

## Cours n°4: Polarisation des O. E. M

### I- Définition

La polarisation décrit l'évolution du champ électrique lors de la propagation (c'est aussi le lieu géométrique du champ  $\vec{E}$ ).

Il y a 3 types de polarisations:

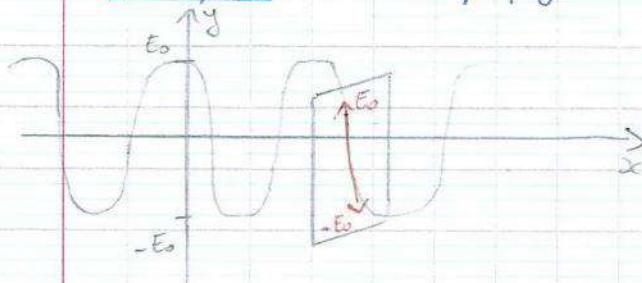
- rectiligne
- circulaire
- elliptique

### II- Types de polarisation

#### 1) Polarisation rectiligne

L'extrémité du champ  $\vec{E}$  décrit une direction fixe (droite D).

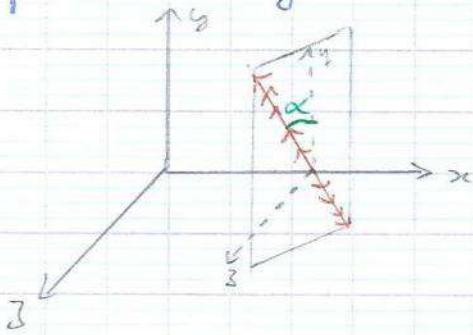
Exemple: Onde se propage selon  $\vec{Ox}$ .



Direction fixe: l'axe  $\vec{Oy}$  ici on dit que l'onde est polarisée linéairement suivant  $\vec{Oy}$ .

$\Rightarrow \vec{E}$  porté par  $\vec{Oy}$ .

Remarque:  $\vec{E}$  peut décrire une droite fixe autre que  $(\vec{Oy}, \vec{Oz})$ ; en faisant un angle  $\alpha$  avec l'un des axes.



→ propagat sur  $\vec{Ox}$  ( $E_x = 0$ ) car  $\vec{E}$  transverse.

$$\vec{E} \begin{cases} E_x = 0 \\ E_y = E_0 \cos \alpha \cos(kx - \omega t) \\ E_z = E_0 \sin \alpha \cos(kx - \omega t) \end{cases}$$

Conclu: Pr une propagat sur  $\vec{Ox}$ , on a  $\vec{E}$ :

\* les 2 composantes  $E_y, E_z$  st en phase

\*  $E_{oy} \neq E_{oz}$

\*  $\frac{E_{oz}}{E_{oy}} = \tan \alpha$  (on dit que la polarisat est à  $\alpha$  par rapport à  $\vec{Oy}$ )

\* Direct de polarisat rectiligne est la droite (D) faisant l'angle  $\alpha$  avec  $\vec{Oy}$ .

$$\begin{cases} E_x = 0 \\ E_y = E_{oy} \cos(kx - \omega t) \\ E_z = E_{oz} \cos(kx - \omega t) \end{cases}$$

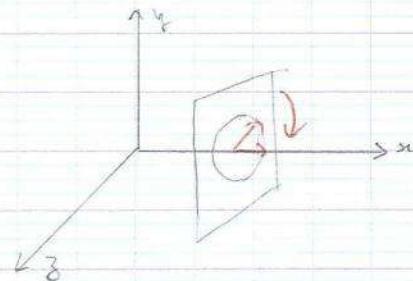
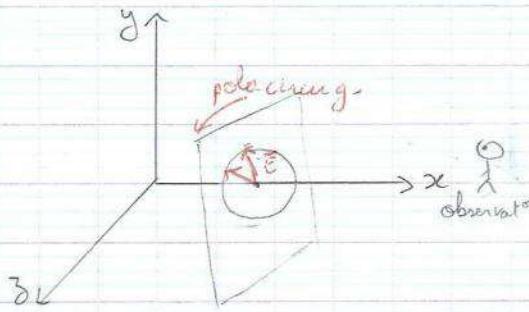
## 2) Polarisation circulaire

$\vec{E}$  tourne autour de l'axe de polarisation en décrivant un cercle.

