

Partie Observer : Ondes et matière

CHAP 01-COURS Ondes et particules

Objectifs :

- Connaître des sources de rayonnement, savoir que ces rayonnements peuvent être absorbés par l'atmosphère et analyser des documents sur ces sujets.
- Décrire des manifestations des ondes mécaniques dans la matière.
- Analyser des documents sur des dispositifs de détection.

1. REVISIONS

Voir hachette élève page 16 et 17

Phénomène périodique, période et fréquence

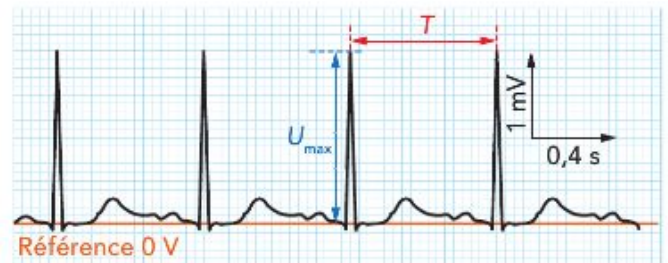
- ▶ Un **phénomène périodique** se reproduit identique à lui-même à intervalles de temps égaux.
- ▶ La **période T** est la plus petite durée au bout de laquelle un phénomène périodique se répète.
- ▶ La **fréquence f** est le nombre de répétitions d'un phénomène périodique par unité de temps.

La fréquence et la période sont liées par la relation $f = \frac{1}{T}$, avec T en seconde (s) et f en hertz (Hz).

- ▶ La **tension maximale U_{\max}** d'un signal est l'écart entre la valeur maximale de ce signal et la valeur référence.

U_{\max} s'exprime en volt (V).

- ▶ Un oscilloscope ou un système d'acquisition permet de visualiser l'évolution d'une tension au cours du temps.



Sur l'exemple ci-dessus :

$$U_{\max} = 2,0 \text{ div} \times 1 \text{ mV/div} = 2,0 \text{ mV}$$

$$\text{et } T = 1,7 \text{ div} \times 0,40 \text{ s/div} = 0,68 \text{ s,}$$

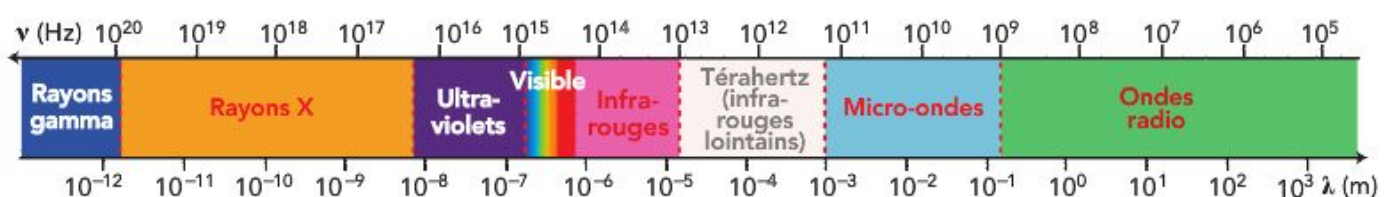
$$\text{soit } f = \frac{1}{0,68} = 1,5 \text{ Hz.}$$

Ondes sonores et ultrasonores

- ▶ Les ondes sonores et ultrasonores ont besoin d'un **milieu matériel** pour se propager. Dans l'air, elles se propagent à une vitesse dont la valeur est de l'ordre de $340 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.
- ▶ Les sons audibles ont des fréquences comprises entre 20 Hz et 20 kHz environ. Ils sont limités par les **infrasons** ($f < 20 \text{ Hz}$) et par les **ultrasons** ($f > 20 \text{ kHz}$).

Lumière et ondes électromagnétiques

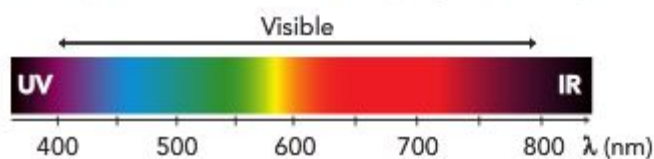
- ▶ Le **spectre des ondes électromagnétiques** est découpé en divers domaines.
 - ▶ Une **radiation lumineuse** est caractérisée par sa fréquence ou par sa longueur d'onde dans le vide.
- La fréquence d'une onde électromagnétique est souvent notée ν (nu).
- ▶ La longueur d'onde dans le vide λ et la fréquence ν d'une onde électromagnétique sont liées par la relation $\lambda = \frac{c}{\nu}$. λ s'exprime en mètre (m) et ν en hertz (Hz); c est la vitesse de la lumière dans le vide : $c \approx 3,00 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.



