

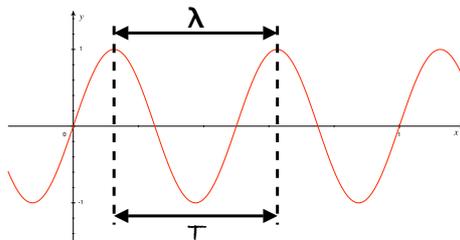
# Les Ondes

Une onde est la propagation d'une perturbation produisant sur son passage une variation réversible de propriétés physiques locales. Elle transporte de l'énergie sans transporter de matière.

s.bolay, Automaticiens 3g, CFPs -EMVs, 2007

## Terminologie

- La **longueur d'onde**  $\lambda$  est la distance [m] entre deux "bosses" consecutive, ou plus généralement entre deux points successifs qui se trouve dans le même état de vibration.
- La **période**  $T$  de l'onde désigne la durée [s] qui s'écoule entre deux passage successifs d'une "bosse" en un point donné.



- Il découle des définitions précédentes que pendant une période  $T$ , chaque "bosse" avance exactement d'une longueur d'onde  $\lambda$ . Par conséquent, la **vitesse  $v$  de propagation** de l'onde, appelée vitesse de phase [m/s], est donné par l'expression:

$$v = \frac{\lambda}{T} = \lambda * f \left[ \frac{m}{s} \right] \quad \left( f = \frac{1}{T} [Hz] \text{ ou } [s^{-1}] \right)$$

## Exemples d'ondes

- ( Les ondes gravitationnelles )
- Ondes électromagnétiques :
  - La lumière
  - Une onde radio
- Ondes mécaniques :
  - Les vagues
  - Onde sur une corde vibrante
  - Les ondes sismiques (engendrées lors d'un tremblement de terre)
  - Le son est une onde de pression qui se transmet dans les fluides et les solides, et qui est détectée par le système auditif



## Outils de perception des ondes

- L'appareil auditif (l'oreille) nous permet de détecter des ondes sonores (mécanique) pour des fréquences allant de 20Hz à 20KHz environ.
- L'appareil visuel (l'oeil) nous permet de détecter des ondes lumineuse (électromagnétique) pour des fréquences allant de 430GHz (700nm) à 750GHz (400nm) environ.

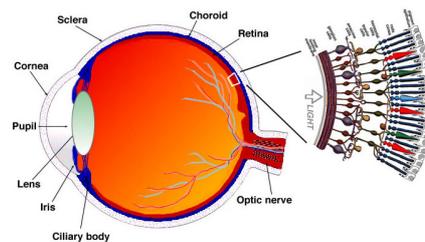
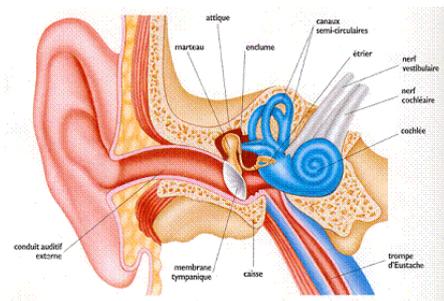


Fig. 1.1. A drawing of a section through the human eye with a schematic enlargement of the retina.

## Le spectre d'onde mécanique/électromagnétique

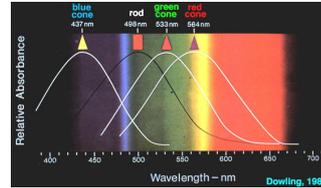
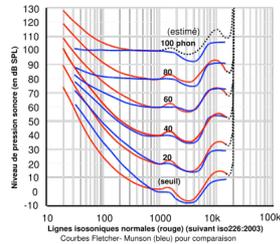
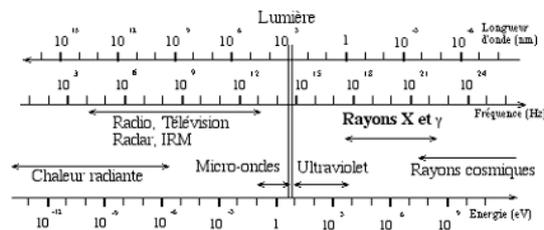
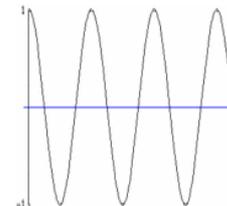


Fig. 14. The peak spectral sensitivities of the three cone types and the rods in the primate retina (Brown and Wald, 1963). From Dowling's book (1987).



## Les ondes sonores

- Lorsqu'un musicien gratte la corde de sa guitare, il crée une onde stationnaire.
- Après avoir été amplifié par la caisse de résonance de l'instrument, cette vibration est transmise à l'air.
- Par le déplacement local de molécule d'air, cette onde va se propager dans la direction de propagation de l'onde.
- Lorsqu'elle atteint l'oreille d'un auditeur, l'onde sonore provoque des vibrations du tympan qui provoquent des sensations auditives au niveau du système nerveux.



La fréquence de l'onde sonore est toujours la même que celle de l'objet vibrant utilisé comme source. Les caractéristiques du son perçu dépendent toutefois du milieu de propagation.



## La vitesse du son

- La vitesse du son  $c$  (célérité) [m/s] dépend du milieu dans lequel is se propage; Elle dépend entre autre de
  - sa masse volumique
  - de ses caractéristiques de compressibilité (plus un milieu est compressible, plus la vitesse du son est petite)
  - de la température
  - ...
- Le son se propage généralement plus vite dans les liquides ou les solides que dans les gaz.