Si la propagation suivant  $\vec{Ox} \Rightarrow \begin{cases} E_x = 0 \\ E_y = E_{oy} \cos(kx - \omega t) \\ E_z = E_{oz} \cos(kx - \omega t \pm \pi/2) \end{cases}$

\*  $E_{oy} = E_{oz} = E_0$

\*  $\varphi = \text{déphasage} = \pm \pi/2 \quad \begin{cases} +\pi/2 & \text{polarisat° circul° gauche} \\ -\pi/2 & \text{droite} \end{cases}$



Remarque: On peut vérifier que  $E_y$  et  $E_z$  vérifient l'éq d'un cercle de rayon  $E_0$ .

$$\hookrightarrow E_y = E_0 \cos(kx - \omega t)$$

$$E_z = E_0 \cos(kx - \omega t + \pi/2) = E_0 \sin(kx - \omega t)$$

$$\frac{E_y^2}{E_0^2} + \frac{E_z^2}{E_0^2} = 1 \Rightarrow E_y^2 + E_z^2 = E_0^2$$

## 3) Polarisation elliptique

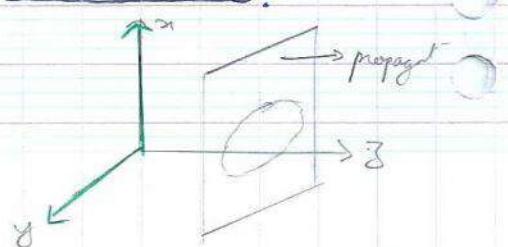
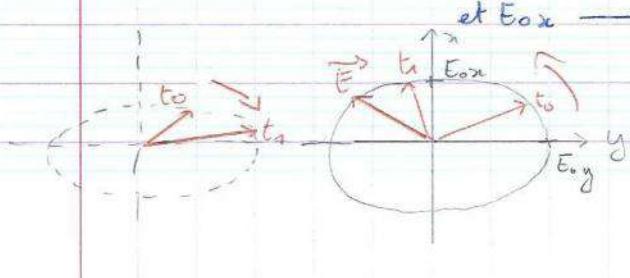
$\vec{E}$  tourne autour de l'axe de propagation en décrivant une ellipse.

Si la propagation suivant  $\vec{Oz} \Rightarrow \vec{E} \begin{cases} E_x = E_{ox} \cos(kx - \omega t) \\ E_y = E_{oy} \cos(ky - \omega t + \varphi) \\ E_z = 0 \end{cases}$

$$E_{oy} \neq E_{ox}$$

Si  $E_{oy} > E_{ox} \Rightarrow E_{oy} = \text{demi-grand axe de l'ellipse}$ .

et  $E_{ox}$  — petit —.



Conclu:

$$\{ E_{oy} \neq E_{ox}$$

$\varphi = \text{déphasage cst} \rightarrow \begin{cases} \text{si } 0 < \varphi < \pi & \text{polarisat' elliptique grande} \\ \text{si } \pi < \varphi < 2\pi & \text{droite} \end{cases}$

Remarque: Pour  $\varphi = \frac{\pi}{2}$ , on trouve que  $\vec{E}$  décrit l'éq d'une

ellipse cad:  $\frac{E_x^2}{E_{ox}^2} + \frac{E_y^2}{E_{oy}^2} = 1$ .

Remarque: Intérêts d'une lum polarisée

\* + pratique au niveau des calculs mathématiques (entre autres les éq de Maxwell et de D'Alambert)

\* on peut remonter à la forme et à la taille des molécules de la matière, lorsque celle-ci émet une lumière polarisée.

\* atténuation de la réflexion (ex: lunette de soleil).

\* pr faire de l'interférence et de l'holographie qd la lum est plutôt polarisée.