Longueurs d'onde dans le vide et fréquences des radiations visibles ou invisibles.

▶ La lumière émise par un laser est **monochromatique**, elle ne contient qu'une radiation. La lumière émise par une source chaude comme une lampe à incandescence est **polychromatique**, elle contient plusieurs radiations.

▶ Dans le vide ou dans l'air, les radiations visibles ont des longueurs d'onde comprises entre 400 nm et 800 nm environ. Elles sont limitées par les **ultraviolets** ($\lambda < 400$ nm) et par les **infrarouges** ($\lambda > 800$ nm).



▶ Longueurs d'onde dans le vide et dans l'air des radiations visibles.

▶ L'énergie de la lumière est transportée par des **photons**. Dans une radiation de longueur d'onde dans le vide λ , chaque photon transporte un **quantum d'énergie** $\mathcal{E} = h \cdot \nu = \frac{h \cdot c}{\lambda}$.
 \mathcal{E} s'exprime en joule (J), λ en mètre (m) et ν en hertz (Hz); h est la constante de Planck : $h = 6,63 \times 10^{-34}$ J·s.

Particules élémentaires

▶ Tout édifice est constitué d'atomes, de molécules ou d'ions.

Ces entités sont elles-mêmes formées à partir de particules plus petites, dites élémentaires.

Particule	Localisation dans l'atome	Charge	Masse
Proton	Dans le noyau des atomes.	+e = $+1,60 \times 10^{-19}$ C	$1,673 \times 10^{-27}$ kg, soit environ 10^{-27} kg
Neutron	Dans le noyau des atomes.	0	$1,675 \times 10^{-27}$ kg, soit environ 10^{-27} kg
Électron	Dans l'atome, autour du noyau.	-e = $-1,60 \times 10^{-19}$ C	$9,11 \times 10^{-31}$ kg, soit environ 10^{-30} kg négligeable par rapport à celle d'un nucléon.

▶ La **charge élémentaire** est notée e et vaut $e = 1,60 \times 10^{-19}$ C.

La **charge électrique** q d'un noyau atomique, d'un ion ou d'un objet chargé peut s'exprimer en fonction de la charge élémentaire e : $q = n \cdot e$, avec n un nombre entier.

Radioactivité et réactions nucléaires

▶ Lors d'une **désintégration radioactive**, un noyau père se désintègre spontanément en émettant un noyau fils, une particule et des rayonnements gamma (γ).

▶ L'activité d'un échantillon radioactif est le nombre de noyaux qui se désintègrent par seconde. Elle s'exprime en becquerel (Bq) : **1 Bq = 1 désintégration · s⁻¹**.

Transformations physiques

▶ Un corps pur peut exister sous trois états physiques : **solide**, **liquide** et **gazeux**.

▶ Le passage d'un état physique à un autre, ou **changement d'état**, est une **transformation physique**.



Réflexion et réfraction

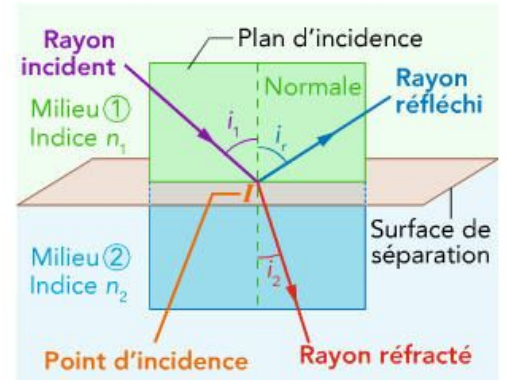
► La lumière peut être réfléchi lorsqu'elle rencontre un obstacle : c'est le **phénomène de réflexion**.

