

**Compétences**

- Extraire et exploiter des informations sur
  - les manifestations des ondes mécaniques dans la matière
  - des sources d'ondes et de particules et leurs utilisations
  - un dispositif de détection
  - l'absorption de rayonnement par l'atmosphère terrestre et ses conséquences sur l'observation des sources de rayonnement dans l'univers
- Connaître et exploiter la relation liant le niveau d'intensité sonore à l'intensité sonore
- Connaître des sources de rayonnement radio, infrarouge (IR) et ultraviolet (UV)

**Compétences expérimentales**

- pratiquer une démarche expérimentale mettant en oeuvre un capteur ou un dispositif de détection

## Plan

## 1- Introduction

1.1- Une définition d'une onde

1.2- Onde transversale, onde longitudinale

## 2- Les rayonnements

2.1- Qu'est-ce qu'un rayonnement ?

2.2- Les différents types de rayonnement

2.3- d'où proviennent les rayonnements et comment les détecter?

2.4- Absorption des rayonnements dans l'atmosphère terrestre

## 3- Ondes mécaniques

3.1- Définition d'une onde mécanique progressive

3.2- Onde le long d'une corde

3.3- Onde à la surface de l'eau

3.4- Ondes sonores

3.5- Ondes sismiques

# 1- Introduction

## 1.1- Une définition d'une onde

Historiquement, le mot « onde » est apparu en opposition au mot « particule ». Il a permis de comprendre certains phénomènes (d'interférences lumineuses). Aujourd'hui onde et particule ne s'opposent plus mais permettent d'expliquer les phénomènes observés sous deux approches différentes. Louis de Broglie (cf chapitre 10) finira par lier ondes et particules en associant à chaque particule (ayant une masse ou non) une onde dite de matière.

On pourrait donner comme définition d'une onde, la propagation d'une perturbation locale d'un milieu sans déplacement global de matière mais avec transport d'énergie.

Une fois l'onde passée, le milieu reprend ses caractéristiques initiales. La perturbation est donc temporaire.

Les propriétés physiques d'un milieu lors du passage d'une onde dépendent donc de sa position et du temps.

On distingue deux types d'ondes :

- les rayonnements (Ondes électromagnétiques, rayonnement cosmique)
- les ondes mécaniques (onde sonore, houle, séisme, corde de guitare ...)

## 1.2- Onde transversale, onde longitudinale

Onde longitudinale : si la déformation a lieu dans le sens de la propagation

Exemple :

Onde transversale : la déformation a lieu dans le sens perpendiculaire à la direction de propagation

Exemple :

animation : <http://clemspcreims.free.fr/Simulation/OMPlongtrans3.swf>

## 2- Les rayonnements

Le Soleil est la principale source de rayonnement du système solaire. Qu'est-ce qu'un rayonnement ? Quelles sont les différentes sources ? comment les détecter ?

### 2.1- Qu'est-ce qu'un rayonnement ?

Un rayonnement est un transfert d'énergie qui peut s'effectuer sous deux formes :

- **les ondes électromagnétiques** (OEM)

Les ondes électromagnétiques ne nécessitent pas d'un support matière pour se propager. Elles se propagent dans le **vide**.

**Remarque** : Un photon est à la fois une particule et une onde OEM. Cependant, il n'a pas de masse, il transporte uniquement de l'énergie. Pour un photon dont l'énergie est E, l'onde électromagnétique par laquelle se propage son énergie a une fréquence  $\nu$ . Le lien entre son

énergie et sa fréquence est  $E = h\nu = h\frac{c}{\lambda}$  où h est la constante de Planck.

- **les particules** ( neutrons, protons, noyaux d'hélium... ) sont des particules ayant une masse.

