

# LES ONDES

## A- Ondes et particules

### I- Rayonnements dans l'Univers :

<b>Rayonnements dans l'Univers</b> Absorption de rayonnements par l'atmosphère terrestre	Extraire et exploiter des informations sur l'absorption de rayonnements par l'atmosphère terrestre et ses conséquences sur l'observation des sources de rayonnements dans l'Univers. Connaître des sources de rayonnement radio, infrarouge et ultraviolet.
---	--

**Activité :** A01\_Rayonnements et particules

### II- Les ondes dans la matière

<b>Les ondes dans la matière</b> Houle, ondes sismiques, ondes sonores. Magnitude d'un séisme sur l'échelle de Richter.	Extraire et exploiter des informations sur les manifestations des ondes mécaniques dans la matière.
---	---

**Activité :** A02\_Séisme et ondes sismiques

### III- Détecteurs d'ondes

<b>Détecteurs d'ondes</b> (mécaniques et électromagnétiques) et <b>de particules</b> (photons, particules élémentaires ou non).	Extraire et exploiter des informations sur : - des sources d'ondes et de particules et leurs utilisations ; - un dispositif de détection. <i>Pratiquer une démarche expérimentale mettant en œuvre un capteur ou un dispositif de détection.</i>
---	---

TP01 : La photodiode, capteur optoélectronique

## B- Caractéristiques des ondes

### I- Ondes progressives

Ondes progressives. Grandeurs physiques associées. Retard.	Définir une onde progressive à une dimension. Connaître et exploiter la relation entre retard, distance et vitesse de propagation (célérité). <i>Pratiquer une démarche expérimentale visant à étudier qualitativement et quantitativement un phénomène de propagation d'une onde.</i>
---	--

**1. Définition :** Le phénomène de propagation d'une perturbation dans un milieu est appelé onde progressive. Certaines ondes ont besoin d'un milieu matériel pour se propager : ce sont les ondes mécaniques. D'autres ondes se propagent également dans le vide : ce sont les ondes électromagnétiques.

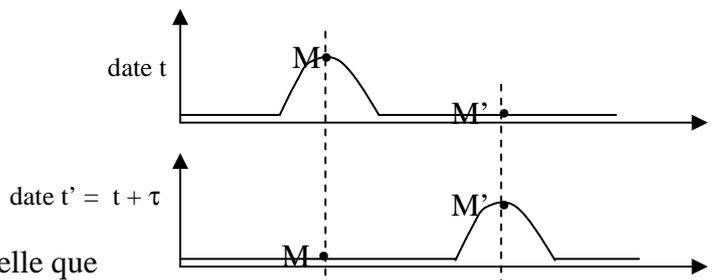
**2. Les ondes mécaniques progressives :** Activité A03

### 3. Célérité d'une onde et retard

La perturbation au point  $M'$  à la date  $t'$  est celle qui existait auparavant au point  $M$  à la date  $t$  mais avec un retard noté  $\tau$  tel que  $\tau = t' - t$

La célérité de l'onde (vitesse de propagation) est telle que

$$v = \frac{MM'}{\tau}, \quad v \text{ en m.s}^{-1}, \quad MM' \text{ en m et } \tau \text{ en s}$$



## II- Ondes progressives périodiques

Ondes progressives périodiques, ondes sinusoïdales.	Définir, pour une onde progressive sinusoïdale, la période, la fréquence et la longueur d'onde. Connaître et exploiter la relation entre la période ou la fréquence, la longueur d'onde et la célérité. <i>Pratiquer une démarche expérimentale pour déterminer la période, la fréquence, la longueur d'onde et la célérité d'une onde progressive sinusoïdale.</i>
---	---

**1. Définition :** Une onde progressive est périodique lorsque la perturbation se reproduit identique à elle-même à des intervalles de temps égaux appelés périodes.

Elle est sinusoïdale si la perturbation est une fonction sinusoïdale du temps.

