# CHAPITRE II

# Polarisation

**H. EL RHALEB**
Université Mohammed V, Rabat, Agdal
Faculté des Sciences,
Département de Physique,
Laboratoire de Physique Théorique
**elrhaleb@fsr.ac.ma**

**Filière SMP, année 2011-2012**

**Ce chapitre aborde le caractère de la lumière.**

**Dans les chapitres qui vont suivre, les milieux transparents vont être considérés . Or, il existe des milieux pour lesquels les propriétés optiques dépendent de la direction.**

**Pour de tels milieux , la description vectorielle devient nécessaire.**

# I - Le modèle vectoriel

## I.1 - Le vecteur lumineux

**Le modèle ondulatoire est un modèle vectoriel.**

**Par exemple les équations de *Maxwell* dans le vide conduisent à des solutions « ondes planes » telles que le trièdre ($\vec{E}, \vec{B}, \vec{k}$) est direct.**

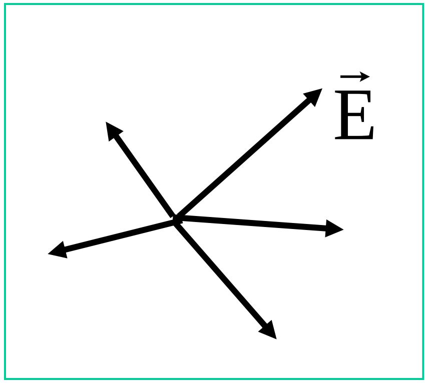
**De nombreuses expériences montrent que la seule considération du suffit à caractériser le phénomène lumineux.**

**$\vec{u}$ : Vecteur unitaire transversal**

# I.2 - Les différentes polarisations

## I.2.1 – la lumière naturelle

**Une lumière est dite si dans le plan de vibration, le champ $\vec{E}$ ne présente aucune direction privilégiée. Les composantes du vecteur vibrant $\vec{E}$ n'ont aucune relation de phase.**




**La configuration du vecteur vibrant à l'instant t + $\Delta$t est complètement différente de celle de l'instant t. Ce changement est lié au caractère totalement aléatoire de l'émission lumineuse.**

## I.2.2 – La lumière polarisée

**Une onde est dite polarisée si les composantes du vecteur champ électrique $\vec{E}$, ont une relation de phase.**

### a – Description dans un plan d'onde

**Pour décrire le champ, on se place dans le plan xy et on décrit l'évolution du vecteur $\vec{E}$.**

$$E_x = E_{ox}\cos(\omega t - \varphi_1)$$

**et**

$$E_y = E_{oy}\cos(\omega t - \varphi_2)$$

**- Si,  , le champ garde une direction fixe, la polarisation est  .**

**- Si,  , le champ garde encore une direction fixe, la polarisation est  .**

- Dans le cas général n'est pas un multiple de π.

Avec une nouvelle origine, on peut écrire :

(1)

avec $\varphi = \varphi_2 - \varphi_1$

(2)

$$(2) \Rightarrow \quad \frac{E_y}{E_{oy}} = \cos(\omega t)\cos(\varphi) + \sin(\omega t)\sin(\varphi)$$

$$= \frac{E_x}{E_{ox}}\cos(\varphi) + \sin(\omega t)\sin(\varphi)$$

$$\Downarrow$$

$$\sin(\omega t)\sin(\varphi) = \frac{E_y}{E_{oy}} - \frac{E_x}{E_{ox}}\cos(\varphi)$$

$$\cos(\omega t)\sin(\varphi) = \frac{E_x}{E_{ox}}\sin(\varphi) \qquad \Leftarrow (1)$$

