



---

# Physique

## Optique géométrique

---

*Auteurs :*

M. Samuel RIEDO  
M. Pascal ROULIN

*Professeur :*

Dr. Frédy BIENZ

### 1 Introduction

#### 1.1 Distance focale

La distance focale  $f$  d'une lentille représente la distance entre le centre optique et le foyer. Pour une lentille convergente, le foyer est le lieu de convergence des faisceaux alors que pour une lentille divergente, le foyer est l'endroit d'où semblent venir les rayons divergents (figure 1).

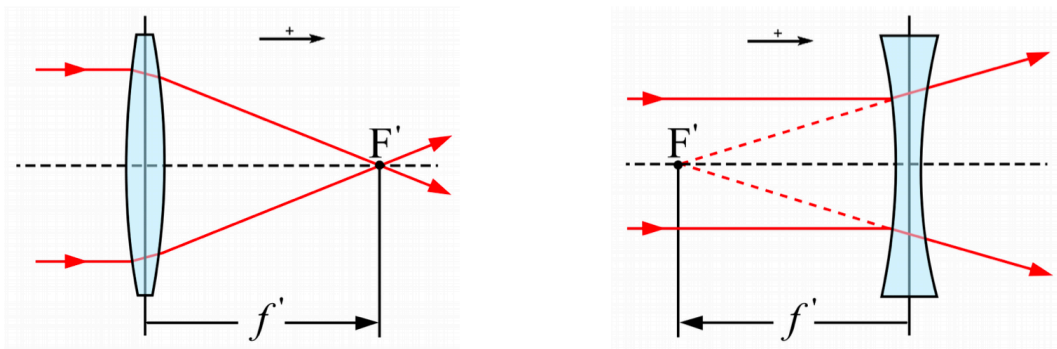


FIGURE 1 – À gauche, une lentille convergente. À droite, une divergente.

## 1.2 Polarisation en optique

Une onde électromagnétique produit des oscillations du champ électrique  $\vec{E}$  et du champ magnétique  $\vec{M}$  de même phase et à la même fréquence. Les ondes électromagnétiques sont transversales, c'est-à-dire que le vecteur du champ électrique  $\vec{E}$  et le vecteur du champ magnétique  $\vec{M}$  sont perpendiculaires et qu'ils se déplacent dans la même direction ( $\vec{V}$ ).

Lorsque la source lumineuse est non polarisée, les champs électrique et magnétique vibrent dans toutes les directions. Il est néanmoins possible de forcer une oscillation dans un axe précis grâce à un filtre polarisant. Cette méthode est appelée polarisation de la lumière.

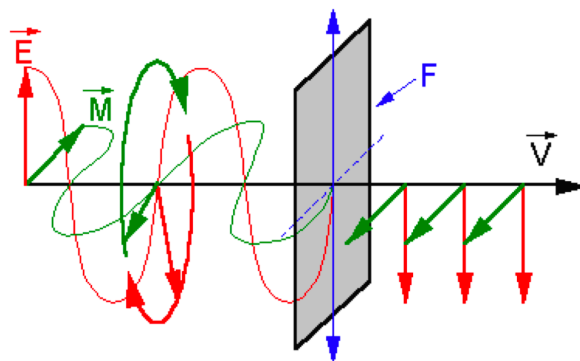


FIGURE 2 – Illustration de la polarisation de la lumière.

## 2 But

Ce travail pratique est divisé en quatre parties. La première partie consiste à déterminer à partir de mesures la distance focale de 5 lentilles :

- Trois lentilles avec une distance focale de 100mm, 135mm et 85mm.
- Une lentille avec distance focale inconnue et un phare de voiture.

Le but est d'effectuer plusieurs mesures et de prendre la moyenne des distances focales pour ensuite la comparer avec la valeur originale (lorsqu'elle est connue).

La deuxième partie consiste également à déterminer la distance focale des lentilles, mais cette fois-ci en utilisant la méthode de Bessel. Il sera ainsi possible de comparer les deux méthodes et de déterminer laquelle est la plus précise.

La troisième partie, sur la polarisation de la lumière, consiste à observer l'activité optique de certains matériaux. Nous utiliserons plusieurs solutions de sucre et de fructose pour modifier l'oscillation des champs magnétiques et électriques pour constater les effets. Chacune de ses solutions pourra ensuite être classée comme dextrogyre ou lévogyre.

Finalement, il s'agira de mesurer à l'aide d'un microscope des petits composants électroniques ainsi que des pixels de smartphone.