**2. Les ondes mécaniques progressives périodiques:** Activité A03(suite)

**3. TP02 :** Propagation d'une onde ultrasonore

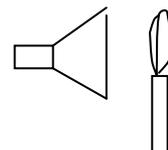
## III- Ondes sonores

Ondes sonores et ultrasonores. Analyse spectrale. Hauteur et timbre. Niveau d'intensité sonore	<i>Réaliser l'analyse spectrale d'un son musical et l'exploiter pour en caractériser la hauteur et le timbre.</i> Connaître et exploiter la relation liant le niveau d'intensité sonore à l'intensité sonore.
--	--

### 1. Propriétés :

1.1. Le son est une onde :

Expérience : la flamme d'une bougie placée devant un haut-parleur vibre :



Interprétation : voir info 1 activité A04 + animation « onde sonore ostralo »

A partir de info 2 activité A04, que peut-on en déduire ? : un son a besoin d'un milieu matériel pour se propager.

Définition : Une onde sonore est une onde mécanique qui se propage par une suite de compressions et de dilatations du milieu de propagation.

Remarque : c'est une onde longitudinale.

1.2. Perception des ondes sonores : l'homme perçoit les sons dont les fréquences sont comprises entre 20 Hz et 20 kHz ; les ondes sonores de fréquences supérieures à 20kHz sont les ultrasons, inférieures à 20Hz sont les infrasons. (info 3 activité A04 : ondes sonores pour différents êtres vivants)

### 2. Intensité et niveau sonores

2.1. Intensité sonore :

Expérience : On branche un haut-parleur aux bornes d'un GBF délivrant une tension sinusoïdale de fréquence 440 Hz. On augmente l'amplitude.

Définition : L'intensité sonore est la puissance sonore reçue par unité de surface.

Unité :  $\text{W.m}^{-2}$

Remarque : Le seuil d'audibilité est l'intensité minimale  $I_0 = 1,0 \cdot 10^{-12} \text{ W.m}^{-2}$

2.2. Niveau sonore :

Définition : Le niveau sonore L (level) d'un son d'intensité I est donné par la relation :

$$L = 10 \log \frac{I}{I_0}$$

L s'exprime en *décibel* (symbole dB) et se mesure avec un sonomètre.

**Remarque :** Quand plusieurs instruments de musique jouent ensemble, les intensités sonores s'ajoutent (mais pas les niveaux sonores)

Ex : De combien augmente le niveau sonore lorsque l'intensité sonore est multipliée par 2 ?

$$L' = 10 \log \frac{2I}{I_0} = 10 \log \frac{I}{I_0} + 10 \log 2 = L + 3 \text{ dB}$$

⇒ Info 4 activité A04 pour intensité et niveau sonores

### 3. Analyse d'un son:

\* Si le signal correspondant à un son est sinusoïdal, le son est **pur** ; sinon le son est **complexe**.

(Info 5 activité 04)

\* Le mathématicien Joseph Fourier a montré que tout signal périodique de fréquence  $f_1$  peut être décomposé en une somme de signaux sinusoïdaux de fréquences  $f_k = k \times f_1$  ( $k \in \mathbb{N}^*$ ) (animation « synthèse de Fourier »)

\* La fréquence du son  $f_1$  est appelée fréquence **fondamentale** ; les fréquences  $f_k$  sont appelées fréquences des **harmoniques** de rang  $k$ .

\* La représentation de l'amplitude des harmoniques en fonction de la fréquence constitue le **spectre en fréquence** du signal.

### 4. TP03 : Acoustique musicale.

## C- Propriétés des ondes

### I- Diffraction

<p>Influence relative de la taille de l'ouverture ou de l'obstacle et de la longueur d'onde sur le phénomène de diffraction.</p> <p>Cas des ondes lumineuses monochromatiques, cas de la lumière blanche.</p>	<p>Savoir que l'importance du phénomène de diffraction est liée au rapport de la longueur d'onde aux dimensions de l'ouverture ou de l'obstacle.</p> <p>Connaître et exploiter la relation <math>\theta = \lambda/a</math>.</p> <p>Identifier les situations physiques où il est pertinent de prendre en compte le phénomène de diffraction.</p> <p><i>Pratiquer une démarche expérimentale visant à étudier ou utiliser le phénomène de diffraction dans le cas des ondes lumineuses.</i></p>
---	--

#### 1. Mise en évidence : activité A05

**2. Définition :** La diffraction est la modification de la direction de propagation d'une onde au passage d'une petite ouverture ou d'un petit obstacle.