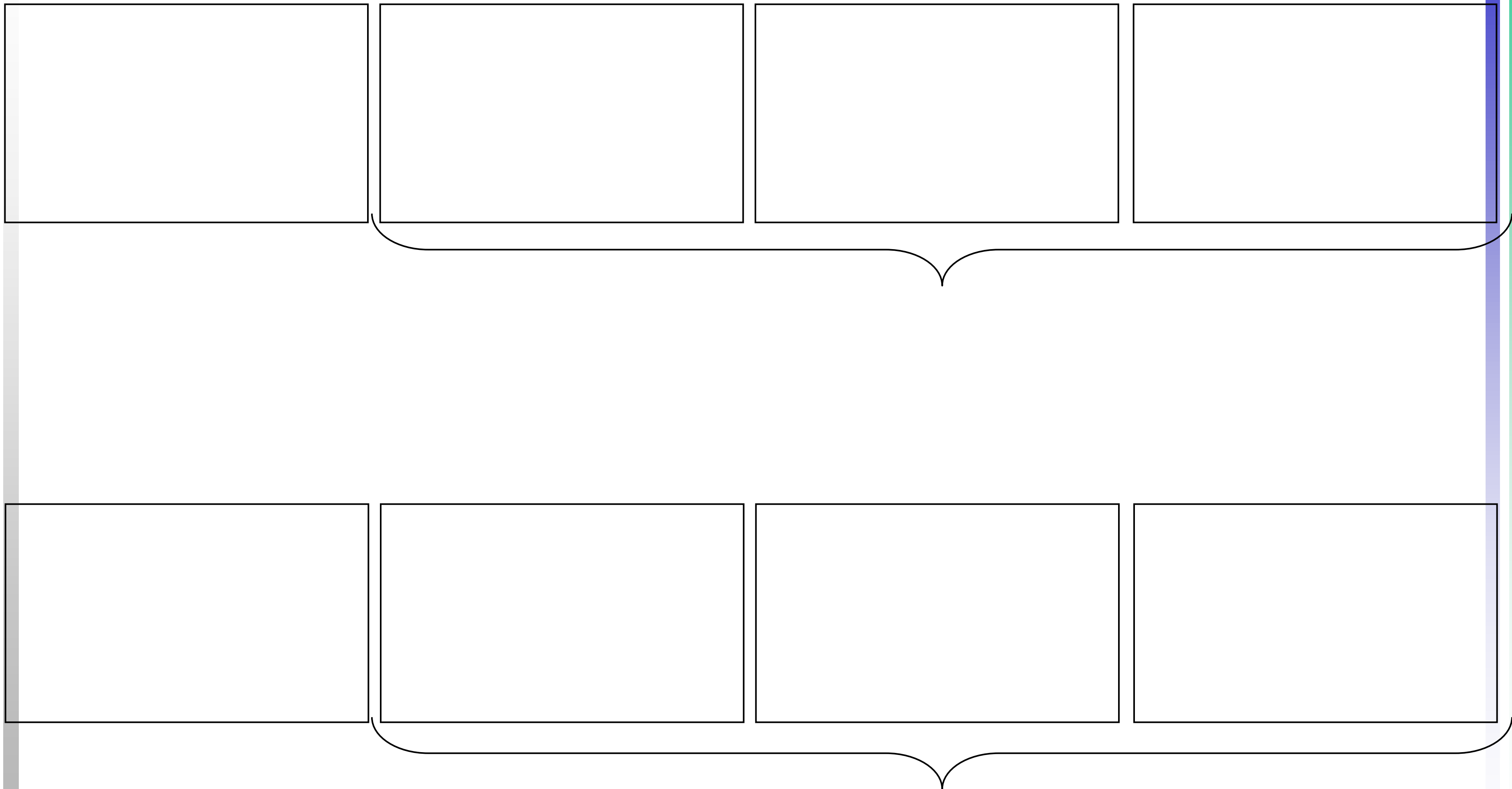
**En éliminant le temps, on obtient l'équation de la courbe cherchée :**

**C'est l'équation d'une ellipse : l'extrémité décrit une ellipse. Suivant la valeur de φ, l'ellipse est décrite dans un sens ou dans l'autre.**

