaire de faire d'autres ajustements du faisceau laser lors de la visualisation d'autres fentes sur le disque. Lorsque vous faites tourner le disque à une nouvelle fente, le faisceau laser sera déjà aligné. Depuis le clic fentes en place, vous pouvez facilement passer d'une fente à l'autre, même dans l'obscurité. Lorsque le faisceau laser est correctement aligné, les motifs de diffraction devrait être centrée sur les fentes à l'avant du capteur de lumière (voir figure 6). Vous pourriez avoir à élever ou abaisser le capteur de lumière pour aligner le modèle verticalement.

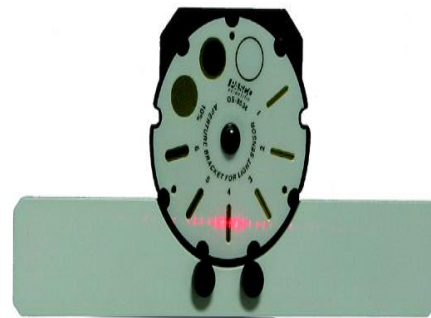


Figure 6: Alignement de capteur de lumière

- 5- Branchez le Rotary Motion Sensor dans un Link USB (ou une autre interface PASPORT). Connectez le Link USB à l'ordinateur. Répétez l'opération pour le capteur de lumière.



Figure 7: Installation terminée

- 6- Appuyez sur le bouton sur le côté du capteur de luminosité qui a le symbole de bougie est le capteur de lumière ce réglage est le plus sensible.
- 7- Ouvrez le fichier DataStudio appelé "Diffraction".

#### **4- Etude Expérimentale**

- 1- Commencez par une fente. Tournez la roue à une fente de 0,16 mm.
- 2- Regardez le modèle (motif de laser) produit par chaque sélection sur la roue de fente. Dessinez un schéma de chaque fente et le spectre de diffraction correspondant.
- 3- Répétez les étapes 2 et 3 pour la roue de double fente. Aligner la roue sur la double fente 0.08/0.50.

##### **4-1 Diffraction par une fente**

- 1- Remplacer la roue multiples fentes avec la roue d'une fente et affectez-lui la fente de 0,04 mm.

- 2- Réglez le capteur de lumière d'ouverture support à fente # 2. Avant de commencer à enregistrer des données, déplacer le capteur de lumière, d'un côté du motif de laser.
- 3- Eteignez la lumière de laboratoire et cliquez sur le bouton START. Puis tournez lentement le détecteur pour scanner le motif de laser.

**NOTE:** Pour de meilleurs résultats, il est très important d'analyser très lentement. Une analyse devrait prendre entre 60 à 90 secondes, en fonction de la quantité de détails dans le motif de laser.

Appuyez sur la touche STOP lorsque vous avez terminé le balayage. Si vous faites une erreur, il suffit de faire un nouveau balayage. Si une imprimante est disponible, imprimer le spectre de diffraction.

- 4- Déterminer la largeur de la fente en utilisant l'équation (1):
  - a) Mesurez la distance entre les premiers minima du côté du maximum central à l'aide du curseur. Ensuite, diviser par deux pour obtenir la distance entre le maximum central et le premier minimum « D ».
  - b) La longueur d'onde laser est indiquée sur l'étiquette laser.
  - c) Mesurez la distance entre la roue de la fente et le masque à l'avant du capteur de lumière.
  - d) Calculez "a" à l'aide l'équation (1). Complétez le tableau suivant (Tableau 1) :

Tableau 1 :

$m'$	$D$ (cm)	$a$ (cm)
1		
2		
3		
4		
	Moyenne (cm)	.....±.....
	Théorique (cm)	
	Différence (cm)	

**4-2 Diffraction par double fente**

- 1- Remplacer le disque d'une fente avec le disque à fentes multiples dans la même position sur le rail. Réglez le disque à fentes multiples sur la fente double avec séparation des fentes de 0,25 mm de largeur (d) et la fente de 0,04 mm (a).
- 2- Réglez le capteur de lumière d'ouverture support à fente # 4.
- 3- Avant de commencer à enregistrer des données, déplacer le capteur de lumière, d'un côté du motif laser.
- 4- Eteignez la lumière de laboratoire et appuyez sur le bouton START. Puis tournez lentement le détecteur pour balayer le motif. Appuyez sur la touche STOP lorsque vous avez terminé le balayage.
- 5- Utilisez la loupe pour agrandir le maximum central et les premiers maxima interne. Utilisez l'outil de mesure pour mesurer la distance entre le maximum central et le premier maximum interne.





- 6- Mesurez la distance entre le maximum central et les maxima secondaires deuxième et troisième « D' ». Et mesurez la distance entre le maximum central et le premier minimum dans le spectre de diffraction « D » (pas de l'interférence).
- 7- Déterminer « d » la séparation des fentes à l'aide de l'équation (2):
- a) Mesurez la distance entre la roue et le masque de la fente sur la face avant du capteur de lumière.
  - b) Calculez "d" pour les premier, deuxième, et troisième maxima, et trouver le moyen "d". Trouvez la différence pourcent entre votre moyenne et la séparation de fente indiquée sur la roue. (complétez le tableau 2).
- 8- Déterminer la largeur de la fente « a » en utilisant l'équation (1) et la distance entre le maximum central et le premier minimum « D » des franges de diffraction (non spectre d'interférence). Est-ce que c'est la largeur de la fente indiquée sur la roue?
- 9- Répétez les étapes 3 à 8 pour les spectres d'interférence pour une autre double fente (a / d = 0.04/0.50 mm). Réglez le capteur de lumière à la fente # 2 (Complétez le tableau 3).

Tableau 2:

<i>M</i>	<i>D' (cm)</i>	<i>d (cm)</i>	<i>D (cm)</i>	<i>a (cm)</i>
1				
2				
3				
	<i>Moyenne (cm)</i>	.....±.....		
	<i>Théorique (cm)</i>			
	<i>Différence (cm)</i>			

Tableau 3 :

<i>M</i>	<i>D' (cm)</i>	<i>d (cm)</i>	<i>D (cm)</i>	<i>a (cm)</i>
<i>1</i>				
<i>2</i>				
<i>3</i>				
	<i>Moyenne (cm)</i>	.....±.....		
	<i>Théorique (cm)</i>			
	<i>Différence (cm)</i>			