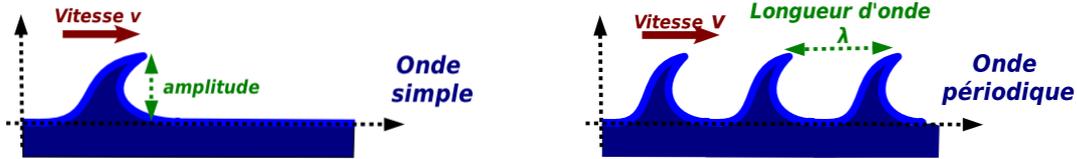


# Chapitre 14 : Propagation de la lumière

## 1. Qu'est-ce qu'une onde ?



### Définition :

Une onde est la **propagation** d'une **perturbation** qui transporte de l'énergie sans transporter de matière.

### Exemples :

	Type d'onde	Type de perturbation
<b>Ondes électromagnétiques</b> (radio, lumière, UV, X, gamma)	Onde électromagnétique	Perturbation du champ magnétique et du champ électrique (une charge électrique et un aimant subissent une force quand une onde EM passe)
<b>Son</b> (dans l'eau, l'air, un solide)	Onde de « pression » (onde mécanique)	Modification locale de la pression
<b>Séismes</b> (tremblements de Terre)	Onde de « déglacement » (onde mécanique)	Déplacement du sol, dans 3 directions possibles
<b>Vague</b> sur l'eau	Onde de « déglacement vertical » Onde mécanique	Déplacement vertical de la surface de l'eau

Une onde se caractérise par :

- Sa vitesse de propagation dans le milieu (en  $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ ) aussi appelée **célérité** ;
- Le type de la perturbation qui se propage (pression, déplacement, tension électrique,...) ;
- L'amplitude de la perturbation.

### A RETENIR :

- Une onde peut être périodique, on définit alors sa période  $T$  (en s) et sa fréquence  $f (= \frac{1}{T}$ , en Hz).
- La vitesse de propagation d'une onde peut se déterminer par la relation suivante :

$$v = \frac{d}{\Delta t}$$

$v$  = vitesse de propagation de l'onde (en  $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ )  
 $d$  = distance parcourue par l'onde (en m)  
 $\Delta t$  = durée du parcours (en s)

- On définit la **longueur d'onde**  $\lambda$  (en m) d'une onde comme égale à la distance parcourue par l'onde pendant la durée  $T$  :

$$\lambda = v \times T = \frac{v}{f}$$

$v$  = vitesse de propagation de l'onde (en  $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ )  
 $T$  = période de l'onde (en s)  
 $f$  = fréquence de l'onde (en Hz)

## 2. Les ondes électromagnétiques

### 2.1. Définition

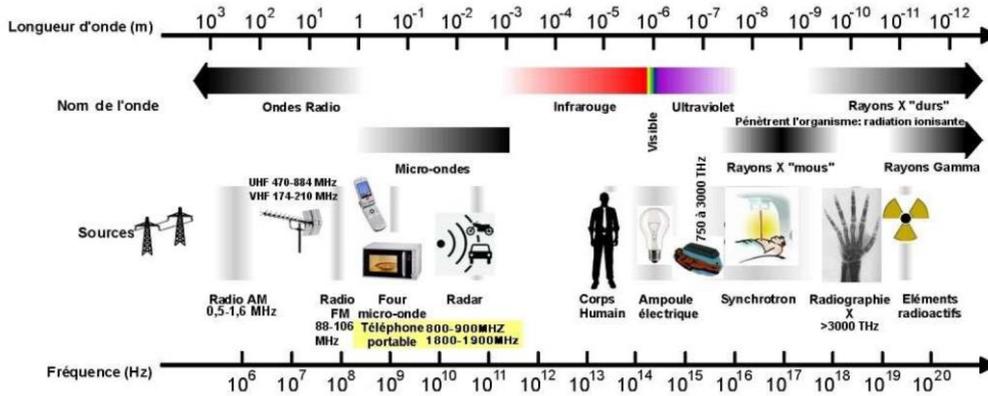
#### Définition :

Une onde électromagnétique est la **propagation** d'une perturbation électromagnétique (champ magnétique et du champ électrique) dans un milieu (modification de l'état des électrons dans les atomes).

