

# Physique

## APP 2 : Propagation des ondes électromagnétiques

Groupe 124.3

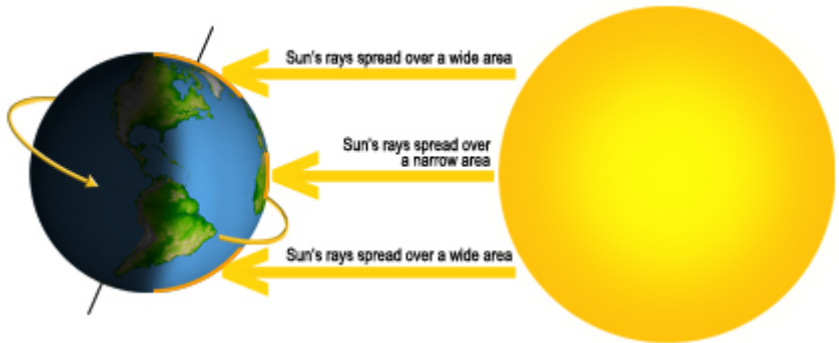
September 22, 2014

**Quelle est la quantité moyenne d'énergie provenant du rayonnement du soleil arrivant sur la surface de la terre?**

D'après ROSNER et ROBERT dans *MacMillan Encyclopedia of Physics*, vol. 4, cette énergie moyenne, appelée constante solaire vaut approximativement  $1.4 \text{ kW/m}^2$ .

**Comment expliquer l'existence des saisons?** L'axe de rotation de la terre est penché par rapport à son plan orbital, et c'est ce qui cause les saisons sur terre. Selon l'inclinaison de la terre, les rayonnements de soleil s'étaleront plus ou moins sur différentes zones de la terre. La densité d'énergie variera alors aussi.

# Comment expliquer l'existence des saisons?



**Figure:** Inclinaison de la terre par rapport au soleil. (Source : <http://www.lpi.usra.edu/>)

## **Comment distinguer/classer les ondes électromagnétiques?**

On peut distinguer différents types d'ondes électromagnétiques selon leur fréquence et leur longueur d'onde (exemples : microonde, infrarouge, ultraviolet, rayons X, rayons gammas, etc).

## **Combien de temps met la lumière du soleil pour nous**

**arriver?** Etant donné la vitesse de la lumière  $c = 3 \cdot 10^8$  m/s et la distance terre soleil  $d_{t-s} = 149600000$  km, on trouve  $t = 498.66$  s = 8.31 min.

## **Même question pour le signal envoyé par un satellite**

**géostationnaire?** Cette fois,  $d_{t-sat} = 35786$  km (pour un satellite géostationnaire, selon Wikipédia). On a donc  $t = 0.11$  s.

# Propagation d'un champ magnétique et d'un champ électrique sans support

Sans support  $\Rightarrow \rho = 0$  et  $\vec{J} = \vec{0}$ . La loi de FARADAY et la loi d'AMPÈRE peuvent donc se réécrire :

$$\left\{ \begin{array}{l} \vec{\nabla} \times \vec{E} = -\frac{\delta \vec{B}}{\delta t} \\ \vec{\nabla} \times \vec{B} = \mu_0 \epsilon_0 \frac{\delta \vec{E}}{\delta t} \end{array} \right.$$

On voit donc qu'une variation spatiale de  $\vec{E}$  entraîne une variation temporelle de  $\vec{B}$  et qu'une variation spatiale de  $\vec{B}$  entraîne une variation temporelle de  $\vec{E}$ . On remarque donc très facilement que le champ magnétique et le champ électrique sont dépendants l'un de l'autre.

# Temps de propagation dans un diélectrique

En sachant que l'indice de réfraction  $n$  du verre est approximativement de 1.6 (Source : List of refractive indices sur Wikipedia) , on peut calculer la vitesse de propagation de la lumière dans le verre.

$$n = \frac{c}{v} \Rightarrow v = \frac{c}{1.6} = 1.875 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

En reprenant la distance terre-soleil  $d = 149600000 \text{ km}$ , on a alors  $t = 797.86 \text{ s} = 13.29 \text{ min}$ .

**Forme générale d'une fonction qui se déplace à une vitesse  $v$  dans la direction  $x$  :**

$$u(x, t) = f(x - vt)$$

**Cas sinusoidal :**

$$u(x, t) = A \cos(kx - \omega t)$$

## Seconde étape

**Orientations vectorielles des champs électrique et magnétique et direction de propagation :**  $\vec{B}$  et  $\vec{E}$  sont perpendiculaires et la direction de propagation est donnée par  $\vec{E} \times \vec{B}$ .

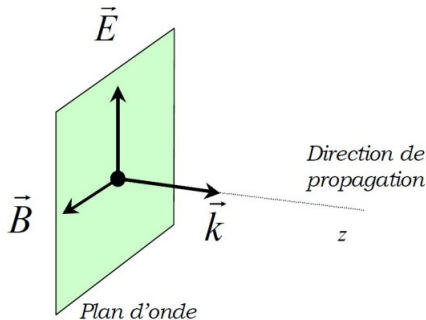


Figure: (Source : <http://res-nlp.univ-lemans.fr/>)



# Propagation du signal en fonction du temps et de l'espace parcouru

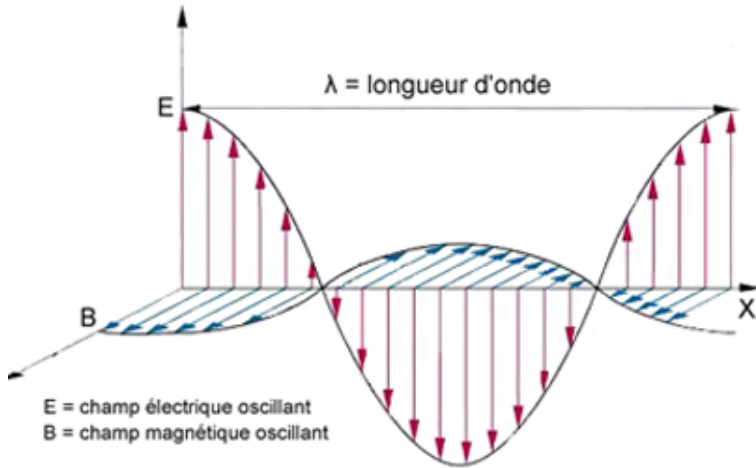


Figure: (Source : sweetrandomscience)