

Techniques sonores CAV1



LISSA MERIDAN

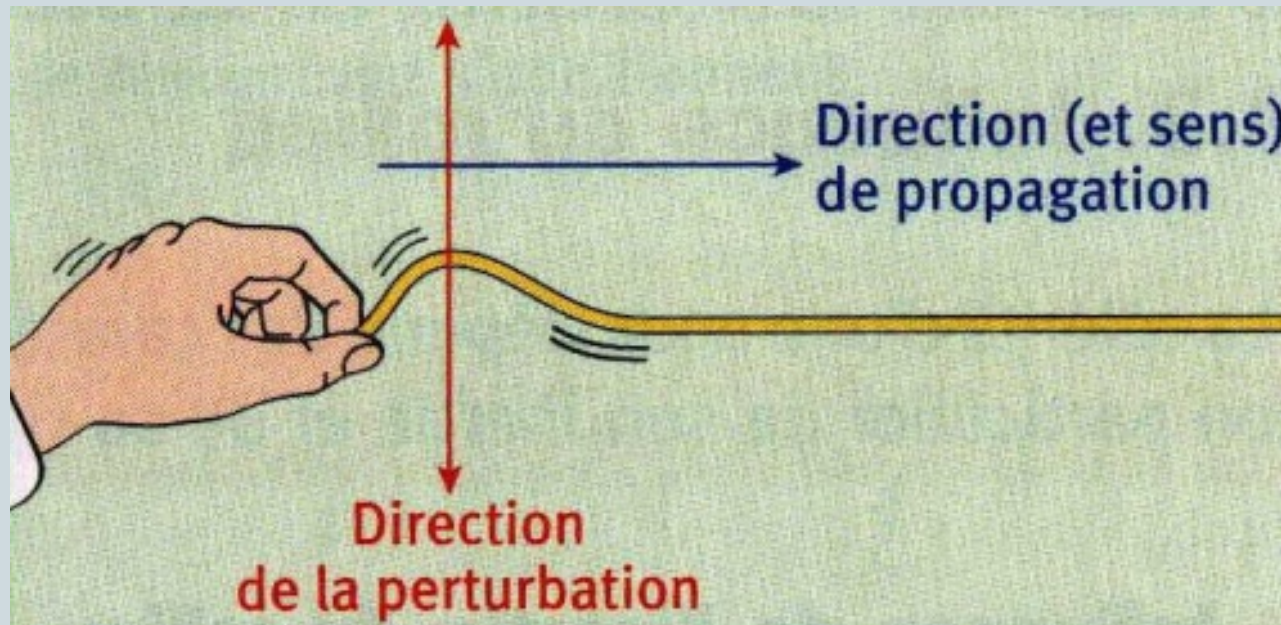
3IS 2017

1.

