

Ondes électromagnétiques et Transmission de l'information

الموجات الكهرومغناطيسية - نقل المعلومات

I. Transmission de l'information

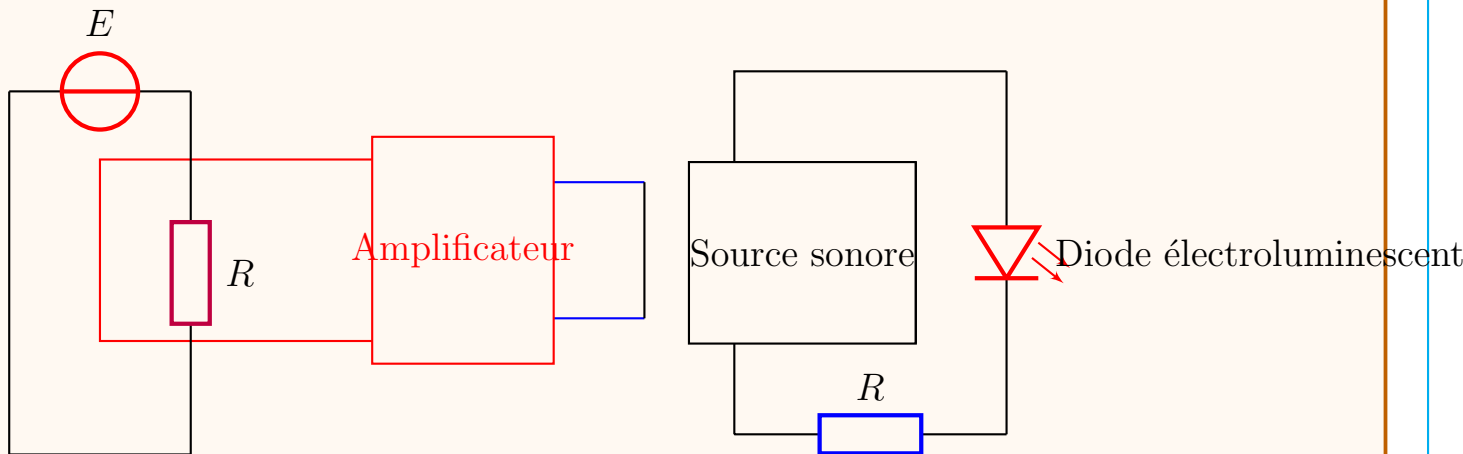
Www.AdrarPhysic.Fr

Actuellement, la communication se fait de manière continue et sur de très longues distances, grâce au transfert de l'information par des ondes électromagnétiques. **Exemples :**

- Le signal sonore est transmis par des ondes appartenant au domaine visible (lumière visible).
- Le signal numérique est transmis par des fibres optiques (domaine de l'infrarouge sous le rouge), comme les télécommandes des téléviseurs.

1. Transmission d'un signal sonore

L'illustration ci-dessous représente un modèle de transmission d'un signal sonore.



transmission d'un signal sonore

- La conversion de l'onde sonore en un signal électrique se fait par une onde lumineuse.
- À la réception par un phototransistor, l'onde lumineuse est reconvertie en un signal électrique, puis amplifiée pour devenir un signal sonore.

L'onde lumineuse porteuse change de forme en fonction du signal électrique qu'elle transporte et devient une onde modulée. Ce processus est appelé modulation.

2. Signal et onde porteuse

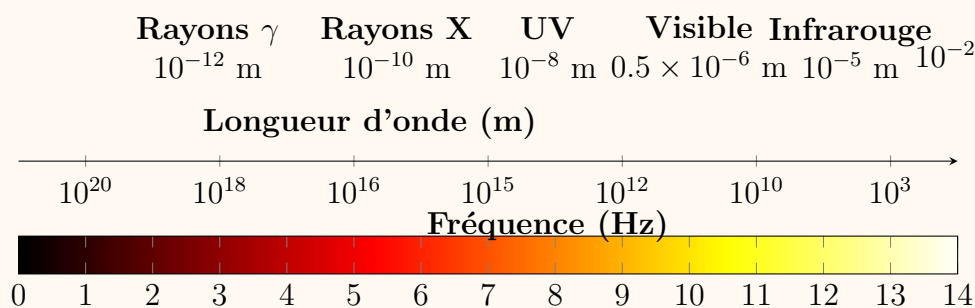
- Le signal d'information (son, image, etc.) est converti en un signal électrique, puis transmis par une onde électromagnétique appelée *onde porteuse*.
- Le signal électrique modulé de l'onde porteuse change l'une de ses caractéristiques, ce processus est appelé modulation.