Le rayon incident et le rayon réfléchi appartiennent au **plan d'incidence**.
Les directions des rayons sont telles que $i_1 = i_r$.

► La lumière peut être déviée lorsqu'elle change de milieu de propagation : c'est le **phénomène de réfraction**.

Le rayon incident et le rayon réfracté appartiennent au **plan d'incidence**.
Les directions des rayons sont telles que $n_1 \cdot \sin i_1 = n_2 \cdot \sin i_2$.
 n_1 et n_2 sont respectivement les indices de réfraction des milieux ① et ②.

venant d'une étoile.



2. LES RAYONNEMENTS DANS L'UNIVERS

2.1. Présentation et rappels

- Le rayonnement est un transfert d'énergie.

(Ainsi, c'est par rayonnement que l'énergie solaire parvient jusqu'à nous)

- C'est un phénomène physique qui peut être décrit de manière particulière par la propagation de photons.

- Il peut aussi être décrit de manière ondulatoire par la propagation d'une onde électromagnétique

- Les termes « rayonnement » et « ondes électromagnétiques » sont des synonymes.

- Le spectre des ondes électromagnétiques est composé d'une infinité de radiations.

- Chaque radiation est caractérisée par sa longueur d'onde dans le vide, λ (lambda) ou par sa fréquence, ν (NU)

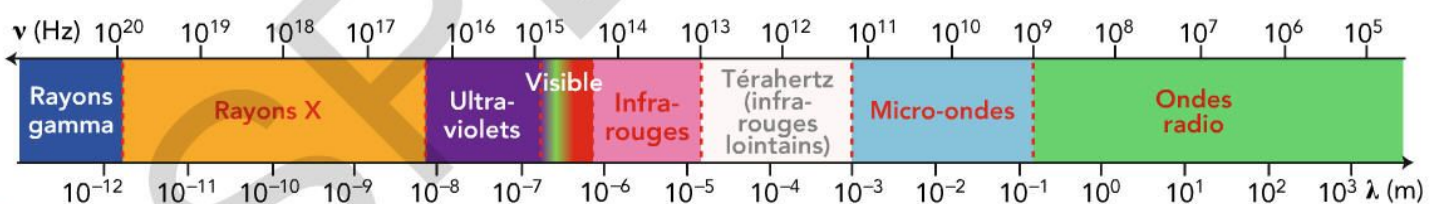
- Dans le vide, ces ondes se propagent à la vitesse c (vitesse de la lumière ; $3 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$), ces grandeurs sont liées par la relation :

$$\nu = \frac{c}{\lambda}$$

ν : La fréquence (Hz)
 c : vitesse de la lumière (m.s^{-1})
 λ : Longueur d'onde en (m)

2.2. Les divers rayonnements

- Le spectre des ondes électromagnétiques est découpé arbitrairement en divers domaines, des rayons gamma aux ondes radio



Longueurs d'onde dans le vide et fréquences des radiations visibles ou invisibles.

