

### Examen de la session ordinaire 2024

---

#### I-Questions du cours :

- 1) Expliquer la différence entre les trois types de magnétisme : Le diamagnétisme, le paramagnétisme et le ferromagnétisme.
- 2) Montrer que dans un milieu diélectrique parfait, l'absence de la charge électrique volumique réelle entraîne l'absence de la charge volumique de polarisation et réciproquement.

#### II- Propagation des ondes électromagnétiques (OEM) dans les milieux matériels

Une OEM plane monochromatique incidente, se propage dans un milieu diélectrique non absorbant **MD1** d'indice de réfraction  $n_1$ , arrive sous un angle d'incidence  $\theta_1$  à la surface ( $\Sigma_1 = \text{plan YOZ}$ ) qui sépare ce milieu d'un milieu très bon conducteur. L'onde réfléchie à la surface de ce conducteur arrive à la surface ( $\Sigma_2 = \text{plan Y'O'Z'}$ ) d'un milieu diélectrique **MD2** également non absorbant d'indice  $n_2$ , donnant lieu à une onde réfléchie dans le milieu **MD1** et une onde transmise dans le milieu **MD2** sous un angle de transmission  $\theta_2$  (**voir figure**).

On désignera par :

**Milieu 1** : milieu diélectrique (**MD1**) ( $\epsilon_1, \mu_0, n_1$ )

**Milieu 2** : milieu diélectrique (**MD2**) ( $\epsilon_2, \mu_0, n_2$ )

**Milieu 3** : milieu bon conducteur

On considère le cas ( $n_1 > n_2$ )

$(\vec{E}_i, \vec{B}_i, \vec{k}_i)$  : Onde incidence dans le **MD1** de vecteur d'onde  $\vec{k}_i$ .

$(\vec{E}_{r1}, \vec{B}_{r1}, \vec{k}_{r1})$  : Onde réfléchie à la surface ( $\Sigma_1$ ) du milieu conducteur de vecteur d'onde  $\vec{k}_{r1}$ .

$(\vec{E}_{r2}, \vec{B}_{r2}, \vec{k}_{r2})$  : Onde réfléchie à la surface ( $\Sigma_2$ ) qui sépare le **MD1** du **MD2** de vecteur d'onde  $\vec{k}_{r2}$ .

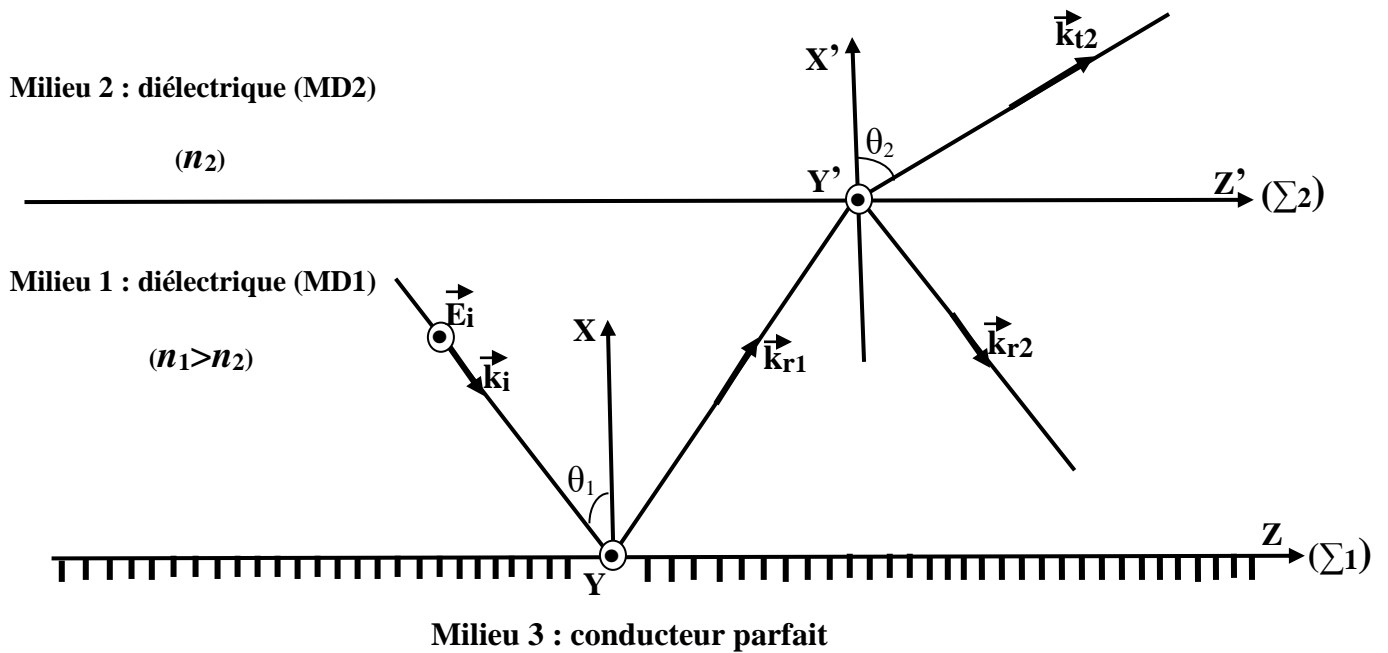
$(\vec{E}_{t2}, \vec{B}_{t2}, \vec{k}_{t2})$  : Onde transmise dans le **MD2** à travers la surface ( $\Sigma_2$ ) de vecteur d'onde  $\vec{k}_{t2}$ .