II. Les ondes électromagnétiques

Www.AdrarPhysic.Fr

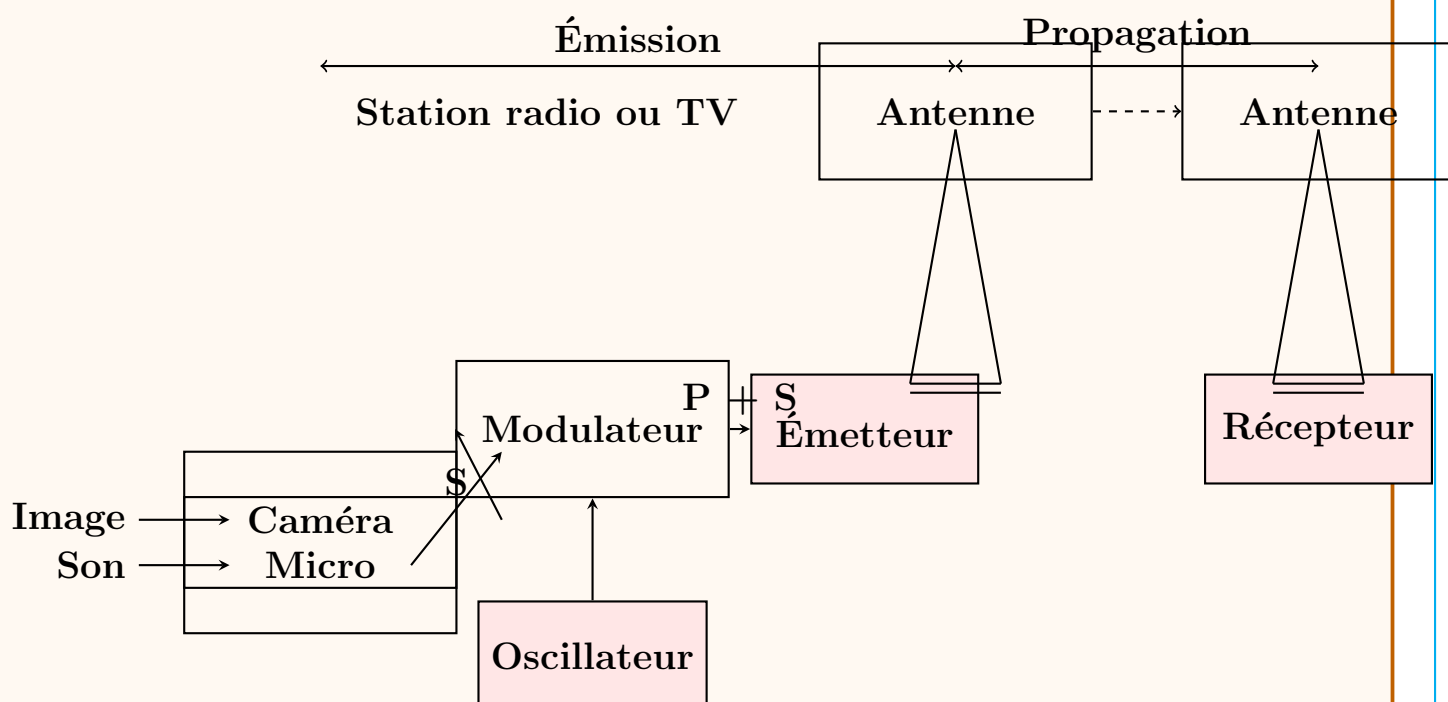
1- Caractéristiques des ondes électromagnétiques

- Les ondes électromagnétiques se propagent dans un milieu homogène et isolant dans toutes les directions en suivant des trajets rectilignes.
- Les ondes électromagnétiques se propagent dans le vide ou dans l'air à une vitesse $c = 3 \times 10^8$ m/s et sont caractérisées par une longueur d'onde λ et une fréquence f , où : $\lambda = \frac{c}{f}$



2. Transmission et réception d'information

Le schéma ci-dessous représente un modèle pour la transmission et la réception d'information (image, son...) par le biais d'une onde électromagnétique.