**Remarque**

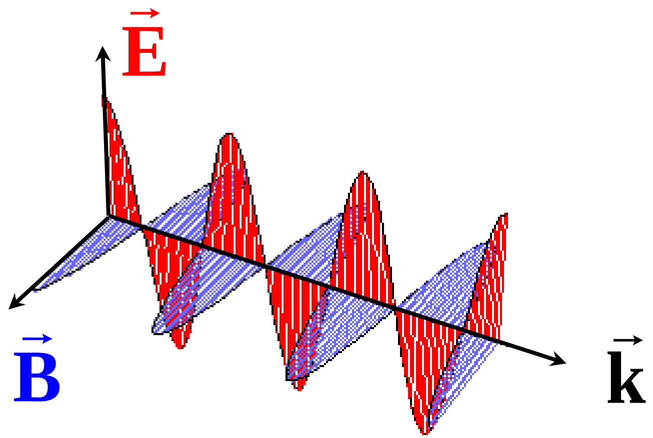
**Pour obtenir le sens de rotation de l'ellipse, il consiste à remarquer que $E_x$ est maximal pour t = 0 et que :**

**le sens de rotation dépend donc du signe de sinφ.**



## b – Description à t donné

**Autre représentation à un temps t donné d’une onde polarisée rectilignement.**




**Cette représentation permet de comprendre de façon intuitive la notion de polarisation.**

# II – Polariseur, Analyseur, lames à retard

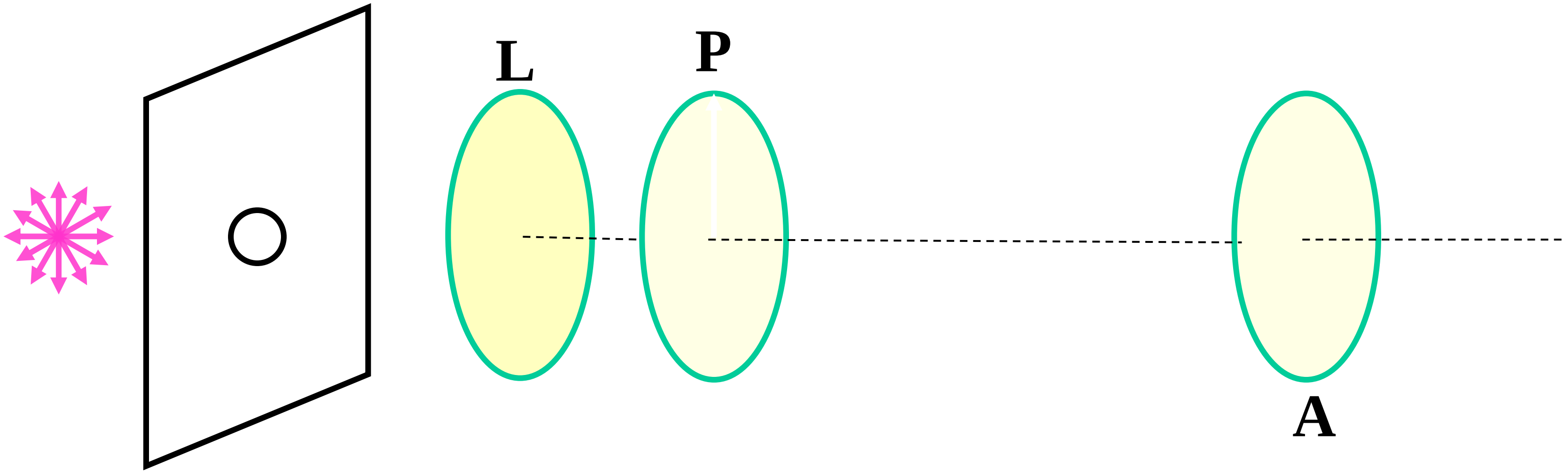
## II.1 – Action du polariseur sur la lumière naturelle

**Le polariseur est un système optique qui permet de transformer un faisceau parallèle de lumière naturelle en un faisceau parallèle de lumière polarisée rectilignement.**

**Généralement, les polariseurs sont des lames "polaroid" ne laissant passer, du champ incident, que la composante parallèle à une certaine direction de la lame "direction de polarisation".**

