

$$y(x, t) = A \sin(kx - \omega t + \phi)$$

SCIENCE  
et  
CULTURE  
a.s.b.l.

**SONS**

$$y(x, t) = A \sin(kx - \omega t + \phi)$$

**&**

$$y(x, t) = A \sin(kx - \omega t + \phi)$$

**LUMIERES**

$$y(x, t) = A \sin(kx - \omega t + \phi)$$

$$y(x, t) = A \sin(kx - \omega t + \phi)$$

$$y(x, t) = A \sin(kx - \omega t + \phi)$$

$$y(x, t) = A \sin(kx - \omega t + \phi)$$

$$y(x, t) = A \sin(kx - \omega t + \phi)$$

$$y(x, t) = A \sin(kx - \omega t + \phi)$$

Octobre 2005

## Les auteurs de ce livret

- **Hervé CAPS**, Chargé de recherches FNRS à l'ULg, Administrateur de Science et Culture.
- **Noé LECOCQ**, Attaché à la Direction de Science et Culture.
- **Yves LION**, Professeur ordinaire au Département de Physique à l'ULg, Administrateur de Science et Culture.
- **Roger MOREAU**, Secrétaire Général de Science et Culture.

## remercient :

- Le Service de l'Education Permanente de la Communauté Française ;
- La Direction Générale du Service des Affaires Culturelles de la Province de Liège ;
- La Direction générale de l'Economie et de l'Emploi du Ministère de la Région Wallonne ;
- M. B. RENTIER, Recteur de l'Université de Liège, Président de la Maison de la Science ;
- M. J. M. BOUQUEGNEAU, Doyen de la Faculté des Sciences de l'ULg ;
- M. N. VANDEWALLE, Professeur Ordinaire, Président du Département de Physique de l'ULg ;
- Les membres du Comité exécutif de l'asbl Science et Culture ;

## les membres de l'ULg qui ont apporté une contribution à la rédaction de ce livret,

- Mme A. NOELS, Professeur au Département d'Astrophysique (partim : LE CHANT DES ETOILES) ;
- M. N. GREVESSE, Chef de travaux hre et Yaël NAZE, Chargé de recherches FNRS au Département d'Astrophysique (partim : LA LUMIERE, MESSENGER DE L'UNIVERS) ;
- M. V. MOREAU, Administrateur de la société DEIOS (partim : COMMENT ENREGISTRER LE RELIEF A L'AIDE DE LA LUMIERE) ;
- M. Y. RENOTTE, Professeur Invité au Département de Physique (partim : MESURE DE LA VITESSE DE LA LUMIERE) ;

## ainsi que :

- Mme B. MONFORT et M. N. MARECHAL, Laboratoire d'Enseignement Multimédia, ULg ;
- M. R. GERMA, Directeur du TURLg, Chargé de Cours à la Faculté de Philosophie et Lettres, ULg ;
- MM. A. BOURIEZ et Ph. HEROUFOSSE, Régisseurs au Théâtre Universitaire Royal de Liège ;
- M. B. TILKENS, Administrateur de la société DEIOS au Sart Tilman ;
- MM J.-L. CROCHET et M. JACOBS, Phywe Système, Beyne-Heusay ;
- Mmes H. DECAUWER et V. COUMANS, Boursières FRIA au Département d'Astrophysique de l'ULg ;
- MM. Ch. BECCO, G. LUMAY et Mme G. LETAWE, Assistants Boursiers ULg ;
- M. P. CUYPERS, Attaché à la Maison de la Science ;
- Mme J. CRAHAY-DETILLOUX, MM. Cl. DEHON et J-C REMY, techniciens ULg ;
- Melle A. LEMAIRE et M. B. GUILLOT, membres du programme a.p.e. 1677 de Science et Culture.

# Sons & Lumières

**Ondes matérielles et électromagnétiques**

par

**Science et Culture ASBL**

**29 septembre – 28 octobre 2005**

Démonstrations expérimentales organisées  
tous les lundis, mardis, jeudis et vendredis à 10h et à 14h,  
ainsi que les mercredis à 10h  
au **Théâtre Royal Universitaire de l'ULg au Sart-Tilman**