#### 3. Ecart angulaire $\theta$ pour une onde monochromatique:

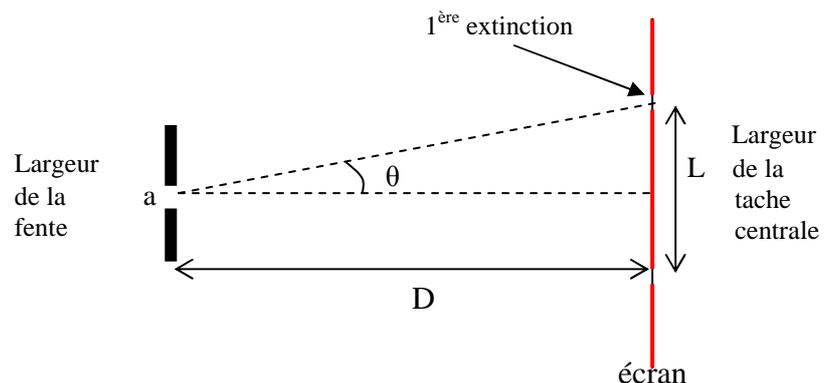
L'écart angulaire  $\theta$  est l'angle sous lequel est vue la moitié de la tache centrale (centre de la tache centrale au centre de la 1<sup>ère</sup> extinction) depuis la fente :

$$\theta \approx \tan \theta = \frac{L}{2D} \text{ (angle petit)}$$

$\theta$  en radian (rad), L en m, D en m

\* Activité 05 ⇒ plus a petit, plus largeur tache grand donc plus  $\theta$  grand

\* Animation « diffraction par une fente 1 » ⇒ plus  $\lambda$  grand, plus  $\theta$  grand



On admet que  $\theta = \frac{\lambda}{a}$   $\theta$  en radian (rad),  $\lambda$  en m,  $a$  en m

Remarque :  $\theta = \frac{L}{2D}$  et  $\theta = \frac{\lambda}{a} \implies L = \frac{2\lambda D}{a}$

## II- Interférences

Cas des ondes lumineuses monochromatiques, cas de la lumière blanche. Couleurs interférentielles.	Connaître et exploiter les conditions d'interférences constructives et destructives pour des ondes monochromatiques. <i>Pratiquer une démarche expérimentale visant à étudier quantitativement le phénomène d'interférence dans le cas des ondes lumineuses.</i>
---	--

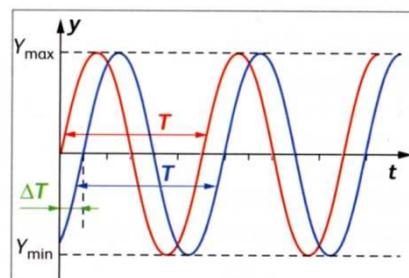
### 1. Principe :

#### 1.1. Superposition de 2 ondes : animations « croisement d'ondes » et « ondes stationnaires »

Lorsque 2 ondes de même nature se rencontrent, elles ajoutent leurs effets: on dit qu'elles interfèrent ; l'onde résultante est la somme algébrique de chacune des ondes incidentes.

#### 1.2. Sources cohérentes

2 sources sont cohérentes si elles émettent des ondes sinusoïdales synchrones (même fréquence) avec un déphasage constant (le retard de l'une par rapport à l'autre ne varie pas au cours du temps)



Les deux fonctions sinusoïdales  $y_1(t)$  et  $y_2(t)$  présentent un décalage  $\Delta t$ .

