

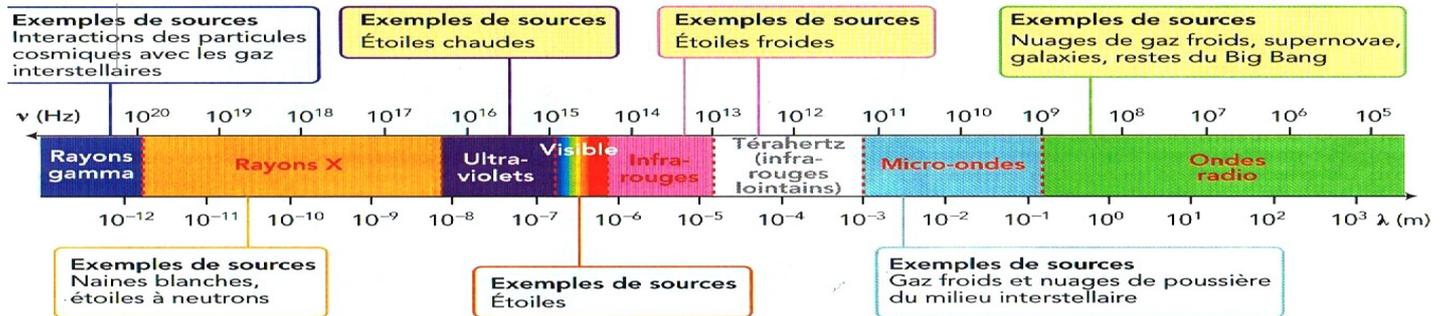
# Chapitre I: Les rayonnements et les ondes

## I/ Les sources de rayonnement

1/ On peut décrire un rayonnement de 2 manières différentes, c'est la dualité onde/particule

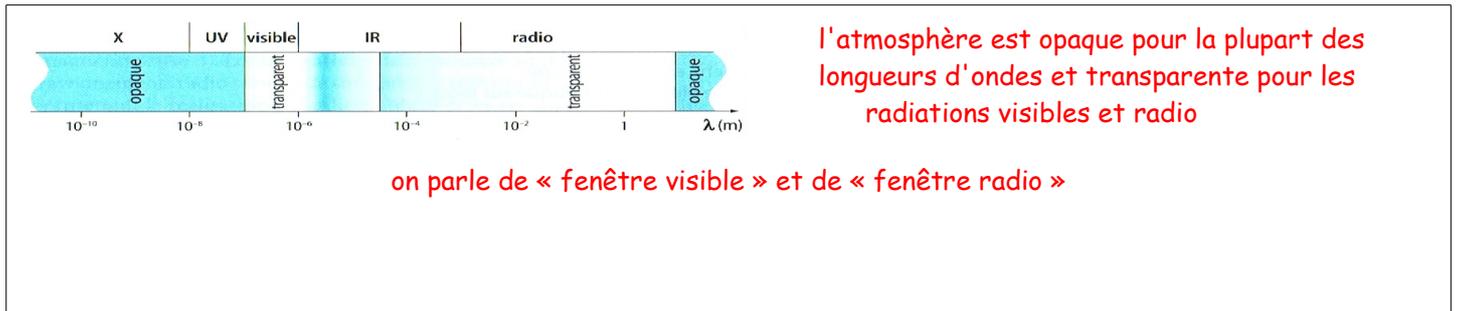
un rayonnement est	un flux de photons qui se propagent	une onde
caractéristique(s)	<p>énergie E (en J)</p> <p>célérité (=vitesse de propagation)</p> <p><math>c = 3.10^8 \text{ m.s}^{-1}</math></p>	<p>fréquence nu (en Hz)</p> <p>longueur d'onde lambda (en m)</p> <p>célérité <math>c = 3.10^8 \text{ m.s}^{-1}</math></p> <p><b>formule : <math>c = \text{lambda} \times \text{nu}</math></b></p>

## 2/ Les sources de rayonnement électromagnétique



## 3/ L'absorption des rayonnements par l'atmosphère terrestre

- Quand un rayonnement rencontre de la matière, ils peuvent interagir ensemble : une partie de l'énergie contenue dans le rayonnement est alors absorbée par la matière.
  - si toute l'énergie est absorbée, on dit que la matière est **opaque**
  - sinon, on dit qu'elle est **transparente** (exemple: valise et rayonnement X, doc 6 p 20)
- L'atmosphère terrestre est composée de gaz qui interagissent avec le rayonnement électromagnétique:



## 4/ Les capteurs de rayonnement

- L'œil est un capteur naturel de rayonnement électromagnétique visible :
  - les radiations sont détectées par une surface réceptrice : **la rétine**
  - le signal est transmis au cerveau sous forme électrique pour y être traité
- Les détecteurs artificiels exploitent « l'effet photoélectrique » qui libère des électrons quand certains matériaux sont exposés à des radiations électromagnétiques.