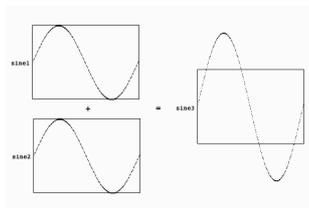
Dans les gaz, la vitesse du son augmente de façon non négligeable avec la température; le son se propage à 331m/s dans de l'air sec à 0°C et à 343 m/s dans de l'air sec à 20°C

Milieu	Vitesse du son $c$ en m/s
air	340
hélium	970
hydrogène	1300
eau douce	1440
eau de mer	1560
acier	5000

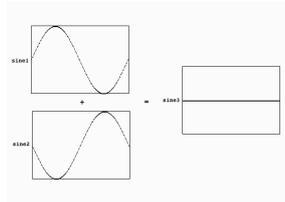
$$\lambda = \frac{c}{f} [m]$$

## Les Interférences

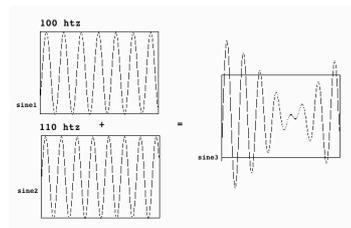
- Une interférence se produit lorsque deux ondes (ou plus) se rencontre. Elle peut être:
  - constructive, lorsque les ondes ont la même fréquence et la même phase



- destructive, lorsque les ondes ont la même fréquence mais sont en opposition de phase

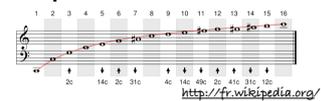
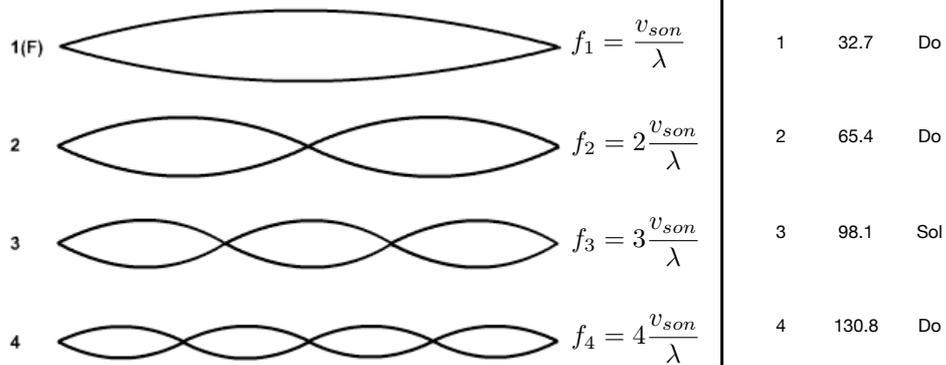


- Lorsque deux ondes (ou plus) de fréquence différente mais proche se rencontre, on aura alors un mélange d'onde constructive et destructive qui créera alors un **battement**.



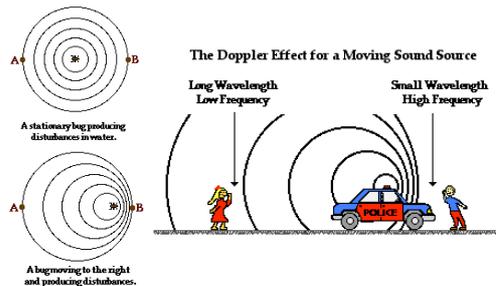
## Les harmoniques

- Les harmoniques sont des multiples de la fréquence **fondamentale** (ou 1ère harmonique) de l'onde émise.



## Effet Doppler

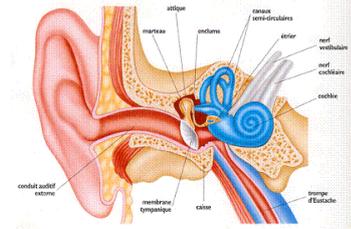
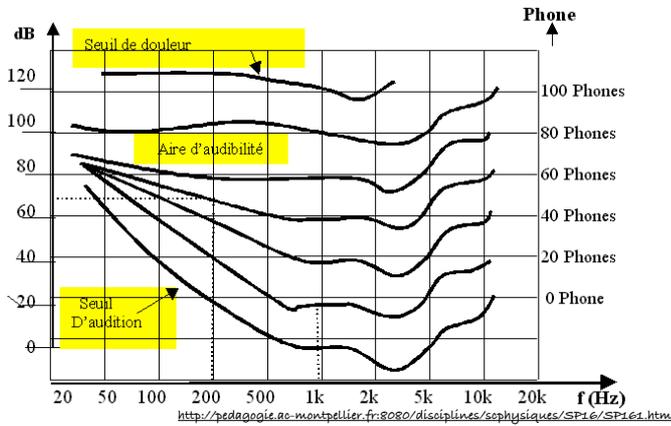
- Le son émis par une sirène de police n'est pas toujours perçu de la même façon. Elle paraît plus aiguë que le son réellement émis lorsque la voiture se rapproche et plus grave lorsque celle-ci s'éloigne. Cette modification de la fréquence perçue est connue sous le nom **d'effet Doppler**.
- Il peut être causé par le mouvement de la source sonore, par le mouvement de l'observateur ou encore par les deux mouvements simultanés.



<http://www.epscio.ch>

<http://www.glenbrook.k12.il.us/GBSSCI/PHYS/CLASS/waves/u101sd.html>

# Dangers et Protections



<http://www.bose.com/>



<http://www.centre-audition.com/>