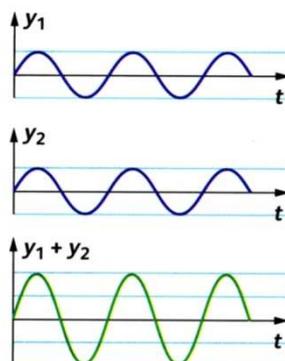
\* Si  $\Delta t = 0$ , le maximum de l'une coïncide avec le maximum de l'autre : les 2 ondes sont en phase

\* Si  $\Delta t = T/2$ , le maximum de l'une coïncide avec le minimum de l'autre : les 2 ondes sont en opposition de phase

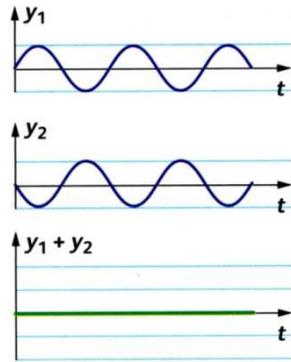
#### 1.3. Interférences constructives et destructives

Il y a interférence en tout point d'un milieu où 2 ondes de même fréquence se superposent.

\* Les interférences sont constructives en tout point où les ondes qui interfèrent sont en phase :

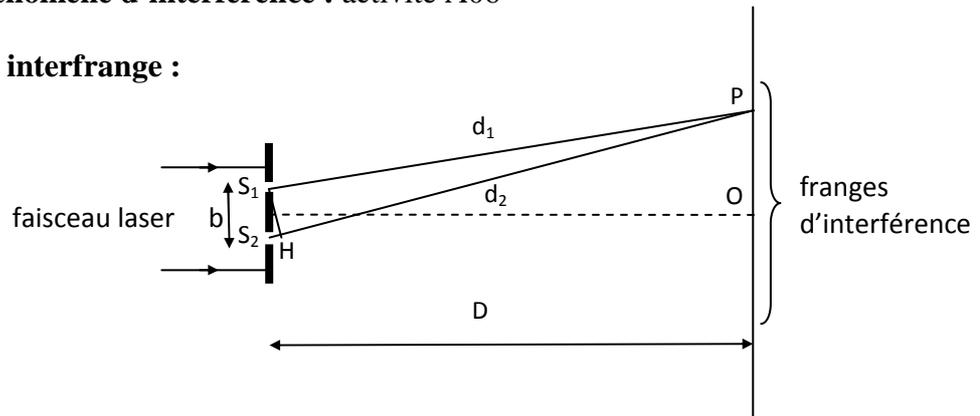


\* Les interférences sont destructives en tout point où les ondes qui interfèrent sont en opposition de phase :



## 2. Mise en évidence du phénomène d'interférence : activité A06

### 3. Différence de marche et interfrange :



#### 3.1. Différence de marche : $S_2H = \delta d = d_2 - d_1$

\* Les interférences sont constructives (franges brillantes) si  $\delta d = k \lambda$

\* Les interférences sont destructives (franges sombres) si  $\delta d = (2k + 1) \lambda / 2$  avec  $k \in \mathbb{Z}$ ,  
 $k$  est appelé ordre de la frange d'interférence

#### 3.2. Interfrange (i): C'est la distance séparant le milieu de 2 franges brillantes ou 2 franges sombres consécutives.

L'animation « interférences lumineuses » a montré que plus  $\lambda$  et  $D$  sont grands, plus  $i$  est grand et plus  $b$  est

petit, plus  $i$  est grand :  $i = \frac{\lambda \cdot D}{b}$

## 4. TP04 : Propriétés des ondes.

## III- Effet Doppler

	<p><i>Mettre en œuvre une démarche expérimentale pour mesurer une vitesse en utilisant l'effet Doppler.</i></p> <p>Exploiter l'expression du décalage Doppler de la fréquence dans le cas des faibles vitesses.</p> <p>Utiliser des données spectrales et un logiciel de traitement d'images pour illustrer l'utilisation de l'effet Doppler comme moyen d'investigation en astrophysique.</p>
--	--

### 1. Mise en évidence : activité p 65 livre

**2. Définition :** L'effet Doppler est le décalage de fréquence d'une onde acoustique (ou électromagnétique) entre la mesure à l'émission et la mesure à la réception lorsque la distance entre l'émetteur et le récepteur varie au cours du temps.

### 3. Décalage Doppler : activité A07 (I, II et III)

### 4. Applications : activité A07 (IV)

### 5. TP05 : L'effet Doppler.