- L'information est transmise par une onde électromagnétique sans transfert de matière, accompagnée par un transfert d'énergie, où :
 - L'information à transmettre est convertie en un signal électrique.
 - L'onde porteuse est modulée par le signal électrique pour produire une onde électromagnétique.
 - L'émetteur (E) envoie le signal modulé sous forme d'une onde électromagnétique.
 - Le récepteur (R) capte l'onde électromagnétique et la convertit en signal électrique.

Application 1

Considérons le schéma suivant :

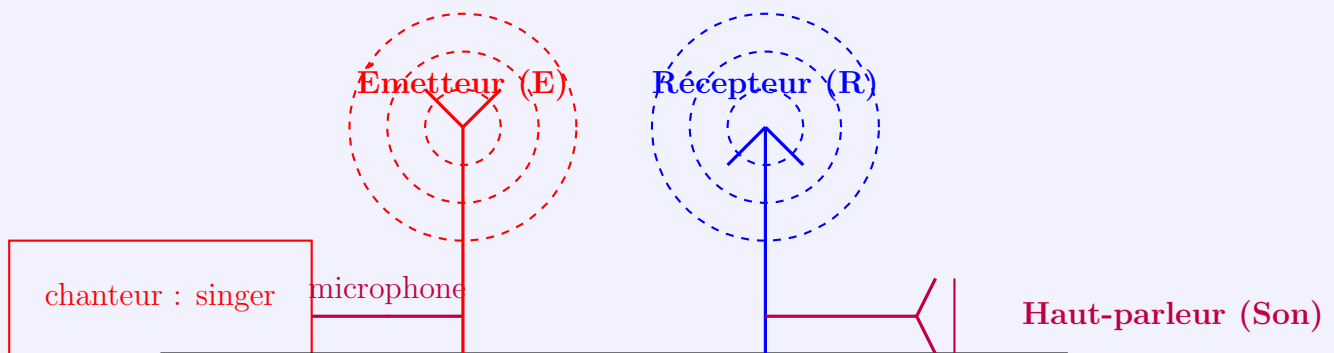


Figure 1

1. Quel est le rôle de chaque antenne (E) et (R) ?
2. Comment le signal sonore est-il transmis ? Quel est le nom du principe mis en évidence ?
3. L'antenne réceptrice capte une onde électromagnétique de fréquence f . Calculez la longueur d'onde de cette onde, sachant que $f = 20\text{kHz}$ et $c = 3.10^8\text{m.s}^{-1}$.

Solution :

1. Rôle des antennes :

- Le rôle de l'antenne (E) est d'envoyer le signal électrique qui est modulé par une onde électromagnétique.
- Le rôle de l'antenne (R) est de recevoir l'onde électromagnétique modulée.

2. Méthode de transmission de l'information :

L'information (signal sonore) est transmise en utilisant une onde électromagnétique de haute fréquence appelée onde porteuse. Ce processus est appelé modulation.

3. Calcul de la longueur d'onde :

Sachant que $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$ et $f = 20 \text{ kHz}$, nous pouvons calculer la longueur d'onde λ comme suit : $\lambda = \frac{c}{f}$

En substituant les valeurs : $\lambda = \frac{3 \times 10^8}{20 \times 10^3} = 1,5 \times 10^4 \text{ m} = 15 \text{ km}$

III. Transmission de l'information par la modulation de fréquence

1. Raisons du choix de l'onde porteuse :

Les signaux correspondant aux informations à transmettre ont des fréquences basses. En utilisant des ondes électromagnétiques de la même fréquence, on constate que leur longueur d'onde est relativement grande. Ainsi, la transmission de ces signaux nécessite des antennes de taille importante (environ la moitié de la longueur d'onde, $(\frac{\lambda}{2})$). De plus, ces ondes ne peuvent pas couvrir de grandes distances. Pour ces raisons, on utilise des ondes porteuses, qui sont des ondes électromagnétiques de haute fréquence. Ainsi, l'information est transmise en modulant une onde porteuse de haute fréquence par un signal de basse fréquence.