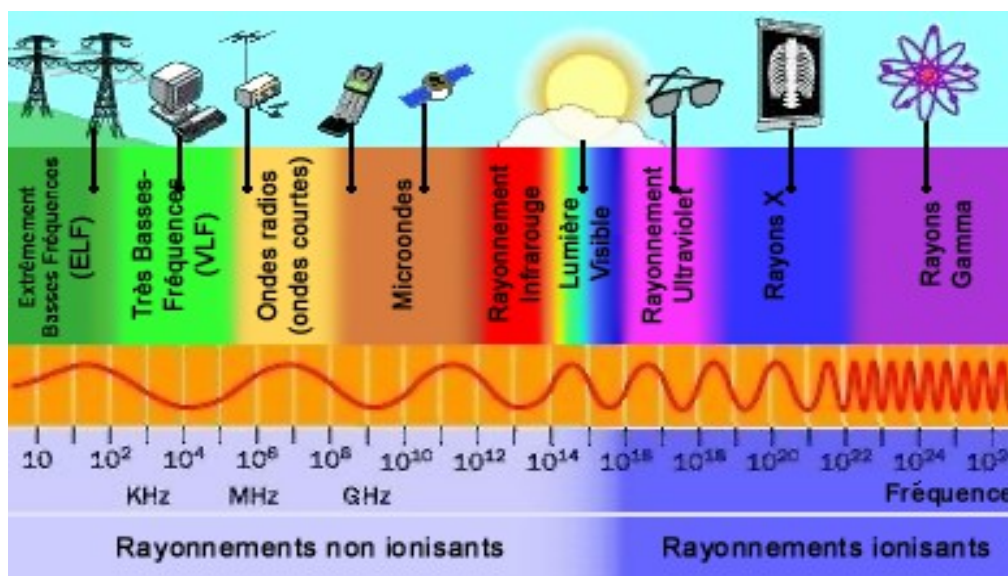
### 2.2- Les différents types de rayonnement

a) On distingue plusieurs types d'OEM en fonction de leur fréquence ou longueur d'onde dans le vide. Par classement croissant de fréquence et donc d'énergie on a :

#### - les ondes radio

- les micro-ondes
- les infrarouges
- les rayonnements visibles
- les ultraviolets
- les rayons X

#### - les rayons gamma ( $\gamma$ )



b) de nombreuses particules (noyaux d'hélium, protons, neutrons) se déplacent dans le vide interstellaire. On les appelle **les astroparticules**. Elles constituent ce qu'on appelle le **rayonnement cosmique**.

## 2.3- d'où proviennent les rayonnements et comment les détecter?

Tableau donnant le type et la source de rayonnement reçu sur Terre:

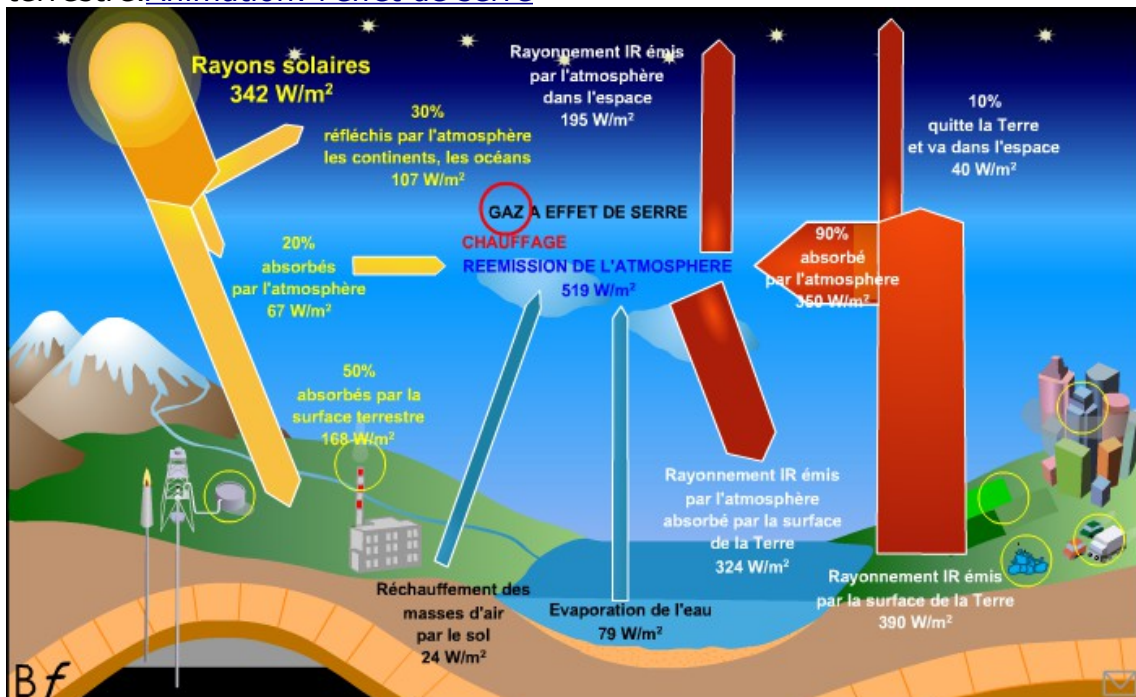
types de rayonnement	sources de rayonnement	détecteurs
rayon gamma	pulsars (étoile en fin de vie) réactions nucléaires au sein des étoiles	<a href="#">compteur Geiger</a> , plaque photographique
rayons X	étoiles à neutrons, <a href="#">naines blanches</a>	plaque photographique
ultra-violet, visibles, infrarouges	étoiles chaudes	<b>ultra-violet:</b> le télescope (EIT de <a href="#">SoHO</a> par exemple) <b>visibles:</b> œil, capteur CCD dans les appareils photos <b>infrarouges:</b> <a href="#">pyromètre</a> , <a href="#">bolomètre</a>
micro-ondes	gaz froids, nuages de poussières du milieu interstellaire	radar, antenne de télévision
ondes radio	nuages de gaz froids, supernovae, galaxies, big bang	antenne radio
particules chargées comme <a href="#">les muons</a>	désintégration de particules (les pions) dans la haute atmosphère terrestre	<a href="#">chambre à brouillard</a>
particules alpha bêta	désintégration de noyaux radioactifs	<a href="#">compteur Geiger</a> , ( <a href="#">animation sur le compteur Geiger</a> )

