



Ondes planes électromagnétiques dans un milieu linéaire, homogène, isotrope, sans pertes

Valérie MADRANGEAS
Tél : 05 55 45 72 54
Mail: valerie.madrangas@xlim.fr

Introduction

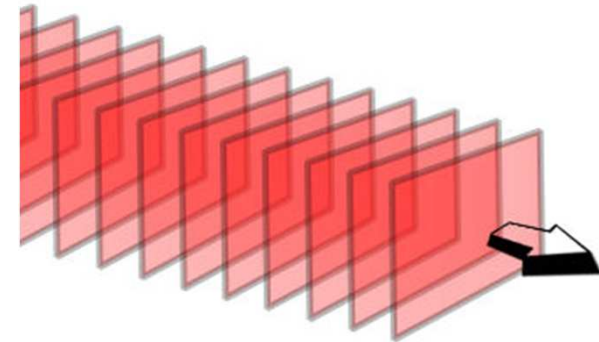
L'onde plane est un concept issu de la physique de la propagation des ondes

C'est une onde dont les fronts d'onde sont des plans infinis, tous perpendiculaires à une même direction de propagation

Dans le cas d'une onde plane monochromatique (une seule fréquence) se propageant dans la direction z , le champ électromagnétique ne dépend pas des coordonnées x et y :

En notation complexe

$$\begin{aligned}\vec{\mathcal{E}}(z, t) &= \vec{E} e^{j(\omega t - kz)} \\ \vec{\mathcal{H}}(z, t) &= \frac{1}{Z} (\vec{u} \times \vec{E}) e^{j(\omega t - kz)}\end{aligned}$$



\vec{E} peut être un vecteur réel ou complexe

$$\vec{E} = \begin{bmatrix} E_{0x} e^{j\varphi_x} \\ E_{0y} e^{j\varphi_y} \\ 0 \end{bmatrix} \quad \text{avec } E_{0x} \text{ et } E_{0y} \text{ réels positifs}$$

Champ électrique d'une onde plane

Compléments :

Expression du champ électrique en notation complexe :

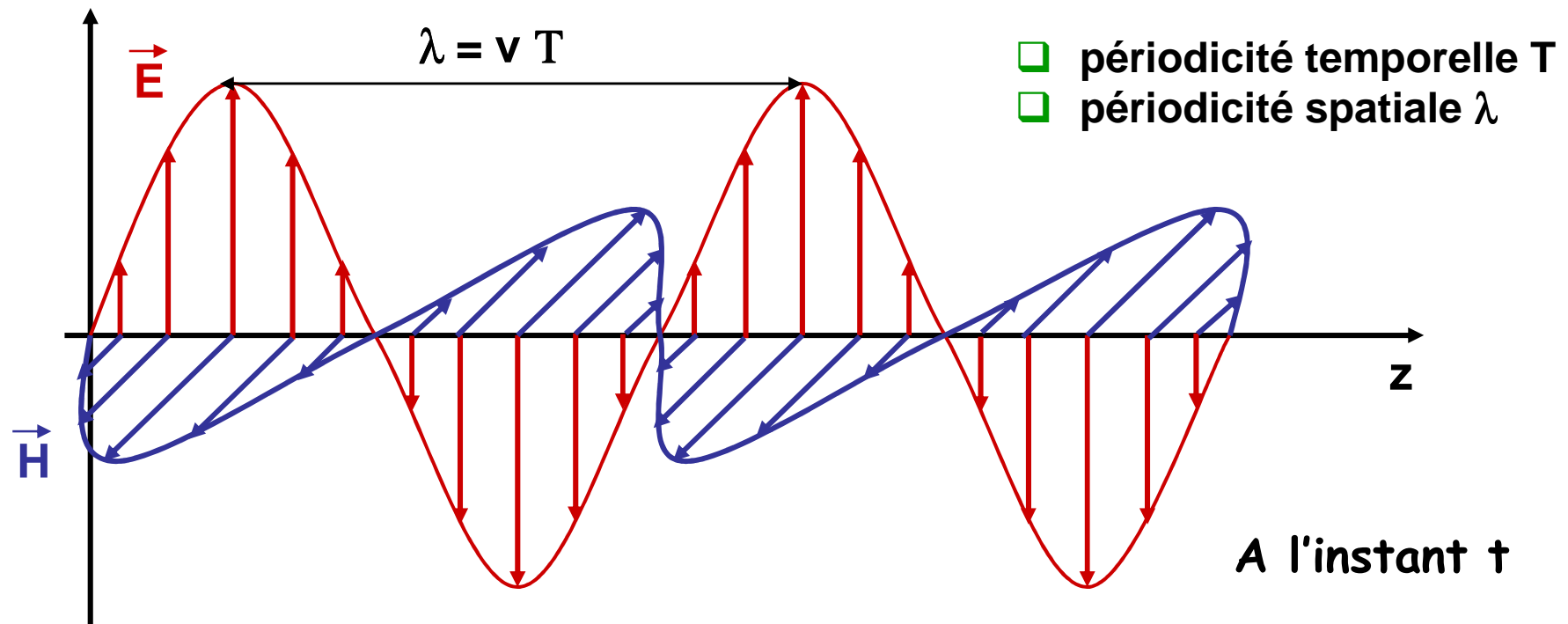
$$\vec{\mathcal{E}}(z, t) \begin{vmatrix} E_{0x} e^{j(\omega t - kz + \varphi_x)} \\ E_{0y} e^{j(\omega t - kz + \varphi_y)} \\ 0 \end{vmatrix}$$