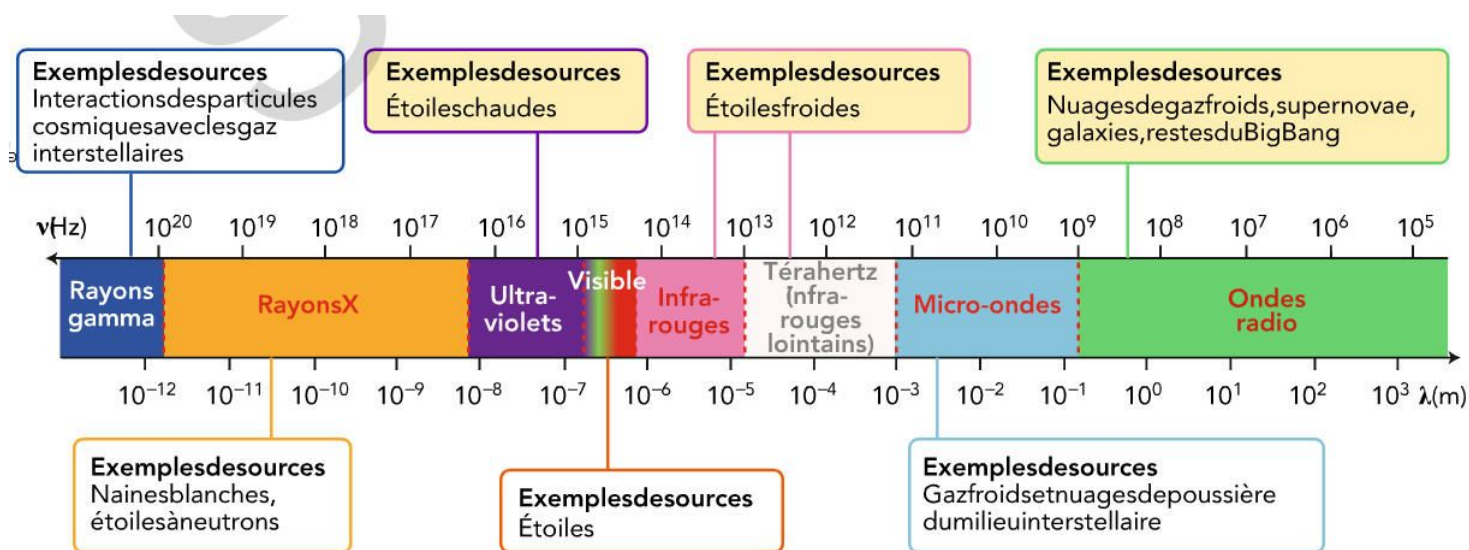
- Dans le vide ou dans l'air, les **radiations visibles ont des longueurs d'onde comprises entre 400 nm et 800 nm** environ, Elles sont limitées par les ultraviolets et par les infrarouges

- Le rayonnement visible n'est donc qu'un rayonnement parmi d'autres.

De nombreuses particules, principalement des protons et «les noyaux d'hélium, circulent dans le vide interstellaire. On parle **d'astroparticules**. Elles constituent le **rayonnement cosmique**.

2.3. Les sources de rayonnements

- Tous les objets célestes émettent des rayonnements dans divers domaines.



L'homme sait aujourd'hui construire des émetteurs et des détecteurs pour les rayonnements de chacun de ces domaines.

2.4. Absorption par l'atmosphère terrestre

- Les rayonnements se propagent dans le vide et dans des milieux matériels.

- La plupart interagissent avec la matière, notamment avec l'atmosphère.

a) Les constituants de l'atmosphère :

- Absorbent certaines radiations, ce qui peut gêner les observations astronomiques

- Interagissent avec les astroparticules. Des particules secondaires sont alors créées. Les plus abondantes au niveau de la mer sont les muons.

3. LES ONDES MECANIQUES

- Elles se propagent uniquement dans la matière. Elles seront étudiées plus précisément dans les chapitres suivants. - Une onde mécanique transporte de l'énergie Lors de sa propagation, elle peut avoir des effets importants.

3.1. Exemples d'ondes mécaniques

a) La houle

C'est un mouvement ondulatoire qui se propage à la surface de la mer. Lors de tempêtes, la houle peut être forte et ses effets peuvent être importants : inondations, digues et bâtiments détruits, etc.

b) Les ondes sismiques.

- Il existe différents types d'ondes sismiques (ondes P et S notamment) dont les vitesses de propagation ne sont pas les mêmes. Les effets des ondes sismiques peuvent être importants. glissements de terrains, bâtiments détruits, etc.

- La magnitude mesure l'énergie dégagée par un séisme. (échelle de Richter pour indiquer la valeur de la magnitude)

c) Les ondes sonores

- Ce sont des ondes de compression et de dilatation.

- Lorsqu'une telle onde se propage dans un gaz, les atomes et molécules de ce gaz sont plus proches les uns des autres dans certaines zones de l'espace; la pression est alors plus élevée que la pression moyenne de ce gaz. Dans d'autres zones ils sont espacés; la pression est plus faible.

- Lorsque la variation de la pression est très rapide et de grande amplitude, c'est **une onde de choc** (avion, explosion)

4. COMMENT DETECTER DES ONDES ET DES PARTICULES?

4.1. Pour Les ondes sismiques :

On utilise des sismographes qui permettent de localiser l'épicentre d'un séisme

4.2. Pour les muons

On utilise la chambre à brouillard

4.3. Pour les désintégration radioactive

On utilise le compteur Geiger