## 2.4- Absorption des rayonnements dans l'atmosphère terrestre

Le soleil émet plusieurs types de rayonnement vers la Terre, essentiellement:

- la lumière blanche
- les infrarouges (IR)
- les ultra-violets (UV)
- des particules (le flux de particule est appelé le vent solaire)

Ces rayonnements sont à 30% environ réfléchis et à 20 % environ absorbé par l'atmosphère terrestre. [Animation: l'effet de serre](#)



### Sources d'émission de gaz à effet de Serre (GES):

Les activités humaines rejettent de plus en plus de gaz à effet de Serre donc de plus en plus de rayonnement IR est absorbé par l'atmosphère ce qui augmente l'effet de Serre et modifie le climat de notre planète.

**Le rayonnement UV** est presque totalement absorbé par l'atmosphère terrestre et notamment par les gaz:

- dioxygène ( $O_2$ )
- ozone ( $O_3$ )
- protoxyde d'azote ( $N_2O$ )

**Les IR** (infra-rouge) sont absorbés par les gaz à effet de serre comme:

- le dioxyde de carbone ( $CO_2$ )
- l'eau sous forme vapeur
- le méthane ( $CH_4$ )

Le soleil envoie vers la Terre un flux de particules, **le vent solaire**, qui est dévié vers les pôles par le champ magnétique terrestre. Ces particules excitent les molécules présentes dans l'atmosphère. Celles ci en se désexcitant produisent **des aurores polaires**.



# 3- Ondes mécaniques

## 3.1- Définition d'une onde mécanique progressive

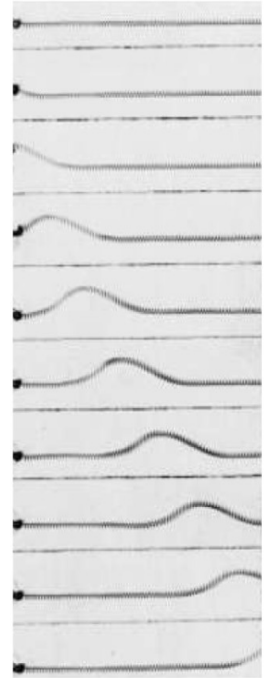
Une onde mécanique ne peut pas se propager dans le vide : elle a besoin d'un milieu matériel.  
Exemples d'ondes mécaniques

## 3.2- Onde le long d'une corde

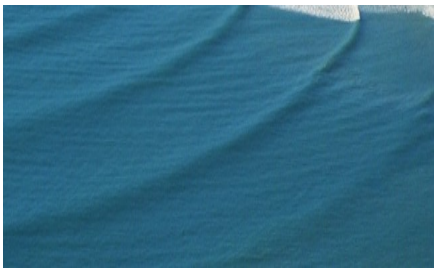
- animations : onde le long d'une corde  
[http://clemspcreims.free.fr/simul\\_ostralo/onde\\_corde.swf](http://clemspcreims.free.fr/simul_ostralo/onde_corde.swf)

L'onde le long d'une corde est transversale (perpendiculaire à la direction de propagation). Une fois l'onde passée, la corde reprend son état initial.

L'onde est monodirectionnelle : elle ne se déplace que dans une seule direction.



## 3.3- Onde à la surface de l'eau



L'onde à la surface de l'eau est transversale. Un bateau à la surface de l'eau, reste à la même place, cela prouve que l'onde se propage sans déplacement global de matière.