Expression du champ électrique en notation réelle :

$$\vec{e}(z, t) = \mathcal{Re} \left(\vec{\mathcal{E}}(z, t) \right) \begin{vmatrix} E_{0x} \cos(\omega t - kz + \varphi_x) \\ E_{0y} \cos(\omega t - kz + \varphi_y) \\ 0 \end{vmatrix}$$

Ce type d'onde est particulièrement utile en physique car il est simple à utiliser et est une bonne approximation de nombreuses ondes. Cependant il n'existe pas rigoureusement d'ondes planes purement monochromatiques dans la nature car celles-ci ont une énergie infinie, ce qui est impossible.

Champ électromagnétique d'une onde plane



$\vec{E} \perp \vec{H} \perp$ à la direction de propagation

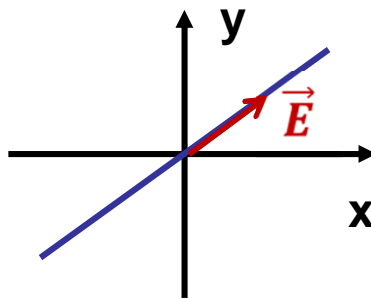
Les plans d'ondes définis par $\omega t - \vec{k} \cdot \vec{r} + \Phi = \text{cste}$ sont perpendiculaires à la direction de propagation

v : vitesse de déplacement du plan d'onde dans la direction de propagation

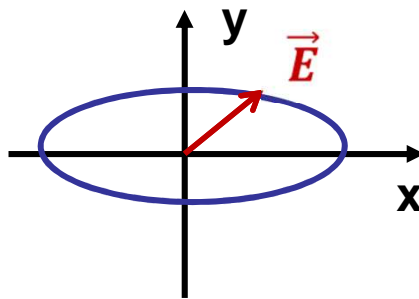
Polarisation des ondes planes

En chaque point M l'onde est caractérisée par un vecteur \vec{E} normal à la direction de propagation

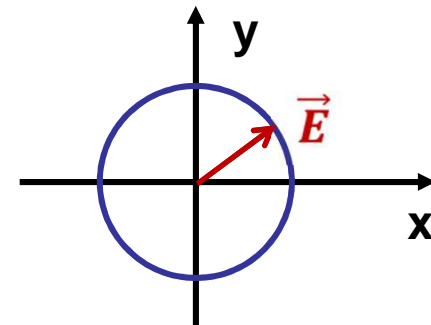
L'onde est dite polarisée si l'extrémité A du vecteur \vec{E} décrit au cours du temps une courbe fermée déterminée