Comment contourner le problème de l'opacité de l'atmosphère terrestre ?  
**pour la plupart des radiations, on utilise des détecteurs embarqués dans des satellites.**

## II/ Les ondes mécaniques

### 1/ Présentation

→ simulateur « TS onde mécanique corde »

→

Une onde mécanique est la propagation d'une perturbation à travers un milieu matériel.  
Il n'y a pas de déplacement global du milieu matériel, seulement une déformation locale temporaire.

exemple	une vague à la surface de l'eau (simulateur « TS onde mécanique vague »)	un son dans l'air (simulateur « TS onde sonore plane »)
description	déformation de la surface mais l'eau revient ensuite à sa place	une vibration des molécules d'air qui se propage, sans créer un courant d'air
propriétés	→ Les ondes mécaniques transportent de l'énergie mécanique sans transport de matière → Une onde mécanique ne se propage pas dans le vide et sa vitesse de propagation dépend du milieu traversé.	

### 2/ La détection d'ondes mécaniques

→ animation « TS cours sismomètre »

un sismomètre transforme les vibrations du sol en signaux électriques

→ Cas général :

Le capteur transforme la grandeur physique qui est modifiée au passage de l'onde en une autre grandeur physique plus facile à exploiter.

## III/ Les ondes progressives

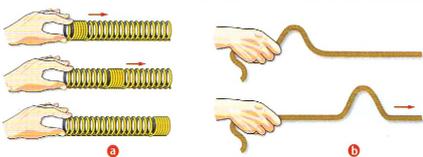
### 1/ Présentation

définition	la propagation d'une perturbation dans un milieu (matériel ou pas)
célérité (= vitesse de propagation)	notée $v$ (ou parfois $c$ )

### 2/ Les caractéristiques d'une onde progressive

#### a/ la caractéristique associée à la direction de la perturbation

→ simulateur « TS onde longitudinale transversale »



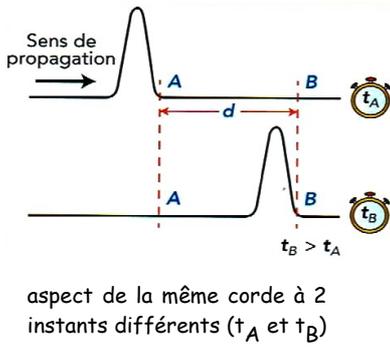
Quand la perturbation a la même direction que la propagation, c'est une onde longitudinale (voir figure a)

Quand la perturbation est perpendiculaire à la propagation, c'est une onde transversale (voir figure b)

#### b/ les dimensions associées à une onde

exemple	une déformation progressant le long d'une corde	une vague à la surface de l'eau	un son
l'onde se propage dans	une seule direction	un plan	tout l'espace
c'est une onde à	1 dimension	2 dimensions	3 dimensions

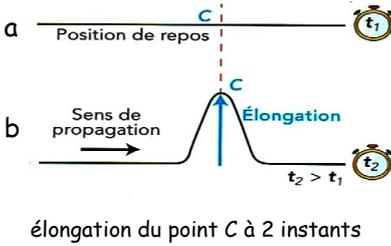
### 3/ Le retard : simulateur « TS onde corde retard élongation »



On appelle  $T$  (tau) le retard du passage de la perturbation en B par rapport à A.

<p>par définition :</p> $t_B = t_A + \text{tau}$	<p>relation avec la célérité :</p> $v = d / \text{tau} \quad \text{soit} \quad \text{tau} = d / v$ <p>avec <math>d = AB</math> (en m), tau (en s) et <math>v</math> (en <math>\text{m}\cdot\text{s}^{-1}</math>)</p>
--	--

### 4/ L'élongation : simulateur « TS onde corde retard élongation »



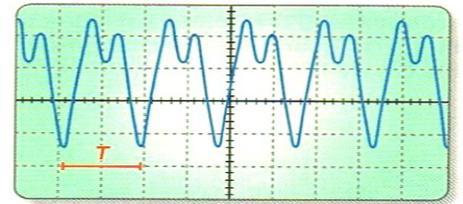
<p>L'élongation d'un point est sa position par rapport à sa position de repos :</p> <p>figure a: C est au repos donc son élongation est nulle</p> <p>figure b: la perturbation passe en C donc son élongation est non nulle</p>
---

### 5/ Une onde progressive périodique

#### a/ Présentation

exemple: une onde sonore est reçue par un capteur (=microphone) puis elle est convertie en un signal électrique visualisé sur l'oscillogramme.