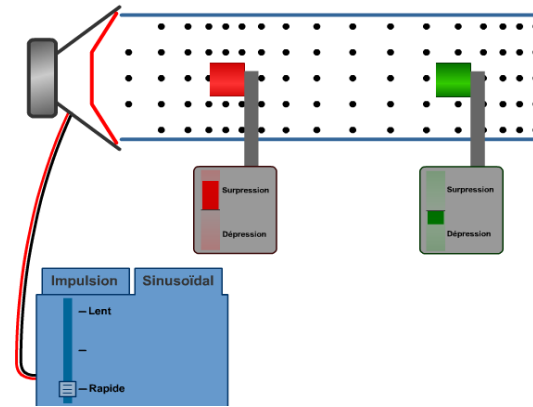
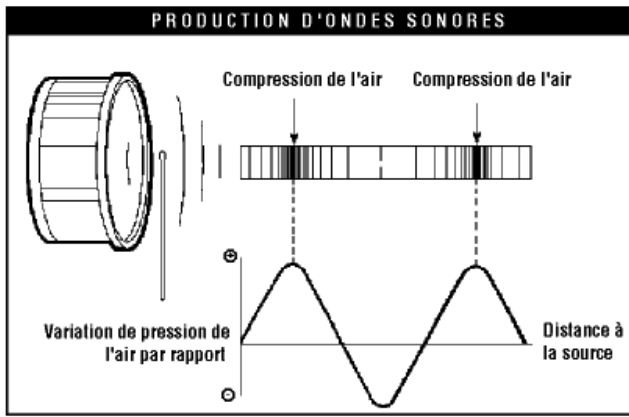
L'onde est bidimensionnelle : elle se déplace dans un plan.

## 3.4- Ondes sonores

- **les ondes sonores**: un son est produit par une **perturbation** qui fait se déplacer la matière de part et d'autre de sa position d'équilibre. Par exemple des couches d'air au passage de l'onde sonore se déplacent et transmettent ce déplacement aux autres couches d'air. Cette perturbation va créer des zones de **grande densité de particules** et donc de **haute pression**. Inversement les zones de **faible densité de particules** correspondront à une **pression faible**.

- ce sont des ondes longitudinales et tridimensionnelle (elles se déplacent dans toutes les directions de l'espace).

- On peut imposer à l'onde de se déplacer dans une seule direction par exemple dans un tube :  
[animation](#)



### 3.4.1- - Vitesse du son

La vitesse du son dépend de la densité du milieu. Plus la densité sera faible, plus la vitesse sera petite (et inversement)

Dans l'air :  $v=340\text{m/s}$

dans l'eau  $v=1500\text{m/s}$  la vitesse du son dans l'air est de  $v = 340\text{m/s}$ . Dans l'eau la vitesse est  $v=1500\text{m/s}$

H 19p52 questions 2 et 3

### 3.4.2- Détecteurs

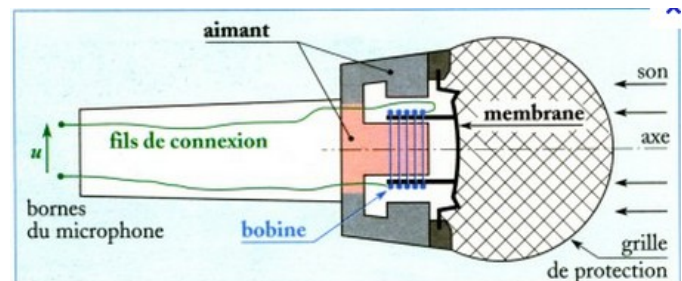
L'oreille humaine détecte les ondes sonores dont les fréquences sont comprises entre 20Hz et 20 000 Hz. L'oreille humaine est capable de distinguer les différentes fréquences qu'elle reçoit.

Animation : comment fonctionne l'oreille ? [Animation sur les sons et l'oreille](#)

Un microphone peut également détecter les ondes sonores.

Le microphone convertit les **vibrations sonores** de **fréquence f** en **vibration électrique** de même fréquence.

Comment? Le son déplace la membrane du microphone. Une bobine de fil électrique est reliée à la membrane. Elle entoure un aimant fixe. Le déplacement de la bobine au voisinage d'un aimant crée une tension électrique de même fréquence que le son. micro



### 3.4.3- Intensité sonore et niveau sonore

L'intensité sonore est la puissance de l'onde sonore par unité surface.