# Table des Matières

<b>Une onde, c'est quoi ?</b> .....	<b>3</b>
1. Mouvement périodique .....	3
2. Ondes .....	3
Définitions - Un caillou tombe dans l'eau... - Ondes transversales et longitudinales	
<b>Comment produit-on un son ?</b> .....	<b>5</b>
1. Caractéristiques d'un son .....	6
Fréquence et hauteur - Amplitude et intensité - Spectre et timbre - Effet DOPPLER - Le mur du son	
2. Sources sonores.....	10
Le haut-parleur - La sirène de SEEBECK - La voix	
<b>Que se passe-t-il si une onde en rencontre une autre ?</b> .....	<b>13</b>
1. Superposition et interférences.....	13
2. Ondes stationnaires transversales et résonance.....	14
Fréquences propres d'une corde - Rupture d'une lame de verre par résonance	
3. Ondes stationnaires longitudinales et résonance dans un ressort .....	15
4. Trombone de KOENIG .....	15
<b>Pourquoi les instruments de musique ont-ils des formes aussi variées ?</b> .....	<b>16</b>
1. Ondes stationnaires acoustiques.....	16
Résonance de diapasons - Expérience de KUNDT : résonance dans un milieu linéaire - Vibrations stationnaires dans une colonne de gaz - La flûte de PAN	
2. Résonance acoustique dans un milieu à deux dimensions.....	18
Figures de CHLADNI	
3. Résonance acoustique dans un milieu à trois dimensions.....	19
Résonateurs de HELMHOLTZ - L'acoustique des salles - Les caisses de résonance des instruments de musique	
<b>Les étoiles font-elles du bruit ?</b> .....	<b>21</b>
Le chant des étoiles .....	21
<b>Son digital et MP3</b> .....	<b>22</b>
1. La digitalisation du son.....	22
2. Le format MP3.....	23
Techniques de compression	
<b>Qu'est-ce que la lumière ?</b> .....	<b>24</b>
1. Introduction .....	24
2. Propriétés des lumières visibles .....	25
Propagation - Mesure de la vitesse de propagation de la lumière dans l'air - Réflexion - Réfraction - Réflexion totale - Dispersion de la lumière	
<b>Lumière + Lumière = Noir !</b> .....	<b>31</b>
1. Interférences.....	31
2. Diffraction .....	32
3. Polarisation .....	32
<b>Y a-t-il des lumières qu'on ne voit pas ?</b> .....	<b>33</b>
1. L'œil.....	33
La tache aveugle	
2. Rayonnement ultraviolet.....	34
La lumière et la peau	
3. Rayonnement infrarouge .....	35
4. Micro-ondes.....	36
<b>La lumière, messenger de l'Univers</b> .....	<b>36</b>
<b>Comment enregistrer le relief à l'aide de la lumière ?</b> .....	<b>38</b>
<b>Physique moderne</b> .....	<b>39</b>
1. L'effet photoélectrique .....	39
2. La diffraction des électrons.....	40
<b>Bibliographie</b> .....	<b>41</b>



## 1. Mouvement périodique

Le **mouvement circulaire uniforme** est un exemple classique de mouvement périodique. Un mobile tourne à vitesse constante, sa trajectoire formant un cercle. Si  $\omega$  est la **vitesse angulaire** (exprimée en radians par seconde), le temps  $T$  de parcours de la circonférence est appelé **période** du mouvement ( $T = 2\pi / \omega$ ) et s'exprime en secondes (s). La **fréquence** du mouvement ( $\nu = 1 / T$ ) s'exprime en hertz ( $1 \text{ Hz} = 1 \text{ s}^{-1}$ ) et représente le nombre de tours effectués en 1 seconde.

Considérons le mouvement effectué par la projection  $P$  d'un point  $M$  sur un diamètre quelconque  $AB$  (Fig. 1).

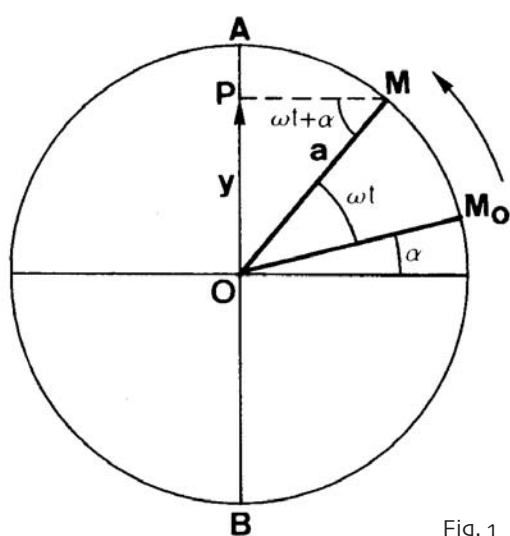


Fig. 1

Si, à l'instant  $t$ ,

- $y$  est la distance  $OP$  du centre du cercle au point  $P$ ,
  - $\omega$  est la vitesse angulaire du mobile,
- et si  $M_0$  et  $M$  sont les positions respectives du mobile aux temps zéro et  $t$ , on peut écrire:

$$y = a \sin(\omega t + \alpha) = \text{élongation} ;$$

$a$  est appelée *amplitude* du mouvement ;  $\omega$  est sa *pulsation* ;  $\alpha$  correspond à la *phase à l'origine* ;  $(\omega t + \alpha)$  est l'*angle de phase au temps  $t$  de vibration de  $P$* .

## 2. Ondes

### Définitions

Une onde peut être définie comme une vibration périodique qui se propage. Selon la nature de la vibration, on sépare les ondes en deux groupes :

- d'une part, les **ondes matérielles** qui ont besoin d'un support matériel (fluide ou solide) pour se propager (Exemples : les vagues ou les ondes sonores, lesquelles ne se propagent pas dans le vide);
- d'autre part, les **ondes électromagnétiques**, lesquelles n'ont pas besoin de support de propagation. (Exemples : les ondes lumineuses et hertziennes se déplacent dans le vide des espaces intersidéraux).