Polarisation
rectiligne

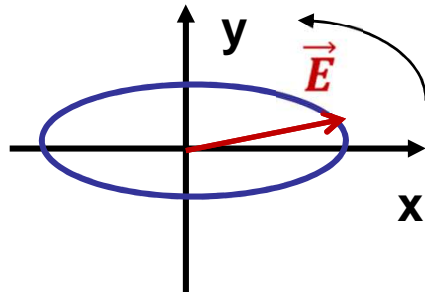


Polarisation
elliptique

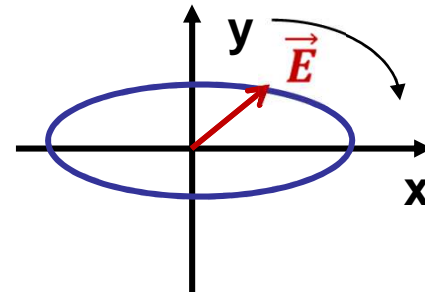


Polarisation
circulaire

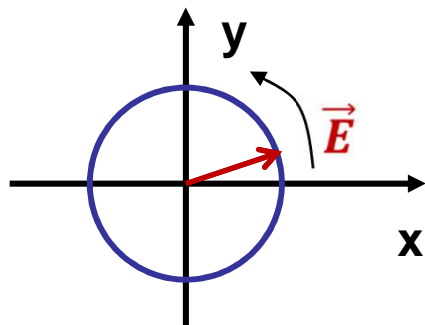
Polarisation des ondes planes



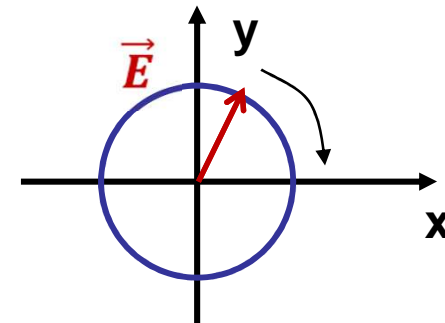
Polarisation
elliptique gauche



Polarisation
elliptique droite

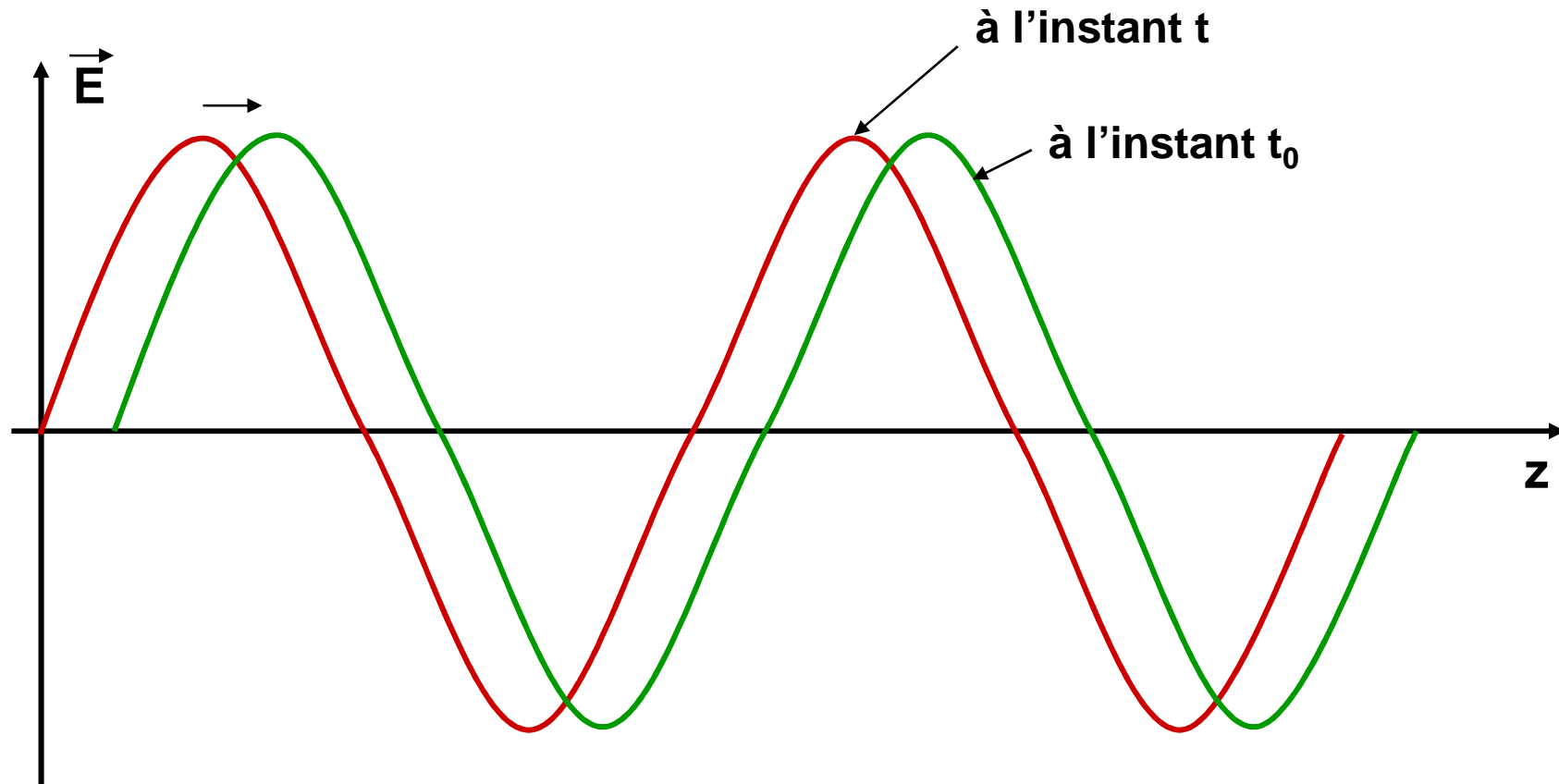


Polarisation
circulaire gauche



Polarisation
circulaire droite

Champ électromagnétique d'une onde plane à polarisation rectiligne



Au cours du temps