## 3 Mesures

### 3.1 Distance focale

La distance focale dépend des paramètres suivants :

- $X_o$  : distance source - lentille
- $X_i$  : distance lentille - image
- $H_o$  : Taille de l'objet
- $H_i$  : Taille de l'image (négatif si inversée)

#### 3.1.1 Lentille 100mm

N° mesure	$H_o$ [cm]	$H_i$ [cm]	$X_o$ [cm]	$X_i$ [cm]
1	3.1	-8.5	15	43
2	3.1	-18	13	80
3	3.1	-2.5	23	21

#### 3.1.2 Lentille 85mm

N° mesure	$H_o$ [cm]	$H_i$ [cm]	$X_o$ [cm]	$X_i$ [cm]
1	3.1	-4	13	22
2	3.1	-1.5	23	15
3	3.1	-0.9	40	12

#### 3.1.3 Lentille 135mm

N° mesure	$H_o$ [cm]	$H_i$ [cm]	$X_o$ [cm]	$X_i$ [cm]
1	3.1	-3.5	30	25
2	3.1	-1.5	48	16
3	3.1	-0.9	65	14

### 3.1.4 Lentille inconnue

N° mesure	$H_o$ [cm]	$H_i$ [cm]	$X_o$ [cm]	$X_i$ [cm]
1	3.1	-33	50	595
2	3.1	-21	55	530
3	3.1	-11	60	310

### 3.1.5 Phare de voiture

N° mesure	$H_o$ [cm]	$H_i$ [cm]	$X_o$ [cm]	$X_i$ [cm]
1	3.1	-14	5	33
2	3.1	-7.5	6	20
3	3.1	-5	7	16

### 3.1.6 Analyse

Le rapport entre les quatre paramètres est :

$$\frac{h_i}{h_o} = \frac{-x_i}{x_o}$$

La focale est déterminée par :

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{X_o} + \frac{1}{X_i}$$

En utilisant cette formule avec les valeurs mesurées précédemment, en en faisant une moyenne sur nos trois mesures, nous obtenons :

- **Lentille 100 mm** : 110mm
- **Lentille 85 mm** : 86mm
- **Lentille 135 mm** : 125mm
- **Lentille inconnue** : 465mm
- **Lentille phare voiture** : 46mm

Comme attendu, nos résultats sont proches des valeurs fournies par les fabricants (lorsqu'elles sont connues). Les écarts s'expliquent principalement par la marge du fabricant entre la lentille livrée et ses spécifications ( $\pm x \%$ ) ainsi que l'imprécision de nos mesures.

### 3.2 Méthode de Bessel

La méthode de Bessel est une méthode focométrique de détermination expérimentale de la focale d'une lentille convergente. Afin de déterminer celle-ci, la position de la lentille pour deux images nettes ainsi que la distance entre la source et l'écran ( $D$ ) sont nécessaires.

La distance  $d$  peut être obtenue en additionnant les  $X_o$  et  $X_i$  précédemment mesurés.

#### 3.2.1 Lentille 100mm

N° mesure	$d[\text{cm}]$	$X_o[\text{cm}]$	$X_i[\text{cm}]$
1	58	15	43
2	93	13	80
3	44	23	21

#### 3.2.2 Lentille 85mm

N° mesure	$d[\text{cm}]$	$X_o[\text{cm}]$	$X_i[\text{cm}]$
1	35	13	22
2	38	23	15
3	52	40	12

#### 3.2.3 Lentille 135mm

N° mesure	$d[\text{cm}]$	$X_o[\text{cm}]$	$X_i[\text{cm}]$
1	55	30	25
2	64	48	16
3	79	65	14

### 3.2.4 Lentille inconnue

N° mesure	$d[\text{cm}]$	$X_o[\text{cm}]$	$X_i[\text{cm}]$
1	645	50	595
2	585	55	530
3	370	60	310

### 3.2.5 Phare de voiture

N° mesure	$d[\text{cm}]$	$X_o[\text{cm}]$	$X_i[\text{cm}]$
1	38	5	33
2	26	6	20
3	23	7	16

### 3.2.6 Comparaison

Lentille	Focale avec distance objet/image[mm]	Focale avec Bessel[mm]
100mm	110	110
85mm	86	86
135mm	125	124
Inconnue	465	480
Phare de voiture	46	46

Comme attendu, les résultats entre les deux méthodes sont très similaires. Ceci est tout à fait normal puisque nous avons utilisé les mêmes mesures dans les deux cas, supprimant ainsi les éventuelles erreurs de mesure dans la comparaison (et non dans la détermination de la focale).

