

Robert Bédoret : [robibedo@yahoo.fr](mailto:robibedo@yahoo.fr)Isabelle Bricaud : [i.bricaud@yahoo.fr](mailto:i.bricaud@yahoo.fr)Benoît Malet : [maletbenoit@yahoo.fr](mailto:maletbenoit@yahoo.fr)Pascal Olive : [psi1montaigne@gmail.com](mailto:psi1montaigne@gmail.com)Pierre Salles : [lycee.salles@laposte.net](mailto:lycee.salles@laposte.net)François Lelong : [psi2phch@gmail.com](mailto:psi2phch@gmail.com)Valérie Hoornaert : [vhornaert@gmail.com](mailto:vhornaert@gmail.com)Jérôme Fanjeaux : [jerome.fanjeaux@free.fr](mailto:jerome.fanjeaux@free.fr)**PSI2. PHYSIQUE. Semaine de colle 14, du lundi 13 au vendredi 17 janvier 2025.****Ondes électromagnétiques dans le vide. UNIQUEMENT DANS LE VIDE.*****Si réflexion sur métal parfait, indiquer les propriétés****En l'absence de charges et de courants, le champ électromagnétique obéit à l'équation de d'Alembert suivantes :*

$$\Delta \vec{E} - \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 \vec{E}}{\partial t^2} = \vec{0} \quad \Delta \vec{B} - \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 \vec{B}}{\partial t^2} = \vec{0}$$

*Si on cherche une OPP selon les z croissants, les équations de Maxwell permettent de montrer que:**a) Les champs électrique et magnétique sont transverses et orthogonaux entre eux.**b)  $E=cB$* *c) Le trièdre  $(\vec{e}_z, \vec{E}, \vec{B})$  forme un trièdre orthogonal direct**d) Le vecteur de Poynting  $\vec{\Pi}$  est selon Oz donc il y a transfert d'énergie selon les z croissants**e)  $u_{em}=2u_e=2u_m$  et  $v=u_{em}c$ , ce qui montre que l'énergie se propage à la vitesse c.**La forme générale d'une OPPH est en  $\cos(\omega t - \vec{k} \cdot \vec{OM})$ , où  $\vec{k}$  est le vecteur d'onde et sa norme  $k = \frac{\omega}{c}$  est le nombre d'onde.  $\lambda = \frac{2\pi}{k}$  est la périodicité spatiale ou longueur d'onde.  $\vec{k}$  indique la direction et le sens de la propagation de l'onde.**Si on adopte la notation complexe, le champ électromagnétique peut s'écrire :*

$$\vec{E}(M, t) = \vec{E}_0 \cdot \exp[j(\omega t - \vec{k} \cdot \vec{OM})] \quad \vec{B}(M, t) = \vec{B}_0 \cdot \exp[j(\omega t - \vec{k} \cdot \vec{OM})]$$

$$\vec{E}_0 \cdot \vec{k} = 0 \quad \vec{B}_0 \cdot \vec{k} = 0 \quad \vec{E}_0 \cdot \vec{B}_0 = 0$$

*Avec une telle écriture, la dérivation temporelle devient une multiplication par  $j\omega$  et le vecteur  $\vec{V}$  devient  $-j\vec{k}$ . Les relations de Maxwell permettent alors de retrouver les propriétés précédentes et en plus la relation générale:  $\vec{B} = \frac{k\Lambda \vec{E}}{\omega}$  à connaître.***REMARQUE** : il existe d'autres solutions que l'OPPH. **Vérifier que l'onde proposée est bien une OPPH avant d'utiliser les propriétés ci-dessus.** Se méfier aussi avant d'écrire  $k = \frac{\omega}{c}$  valable uniquement pour une OPPH dans le vide.*Utilisation des relations de Maxwell pour obtenir toute la structure électromagnétique à partir de la donnée du champ électrique ( ou magnétique).***Pour les calculs énergétiques sur  $u_{em}$  ou  $\vec{\Pi}$**  , le passage en réel est **OBLIGATOIRE** avant tout calcul.