

# OPTIQUE ONDULATOIRE

## COURS

### CH.30bis : POLARISATION DE LA LUMIERE

**Plan** (Cliquez sur le titre pour accéder au paragraphe)

\*\*\*\*\*

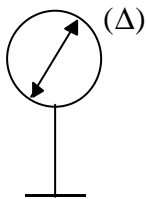
CH.30bis : POLARISATION DE LA LUMIERE	1
I. POLARISEURS	1
I.1. DEFINITION	1
I.2. LOI DE MALUS	1
II. LAMES UNIAXES	2
II.1. DEFINITION	2
II.2. PROPRIETES	2
II.3. ACTION D'UNE LAME UNIAXE SUR UNE LUMIERE POLARISEE	2
II.3.1. Polarisation rectiligne	2
II.3.2. Polarisation circulaire et lame quart d'onde	3
II.4. PRODUCTION ET ANALYSE D'UNE LUMIERE POLARISEE	3
III. DIFFERENTS TYPES DE POLARISEURS	4
III.1. POLARISATION PAR DICHROISME	4
III.1.1. Principe	4
III.1.2. Caractéristiques des polaroïds	4
III.2. POLARISATION PAR BIREFRINGENCE	4

\*\*\*\*\*

## I. POLARISEURS

### I.1. DEFINITION

- Un polariseur est un système optique permettant de transformer une lumière de polarisation quelconque en lumière polarisée **rectilignement**.
- On peut représenter un tel dispositif par :



L'axe ( $\Delta$ ) indique la direction de vibration du champ électrique  $\vec{E}$  émergent; en général, l'utilisateur a la possibilité de faire tourner ( $\Delta$ ) par rapport à une monture fixe.

### I.2. LOI DE MALUS

- Si l'on dispose l'un derrière l'autre deux polariseurs dont les directions de polarisation font entre elles un angle  $a$ , on obtient à la sortie une onde lumineuse polarisée rectilignement (dans la direction imposée par le second polariseur) et dont l'intensité  $I_2$  s'exprime en fonction de l'intensité  $I_1$  en sortie du premier polariseur, par la relation :

$$I_2 = I_1 \times T \times \cos^2 a \quad \text{avec : } 0 \leq T \leq 1$$

- **Rq1** :  $T$  est le facteur de transmission en énergie du second polariseur (pour  $T = 1$ , le polariseur est idéal, c'est-à-dire sans absorption).
- **Rq2** : le second polariseur est également appelé « **analyseur** ».
- **Rq3** : pour  $a = p/2$  ou  $3p/2$ , il y a extinction du faisceau lumineux, on dit que les polariseurs sont « **croisés** ».

## II. LAMES UNIAXES

### II.1. DEFINITION

Ce sont des lames minces, à faces parallèles, taillées dans un cristal « uniaxe », ayant la **symétrie de révolution** (d'un point de vue des propriétés optiques) autour d'un axe privilégié appelé « axe optique » ; par construction, cet axe est parallèle aux faces de la lame.

### II.2. PROPRIETES

- Considérons une lame uniaxe dont les faces sont parallèles au plan xOy, et d'épaisseur  $e$  selon la direction de propagation de la lumière.
- Choisissons l'axe Oy parallèle à l'axe optique ( $\Delta$ ) de la lame :
  - ♦ pour une onde polarisée rectilignement suivant Ox (perpendiculairement à l'axe  $\Delta$ ), la lame possède un indice « **ordinaire** », soit  $n_o$ .
  - ♦ pour une onde polarisée rectilignement suivant Oy (parallèlement à l'axe  $\Delta$ ), la lame possède un indice « **extraordinaire** », soit  $n_E$ .
- Entre deux ondes monochromatiques (de longueur d'onde  $\lambda_0$ ) polarisées respectivement suivant Oy et Ox, la traversée de la lame d'épaisseur  $e$  entraîne l'apparition d'un déphasage supplémentaire  $j$  tel que :

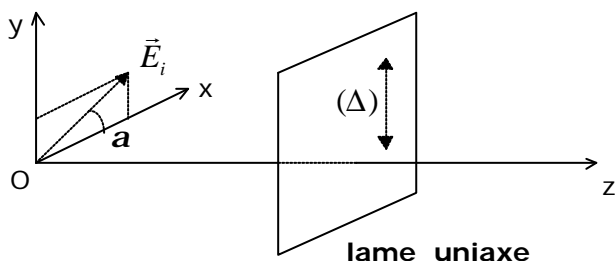
$$\mathbf{j} = j_{y/x} = 2p \frac{d_{y/x}}{I_0} = \frac{2pe}{I_0} (n_E - n_o) \quad (1)$$

#### • Cas particuliers :

- ♦ si  $|d_{y/x}| = I_0 / 4$  :  $|j| = p / 2 \Rightarrow$  la lame est dite « **quart d'onde** », ou « lame  $I / 4$  ».
- ♦ si  $|d_{y/x}| = I_0 / 2$  :  $|j| = p \Rightarrow$  la lame est dite « **demi onde** », ou « lame  $I / 2$  ».
- **Rq1** : l'axe pour lequel l'indice est le plus grand correspond à une vitesse de propagation de l'onde ( $v = c/n$ ) plus petite : on parle « **d'axe lent** » ; logiquement, l'axe pour lequel l'indice est le plus petit est appelé « **axe rapide** ».
- **Rq2** : si  $n_E > n_o$ , le milieu est dit « **positif** », l'axe extraordinaire est alors l'axe lent, l'axe ordinaire étant l'axe rapide (c'est le cas du quartz  $SiO_2$ ) ; si  $n_E < n_o$ , le milieu est dit « **néгатif** » et les dénominations sont inversées (cas de la calcite  $CaCO_3$ ).

### II.3. ACTION D'UNE LAME UNIAXE SUR UNE LUMIERE POLARISEE

#### II.3.1. Polarisation rectiligne



On considère une onde incidente se propageant selon Oz, et dont le champ électrique  $\vec{E}_i$  est polarisé rectilignement selon une direction faisant un angle  $a$  avec l'axe Ox.

L'axe optique de la lame, ( $\Delta$ ), est parallèle à l'axe Oy.

- Le champ incident s'écrit donc :  $\vec{E}_i = E_0 \cos a \cos(\omega t - kz) \vec{e}_x + E_0 \sin a \cos(\omega t - kz) \vec{e}_y$
- En tenant compte d'un déphasage commun  $\gamma$ , dû à la traversée de la lame, et du déphasage supplémentaire  $j$ , le champ transmis a pour expression :