La formule utilisée est :

$$F = \frac{d^2 - (|X_o - X_i|)^2}{4 \cdot d}$$

### 3.3 Polarisation de la lumière

N° mesure	Concentration de sucre[%]	Différence d'angle[°]	Sens
1	50	3	Dextrogyre
2	100	6	Dextrogyre
3	200	11	Dextrogyre
4	x	6.5	Dextrogyre
5	Fructose 70	-8	Lévogyre

La concentration de sucre dans le mélange inconnue est donnée par :

$$\begin{aligned}
 c &= \frac{\theta}{\theta_c \cdot l} \\
 &= \frac{6.5}{40 \cdot 0.15m} \\
 &= 109g/l
 \end{aligned}$$

$l$  étant la longueur du récipient contenant la solution,  $\theta$  la différence d'angle et  $\theta_c$  le pouvoir rotatoire donné par :

$$\begin{aligned}
 \theta_c &= \frac{\theta}{c \cdot l} \\
 &= \frac{3}{40 \cdot 0.15} \\
 &= 40
 \end{aligned}$$

### 3.4 Analyse au microscope

Divers composants électroniques SMD (Surface Mount Device) ainsi que des pixels de téléphones ont été mesurés à l'aide d'un microscope.

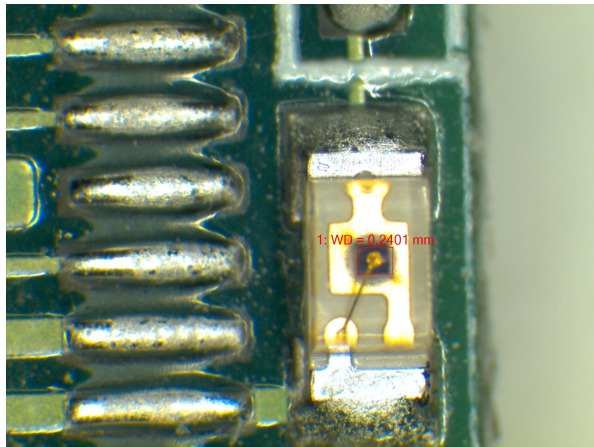


FIGURE 3 – Condensateur

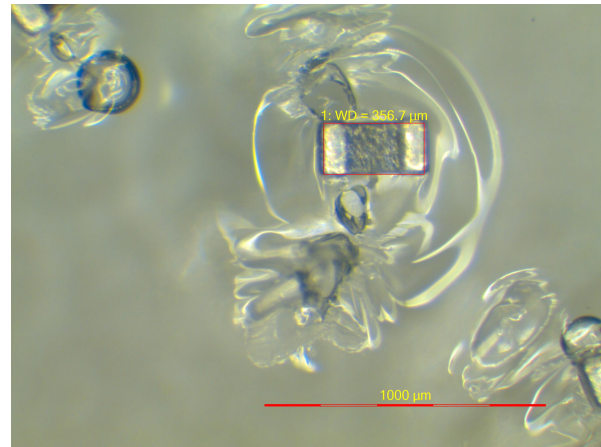


FIGURE 4 – Led

Pixels d'un smartphone. Il est clairement visible que chaque pixel est constitué de trois composantes RGB.

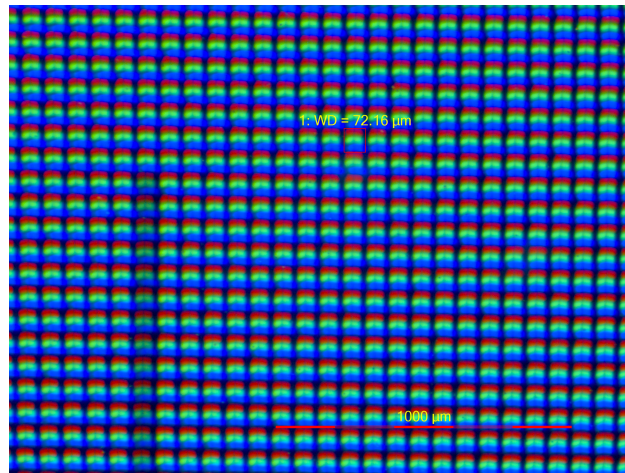


FIGURE 5 – Pixel d'un smartphone

## 4 Conclusion

Il a été intéressant de pouvoir expérimenter ce que nous avons vu durant le cours à propos des lentilles. En effet, la première partie concernait les lentilles et le calcul de leur focale, d'abord par la méthode que nous avons vue durant le cours et ensuite grâce à la méthode de Bessel. Nous avons ensuite expérimenté les filtres polarisants en mesurant l'activité optique à travers différentes concentrations de sucre dans de l'eau.

Regarder la composition de composants SMD et de pixels au microscope fut également intéressant pour voir comment ces derniers sont constitués.

## 5 Bibliographie

Polarisation de la lumière

Fribourg, le 10 mai 2017

---

Samuel Riedo

---

Pascal Roulin