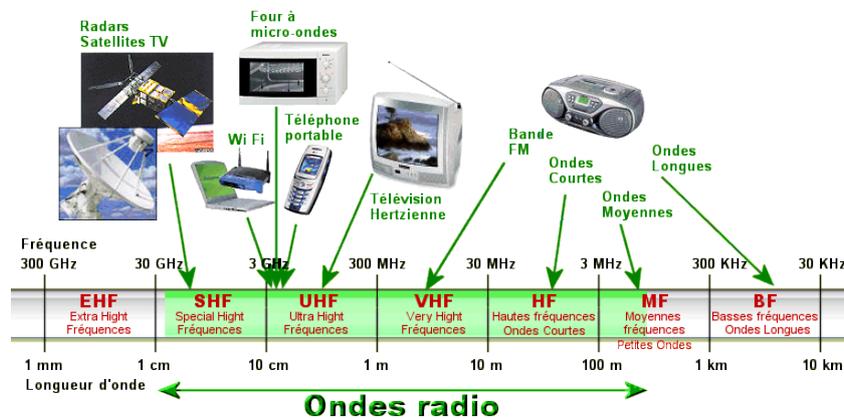
**A RETENIR :**

Une onde électromagnétique se propage dans tout milieu transparent et est absorbée par un milieu opaque.

**2.2. Domaine de fréquences**

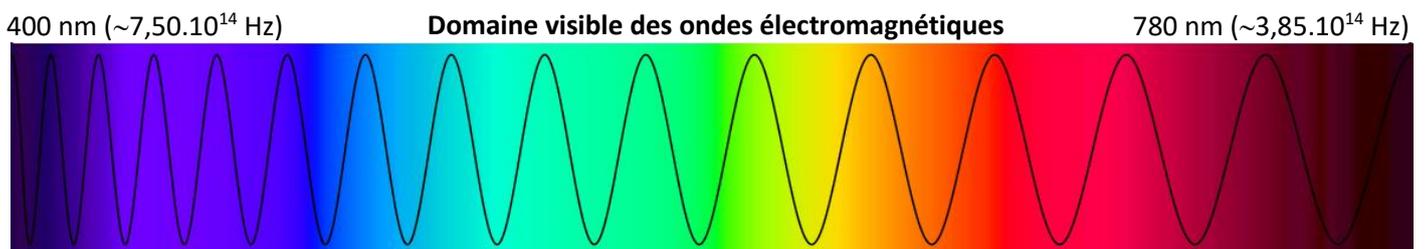


**Exemple :** les ondes radio



**A RETENIR :**

- L'appareil visuel (œil) est un récepteur sensible à des ondes électromagnétiques dont les longueurs d'onde (fréquences) sont comprises entre 400 nm (~7,50.10<sup>14</sup> Hz, UV) et 780 nm (~3,85.10<sup>14</sup> Hz, IR) environ. Ce domaine de fréquences s'appelle le **domaine visible**.



- Une **lumière monochromatique** est une lumière composée d'une seule fréquence (ou d'une seule longueur d'onde).

**2.3. Vitesse de propagation de la lumière**

La vitesse de propagation de la lumière (aussi appelée « célérité », du latin *celeritas*, « vitesse ») dans le vide est notée **c** et a pour valeur :

$$c = 299\,792\,458 \text{ m.s}^{-1}$$

**A RETENIR :**

- Les ondes électromagnétiques se propagent toutes à la même vitesse ( $c \approx 300\,000 \text{ km.s}^{-1} = 3,00 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$ ) dans le vide ;
- Les ondes électromagnétiques se propagent dans l'air pratiquement à la même vitesse que dans le vide ;

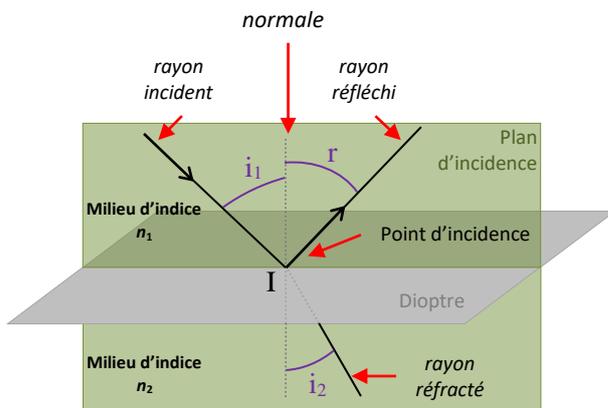
- Dans les autres milieux matériels, la vitesse de propagation des ondes électromagnétiques est inférieure à  $c$ , elle dépend du milieu de propagation et de la fréquence des ondes :

Milieu	Vitesse de propagation
Air	$3,00 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$
Eau	$2,26 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$
Verre	$2,00 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$

- Dans un milieu transparent, homogène et isotrope, **une onde électromagnétique se propage en ligne droite.**