Le seuil d'audition a une intensité  $I_0= 10^{-12}\text{W.m}^{-2}$  (pour une fréquence de 1000Hz)

L'intensité du seuil de douleur est  $1\text{W.m}^{-2}$

Le niveau sonore (L ou  $I_{dB}$ ) est proportionnel à la sensation auditive. Il se définit par le logarithme du rapport entre l'intensité sonore et l'intensité du seuil d'audition :

$$L = 10 \times \log\left(\frac{I}{I_0}\right)$$

L s'exprime en décibel (dB).

I est l'intensité sonore du son dont on mesure le niveau sonore (en  $\text{W.m}^{-2}$ ).

Lorsque l'intensité sonore est multipliée par 10, le niveau sonore est augmenté de 10.  
Lorsque l'intensité sonore est multipliée par 100 ( $=10^2$ ), le niveau sonore est augmenté de 20.  
démonstration

H 17-21p53

### 3.5- Ondes sismiques

Animation: ondes sismiques (Claude Perrin)

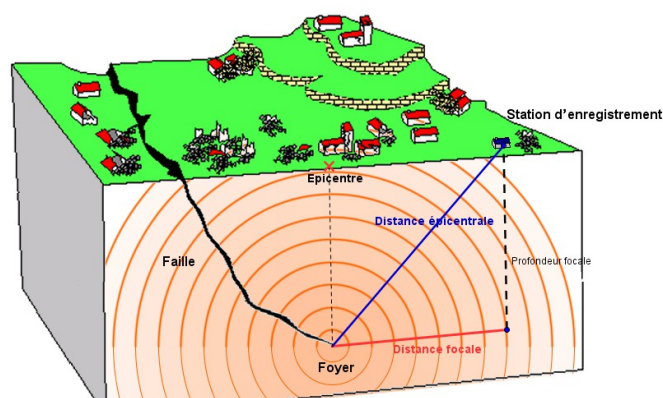
L'onde sismique est une succession de compression et décompression de la croûte terrestre. C'est une onde longitudinale.

Elle est tridimensionnelle : elle se propage dans toutes les directions à partir du foyer.

L'épicentre est le point à la surface de la Terre situé à la verticale du foyer.

Les ondes de volume ne se propagent pas à la même vitesse que les ondes à la surface.

La magnitude mesure l'énergie dégagée par un séisme.



#### 3.5.1- Magnitude et échelle de Richter

L'échelle de Richter permet de classer les séismes par une grandeur sans unité appelée Magnitude.

$$M = \log\left(\frac{y_{max}}{y_0}\right)$$

$y_{max}$  et  $y_0$  sont en mètre.

$y_{max}$  est la plus grande valeur d'amplitude du séisme.

$y_0$  est une valeur constante qui dépend de la distance entre sismomètre et épicentre du séisme.

**Belin Ex n7**

Schéma de séisme (animation de Mr Mentrard)

Tableau de valeur de magnitude (source wikipédia)

Description	Magnitude	Effets	Fréquence
Micro	Moins de 1,9	micro tremblement de Terre	8 000 par jour
Très mineur	2,0 à 2,9	Généralement non ressenti mais détecté/enregistré.	1 000 par jour
Mineur	3,0 à 3,9	Souvent ressenti mais causant rarement des dommages.	49 000 par an
Léger	4,0 à 4,9	Secousses notables d'objets à l'intérieur des maisons, bruits d'entrechoquement. Dommages importants peu communs.	6 200 par an
Modéré	5,0 à 5,9	Peut causer des dommages majeurs à des édifices mal conçus dans des zones restreintes. Cause de légers dommages aux édifices bien construits.	800 par an
Fort	6,0 à 6,9	Peut être destructeur dans des zones allant jusqu'à 180 kilomètres à la ronde si elles sont peuplées.	120 par an
Majeur	7,0 à 7,9	Peut provoquer des dommages modérés à sévères dans des zones plus vastes.	18 par an
Important	8,0 à 8,9	Peut causer des dommages sérieux dans des zones à des centaines de kilomètres à la ronde.	1 par an
Dévastateur	9,0 et plus	Dévaste des zones de plusieurs milliers de kilomètres à la ronde.	<u>1 tous les 6 ans environ 10</u>

### 3.5.2- Détecteurs d'ondes sismiques

- Pour détecter **les séismes** on utilise un **sismomètre**. [Animation d'un sismomètre \(CEA\)](#).

Lorsque le sol bouge le bâti se déplace alors que la masse du fait de son inertie reste immobile. L'aimant solidaire du bâti se déplace par rapport à la bobine se qui crée un courant électrique amplifié, traité par le boîtier de numérisation. Le signal est envoyé vers un satellite de surveillance par l'intermédiaire d'une antenne.