### III - Lum. non polarisée.

exemple: lum. émise par le soleil.

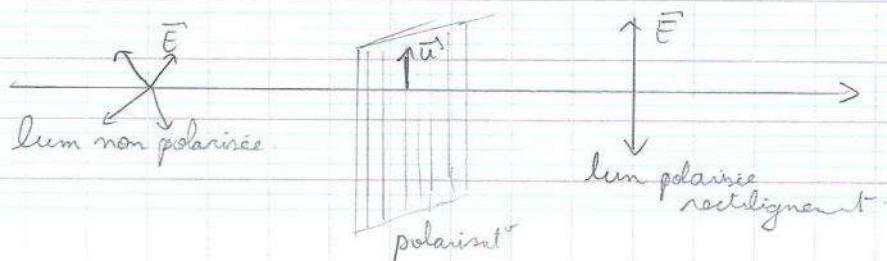
— d'une lampe.

À cause de la matière de l'émission des atomes: il y a un photon émis tous les  $10^{-11}$  s  $\Rightarrow$  en 1s  $10^{11}$  polarisat'  $\neq$ .

### IV - Polarisation

Dispositif formé de molécules "polymères" qui ont la pte d'absorber des vibrations lumineuses, et ne laissent passer qu'une direction privilégiée de l'OEM.

95% des polarisations donnent une polarisation rectiligne.

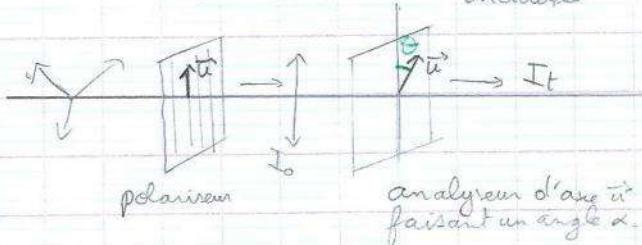


Analyseur: n'agit que sur la lum. polarisée et sa direction est de  $\theta$  à l'axe de  $\vec{E}$ .

Alors :  $I_t = I_0 \cdot \cos^2(\theta)$

intensité transmise      intensité incidente

Loi de Malus



#### V. Applications.

① On a :  $\vec{E}_1 \left( E_{0x} \cos \alpha \cos(kz - \omega t) \right)$   
 $E_{0y} \sin \alpha \cos(kz - \omega t) \right)$

- 1. Direct° de propag°?
- 2. Polarisat°?

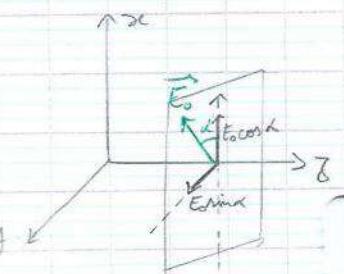
1) Phase " $(kz - \omega t)$ " ne dépend que de  $z$  et de  $t$  ( $k$  et  $\omega$  const)

$\Rightarrow$   $\vec{E}_1$  → direct° de propag vers les  $z > 0$ .

2) Pas de déphasage entre les 2 composantes :

$$\frac{E_x}{E_y} = \tan \alpha \rightarrow E_y = E_x \cdot \tan \alpha \quad (E_z = 0)$$

→ polarisat° rectiligne.



$$(E_{0x} \cos(kz - \omega t)) = E_x(z, t)$$

②  $\vec{E}_2 \left( E_{0x} \cos(kz - \omega t) = E_x(z, t) \right)$

Ds le cas de  $\vec{E}_2$  : • les 2 compo ont m'amplitude  
• il y a un déphasage de  $\pm \pi/2$  (à cause du sin).

$\Rightarrow$  polarisation circulaire.

On a  $\sin \alpha = \cos(\alpha - \pi/2)$

$$\vec{E}_2 \left\{ \begin{array}{l} E_{0x} \cos(kz - \omega t) \\ E_{0y} \cos(kz - \omega t - \pi/2) \end{array} \right. \rightarrow \varphi = -\pi/2 \text{ polarisat° circu sté.}$$