**La composante du champ perpendiculaire à la direction de polarisation est totalement absorbée.**

# II.2 – Analyseur, loi de Malus




**P et A deux polariseurs qui font un angle θ entre eux.**

**Si le champ ayant traversé P a pour amplitude $E_1$, le champ traversant A est, à un facteur près, la projection de $\vec{E}_1$ sur la direction de polarisation de A :**

**t : facteur de transmission de A**

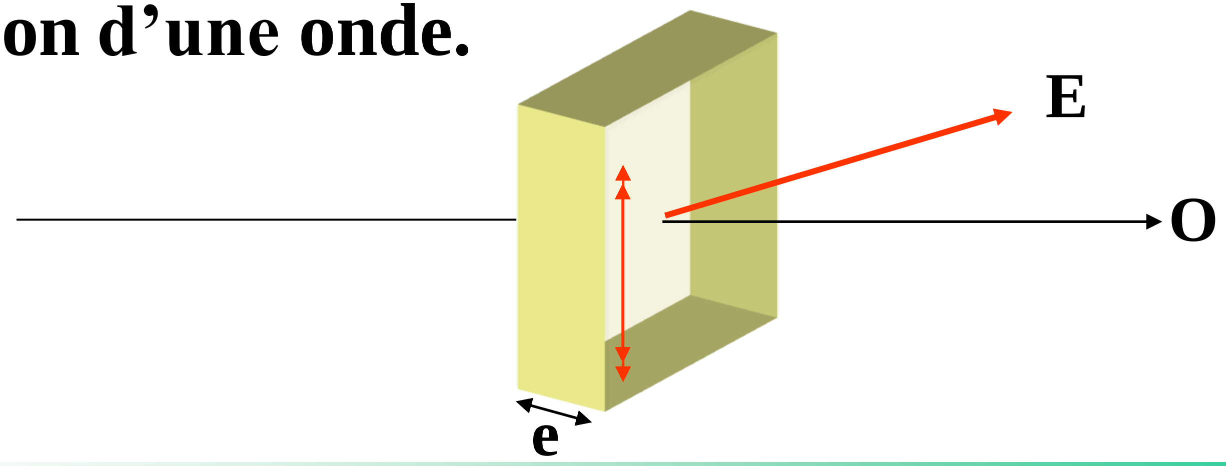
**L'intensité lumineuse qui sort de A est :**

$$I_2 = t^2 I_1 \cos^2\theta = I_o \cos^2\theta$$

**Si $I_o$ est la valeur de $I_2$ pour $\theta = 0$.**

## II.3 – Lames à retard

**Se sont des lames minces taillées dans un cristal ayant des propriétés optiques anisotropes, agissant sur l'état de polarisation d'une onde.**



**Deux ondes de même fréquence polarisées suivant Ox et Oy, à la sortie de lame, subissent le déphasage :**

$$\varphi = \frac{2\pi}{\lambda_o}\delta \quad \text{avec} \quad \delta = (n_e - n_o)e$$

**où $n_o$ : indice ordinaire**

**$n_e$ : indice extraordinaire**

**e : l'épaisseur de la lame.**

**si** $|\delta| = \frac{\lambda_o}{4}$

**la lame est dite ou lame $\lambda/4$.**

**si** $|\delta| = \frac{\lambda_o}{2}$

**la lame est dite ou lame $\lambda/2$.**

# Action d'une lame à retard

**Soit une onde incidente polarisée rectilignement.**

**A la traversée de la lame :**

$$E_x = E_i \cos(\alpha)\cos(kz - \omega t)$$

$$E_y = E_i \sin(\alpha)\cos(kz - \omega t + \varphi)$$

**On remarque que pour $\alpha = 0$ ou $\alpha = \pi/2$ la polarisation reste rectiligne quel que soit $\varphi$.**

**On obtient, à partir d'une onde incidente rectiligne, une lumière polarisée elliptiquement, les axes de l'ellipse correspondent aux lignes neutres de la lame.**

**Lorsque $\varphi = \pi/2$ et $\alpha = \pi/4$, la lumière transmise est polarisée circulairement (gauche). Pour $\varphi = -\pi/2$ et $\alpha = \pi/4$, la lumière transmise est circulaire (droite).**