- Le signal électrique a les mêmes propriétés que l'onde sonore initiale.
- On constate que la perturbation se reproduit identique à elle-même à intervalles de temps égaux :

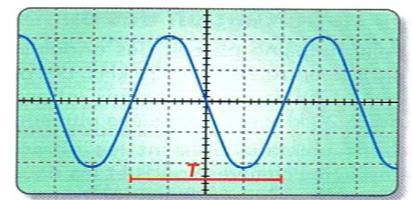


Chacun de ces intervalles de temps est appelé « la période temporelle », notée  $T$ .  
La fréquence  $f$  de cette onde est le nombre de périodes temporelles par seconde :

$$\text{on a: } f = 1/T \quad \text{avec } T \text{ en s et } f \text{ en Hz}$$

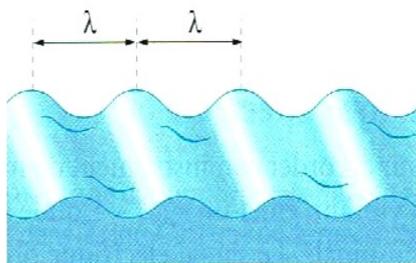
- Exemple : une onde progressive sinusoïdale

Pour un point donné, son élongation est une fonction sinusoïdale du temps



#### b/ La double périodicité d'une onde progressive sinusoïdale

Une onde possède également une période spatiale :



C'est la distance parcourue par la perturbation au cours d'une période temporelle  $T$ .  
C'est aussi la distance séparant 2 maxima consécutifs.

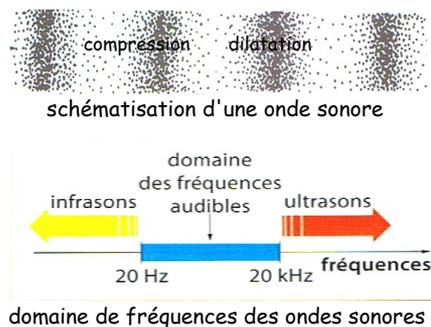
Par définition, cette période spatiale est égale à  $\lambda$  (=longueur d'onde).

$$\text{On a: } \lambda = c \times T \quad \text{ou} \quad \lambda = c / f$$

avec  $c$  en  $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ ,  $T$  en s,  $\lambda$  en m et  $f$  en Hz

## IV/ Les ondes sonores

### 1/ Présentation : simulateur « TS onde sonore plane »



Les ondes sonores sont des suites de compressions et de dilatations du milieu matériel (air, eau, verre etc)

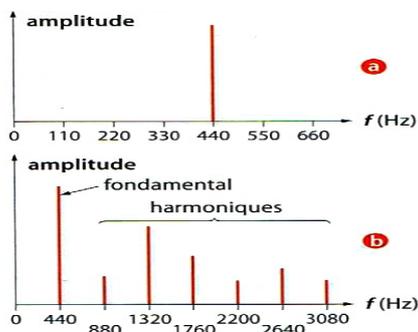
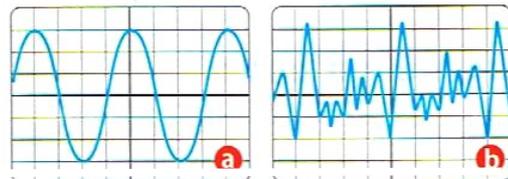
Dans le domaine des sons audibles:

- les faibles fréquences correspondent aux sons graves
- les fréquences élevées correspondent aux sons aigus

### 2/ Le spectre d'un son

on observe le signal électrique donné par un micro qui reçoit un son :

- figure a: son pur provenant d'un diapason
- figure b: son complexe (guitare, voix etc)  
Un son complexe est périodique mais pas sinusoïdal



analyse spectrale du « a<sub>3</sub> » d'un diapason (a) et d'une guitare (b)

simulateur : « TS harmoniques »

On peut décomposer un son complexe de fréquence  $f_1$  en une somme de signaux sinusoïdaux de fréquences  $f_n$  qui sont des multiples de  $f_1$

C'est l'analyse spectrale d'un son.

La fréquence  $f_1$  correspond au signal fondamental (=harmonique fondamental)

Les fréquences  $f_2, f_3, \dots$  sont les harmoniques avec  $f_n = n \times f_1$   
(n entier naturel\*)

- Pour un son complexe,  
la fréquence du signal est égale à la fréquence de l'harmonique fondamental.

### 3/ La perception d'un son

- La hauteur d'un son correspond à la fréquence, c'est-à-dire à la fréquence de l'harmonique fondamental pour un son complexe.
- Le timbre d'un son est propre au profil de son spectre, c'est-à-dire aux amplitudes de tous les harmoniques.

### 4/ Le niveau d'intensité sonore

- L'intensité sonore: c'est l'énergie transportée par l'onde sonore par unité de temps (s) et par unité de surface ( $m^2$ ). Elle s'exprime en  $J \cdot s^{-1} \cdot m^{-2}$ , c'est-à-dire en  $W \cdot m^{-2}$ .
- Le niveau d'intensité sonore L:
  - on le mesure avec un sonomètre.
  - on note  $I_0$  le seuil d'audibilité de l'oreille humaine.

on a :  $I_0 = 1,0 \cdot 10^{-12} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$

formules :  $L = 10 \times \log(I/I_0)$ , L en décibels (dB)

$I = I_0 \times 10^{(L/10)}$

règle :

Quand il existe plusieurs sources sonores, seules les intensités I s'additionnent, pas les niveaux sonores L !