## 2.4. Réflexion et réfraction de la lumière (loi de Snell-Descartes)

Quand la lumière change de milieu de propagation, sa direction de propagation change aussi :



### Lois de la réflexion :

- le rayon réfléchi est dans le plan d'incidence ;
- les angles incidents et réfléchis **sont égaux en valeurs absolues** :

$$i_1 = -r$$

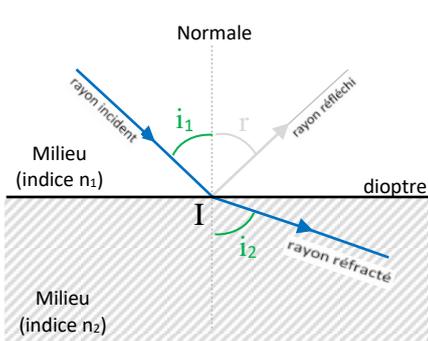
### Lois de la réfraction :

- le rayon réfracté est dans le plan d'incidence ;
- les indices de réfraction  $n_1$  et  $n_2$  de chacun des milieux et les angles incident  $i_1$  et réfracté  $i_2$  sont liés par la relation dite de Snell-Descartes :

$$n_1 \times \sin(i_1) = n_2 \times \sin(i_2)$$

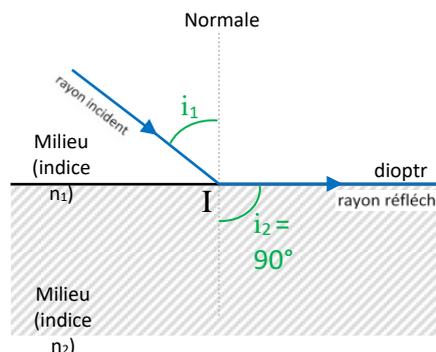
### Cas particulier : $n_1 > n_2$

Dans ce cas particulier ( $n_1 > n_2$ ), il existe un angle d'incidence,  $i_{1\text{lim}}$  (appelé angle  $i_1$  limite), au-delà duquel la lumière subit une réflexion totale sur la surface de séparation entre les 2 milieux (dioptr) :



$$i_1 < i_{1\text{lim}}$$

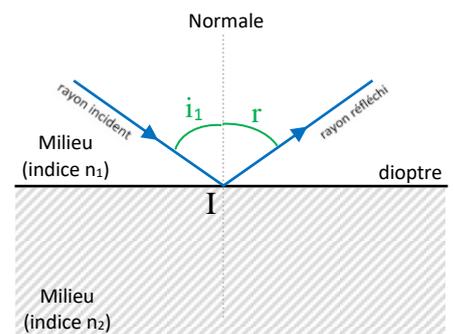
Réfraction (+ faible réflexion)



$$i_1 = i_{1\text{lim}}$$

Réfraction limite

$$\sin i_{1\text{lim}} = \frac{n_2}{n_1}$$



$$i_1 > i_{1\text{lim}}$$

Réflexion totale

Remarque : indice d'un milieu [Hors programme]

L'indice de réfraction, souvent noté  $n$ , est une grandeur sans dimension caractéristique d'un milieu, décrivant le comportement de la lumière dans celui-ci ; il dépend de la longueur d'onde de mesure mais aussi des caractéristiques de l'environnement (notamment pression et température).

**Expression courante** :  $n = \frac{v}{c}$   $\left\{ \begin{array}{l} v = \text{vitesse de la lumière dans le milieu} \\ c = \text{vitesse de la lumière dans le vide} \end{array} \right.$

Pour plus d'informations :

- [Indice de réfraction](#) (Wikipedia.org).

2.5. [Détermination d'un indice de réfraction](#)

Voir « TP n°24 - Réfraction de la lumière »

## Chapitre 14 : Propagation de la lumière

Les objectifs de connaissance :

- Connaître la valeur de la célérité de la lumière dans le vide ou dans l'air ;
- Connaître les lois de Snell-Descartes.

Les objectifs de savoir-faire :

- Déterminer un indice de réfraction.

Je suis capable de	Oui	Non
- Définir les mots : <b>onde, onde électromagnétique, vitesse de propagation d'une onde.</b>		
- Représenter le domaine de fréquence du domaine visible des ondes électromagnétiques. <b>(cf. §2.2)</b>		
- Donner la valeur de la vitesse de propagation (ou célérité) de la lumière dans le vide. <b>(cf. §2.3)</b>		
- Énoncer les lois de la réflexion et de la réfraction (lois de Snell-Descartes). <b>(cf. §2.4)</b>		
- Déterminer un indice de réfraction à partir de mesures expérimentales. <b>(cf. §2.5)</b>		