$E_{0i}$  et  $B_{0i}$  : amplitudes respectives des champs  $\vec{E}_i(M, t)$  et  $\vec{B}_i(M, t)$  de l'onde incidente.

$E_{0r1}$  et  $B_{0r1}$  : amplitudes respectives des champs  $\vec{E}_{r1}(M, t)$  et  $\vec{B}_{r1}(M, t)$  de l'onde réfléchie à la surface ( $\Sigma_1$ ) du conducteur.

$E_{0r2}$  et  $B_{0r2}$  : amplitudes respectives des champs  $\vec{E}_{r2}(M, t)$  et  $\vec{B}_{r2}(M, t)$  de l'onde réfléchie à l'interface ( $\Sigma_2$ ) entre les milieux **MD1** et **MD2**.

$E_{0t2}$  et  $B_{0t2}$  : amplitudes des champs  $\vec{E}_{t2}(M, t)$  et  $\vec{B}_{t2}(M, t)$  de l'onde transmise dans le milieu **MD2**.



- 1) Exprimer les vecteurs d'onde  $\vec{k}_i, \vec{k}_{r1}, \vec{k}_{r2}$  et  $\vec{k}_{t2}$  des quatre ondes considérées :
- 2) Rappeler la relation de structure des ondes planes qui relie les champs  $\vec{E}(M, t)$  et  $\vec{B}(M, t)$  :
- 3) Ecrire les relations de structure qui relient les amplitudes des champs  $\vec{E}(M, t)$  et  $\vec{B}(M, t)$  pour les quatre ondes considérées.
- 4) **a-** En tenant compte des propriétés des ondes planes, représenter sur la figure les vecteurs  $\vec{E}_i$  et  $\vec{B}_i$  de l'onde incidente.  
**b-** Ecrire les expressions réelles des champs  $\vec{E}_i(M, t)$  et  $\vec{B}_i(M, t)$  .  
**c-** Quel est le type de polarisation de l'onde.  
**d-** Préciser le mode fondamental de propagation de l'onde en justifiant votre réponse.
- 5) **a-** Ecrire l'expression réelle du champ  $\vec{E}_{r1}(M, t)$  de l'onde réfléchie à la surface ( $\Sigma_1$ ) de séparation entre le **MD1** et le Conducteur.  
**b-** En utilisant la relation de passage pour le champ électrique  $\vec{E}$  , en un point M de la surface ( $\Sigma_1$ ) , montrer que :  $E_{0r1} = -E_{0i}$  . Interpréter le résultat et Conclure.  
**c-** Représenter sur la figure les vecteurs  $\vec{E}_{r1}$  et  $\vec{B}_{r1}$  de l'onde réfléchie à la surface ( $\Sigma_1$ ) .  
**d-** Déterminer l'expression du champ d'induction magnétique  $\vec{B}_{r1}(M, t)$
- 6) **a-** En s'appuyant sur les propriétés des ondes planes et des relations entre les indices de réfraction  $n_1$  et  $n_2$  , des milieux **MD1** et **MD2**, représenter sur la figure les vecteurs  $\vec{E}_{r2}$  et  $\vec{B}_{r2}$  de l'onde réfléchie et  $\vec{E}_{t2}$  et  $\vec{B}_{t2}$  de l'onde transmise à travers la surface ( $\Sigma_2$ ) .  
**b-** Ecrire les expressions des champs  $\vec{E}_{t2}(M, t)$  ,  $\vec{B}_{t2}(M, t)$  .

=====