2. Modulation

Pour transmettre une information, le principe de la modulation est utilisé. L'information que nous voulons transmettre modifie une des caractéristiques de l'onde porteuse (amplitude, fréquence ou phase) pour la transmettre. On utilise une onde électromagnétique à haute fréquence (onde porteuse) qui a une fréquence f élevée pour transporter le signal, et qui est représentée par une fonction sinusoïdale comme suit :

$$u(t) = U_m \cos(2\pi ft + \varphi)$$

où :

- U_m est l'amplitude en volts (V)
- f est la fréquence en hertz (Hz)
- φ est la phase initiale en radians (rad)

2.1. Modulation d'amplitude

L'amplitude de l'onde porteuse varie en fonction du signal modulé, et dans ce cas, l'amplitude modulée est représentée par :

$$u(t) = U_m(t) \cos(2\pi ft + \varphi)$$

2.2. Modulation de fréquence

La fréquence de l'onde porteuse varie en fonction du signal modulé, et dans ce cas, la fréquence modulée est représentée par :

$$u(t) = U_m \cos(2\pi f(t)t + \varphi)$$

2.3. Modulation de phase

La phase de l'onde porteuse varie en fonction du signal modulé, et dans ce cas, la phase modulée est représentée par :

$$u(t) = U_m \cos(2\pi ft + \varphi(t))$$

Application 2

Considérons le schéma suivant :

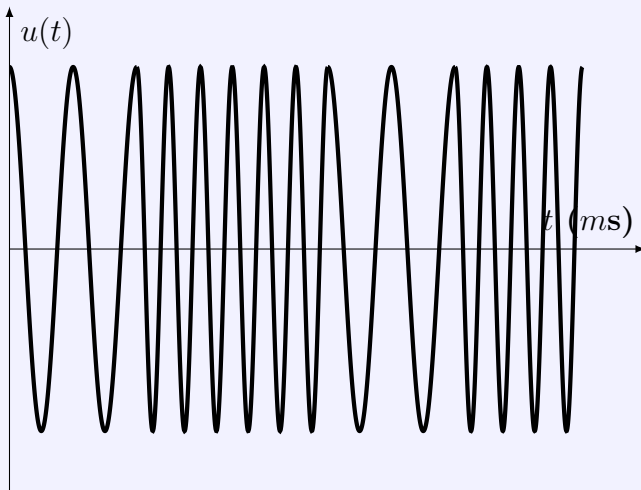


Figure 1

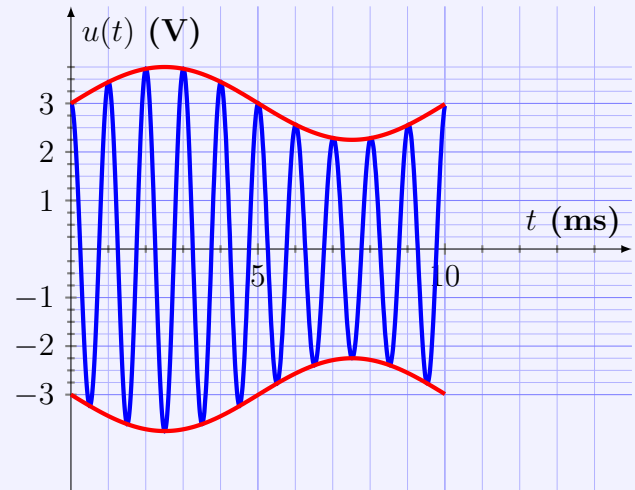


Figure 2

1. Quel est le nom de la méthode utilisée pour transmettre l'information ?
2. Comparez chaque courbe avec le type de méthode approprié.
3. Déterminez la période de l'onde porteuse dans la figure 1, et en déduisez sa fréquence.

Solution :

1. Méthode:

La méthode utilisée pour transmettre l'information est la modulation.

2. Comparaison des courbes:

- Pour la figure 1, la courbe représente la modulation d'amplitude.
- Pour la figure 2, la courbe représente la modulation de fréquence.

3. Calcul de la période et de la fréquence:

$$T = 1 \text{ ms} = 10^{-3} \text{ s} \text{ avec } \nu = \frac{1}{T} \text{ donc } \nu = \frac{1}{10^{-3}} = 1000 \text{ Hz}$$