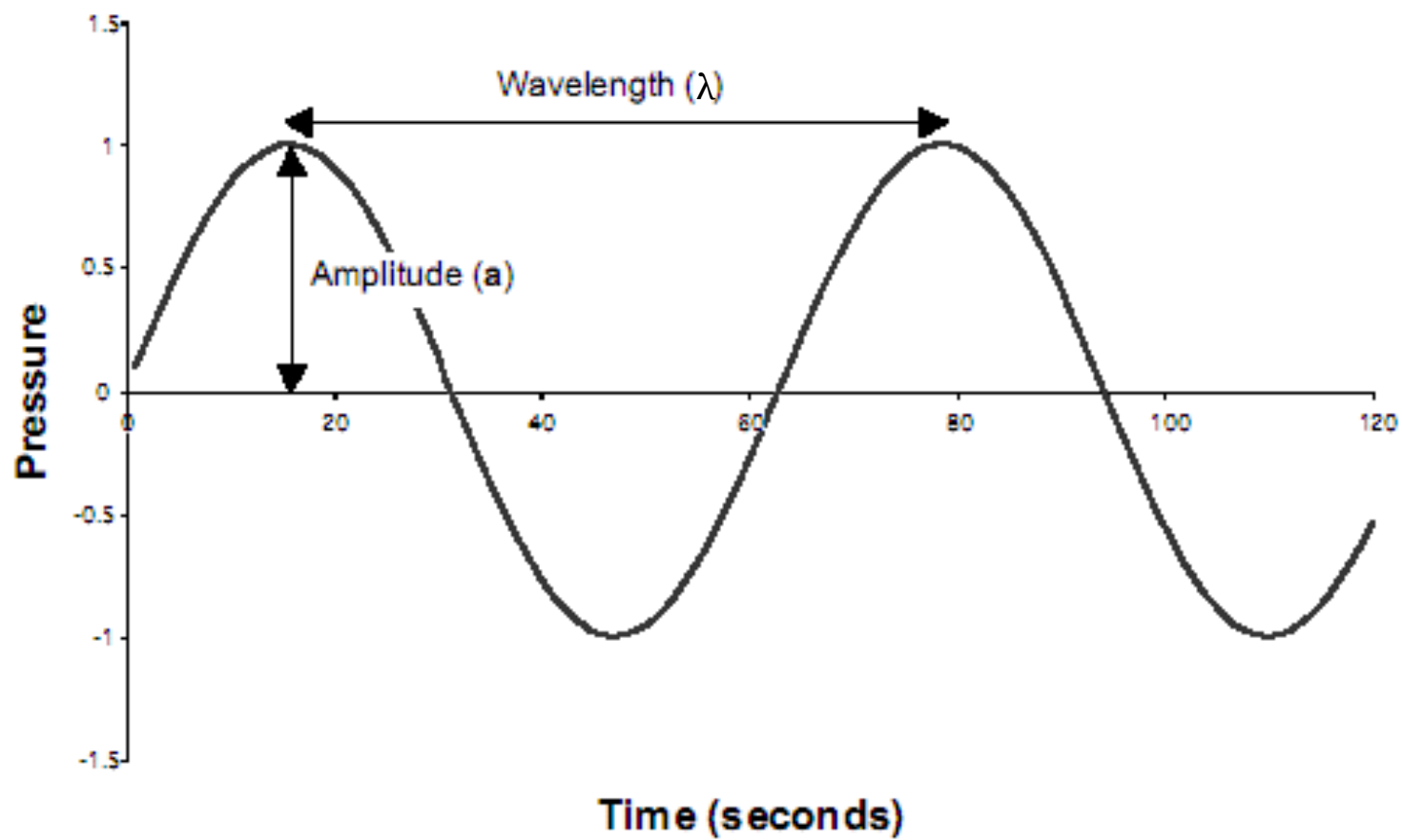


LES ONDES

L'onde transversale



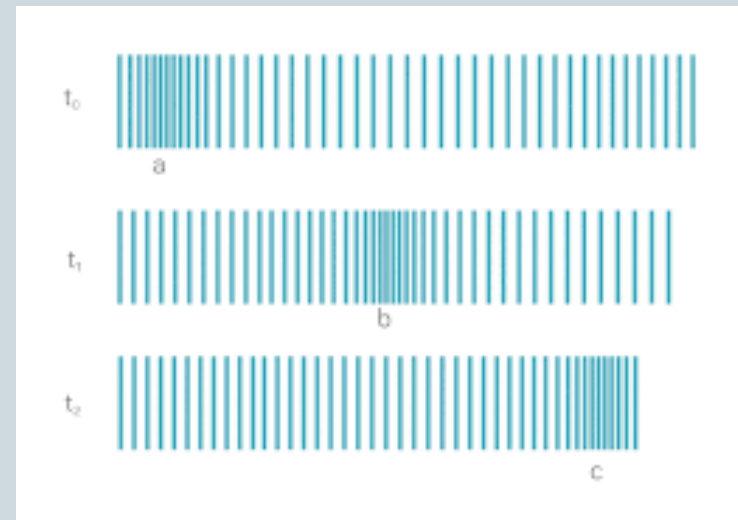
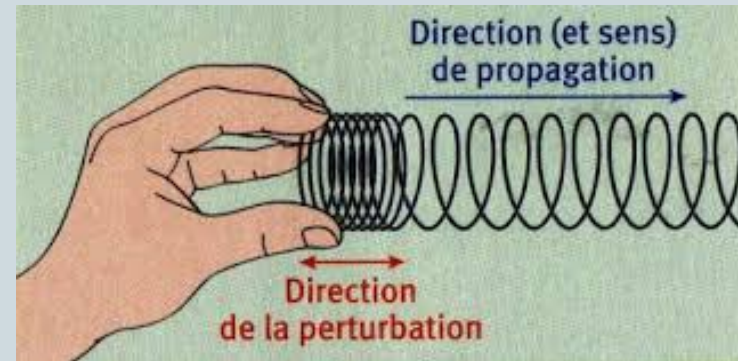
Une onde est **transversale** si la perturbation est perpendiculaire à la direction de propagation de l'onde.



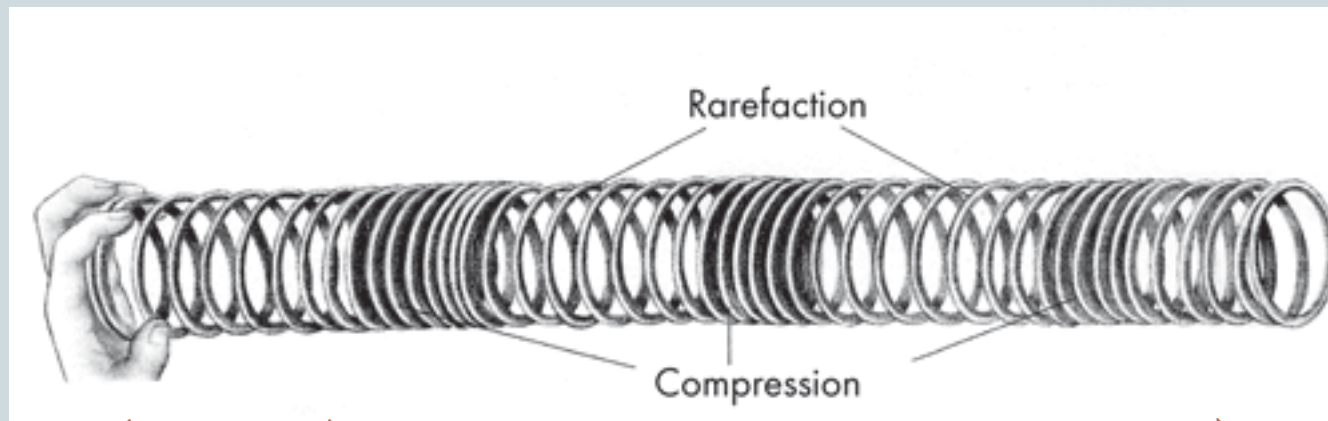
Pression, temps, amplitude, longueur d'onde (λ)

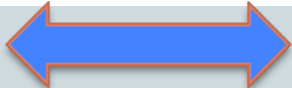
L'onde longitudinale

- Une onde est **longitudinale** si la perturbation est parallèle à la direction de propagation de l'onde
- Les ondes sonores sont un autre exemple d'onde longitudinale.

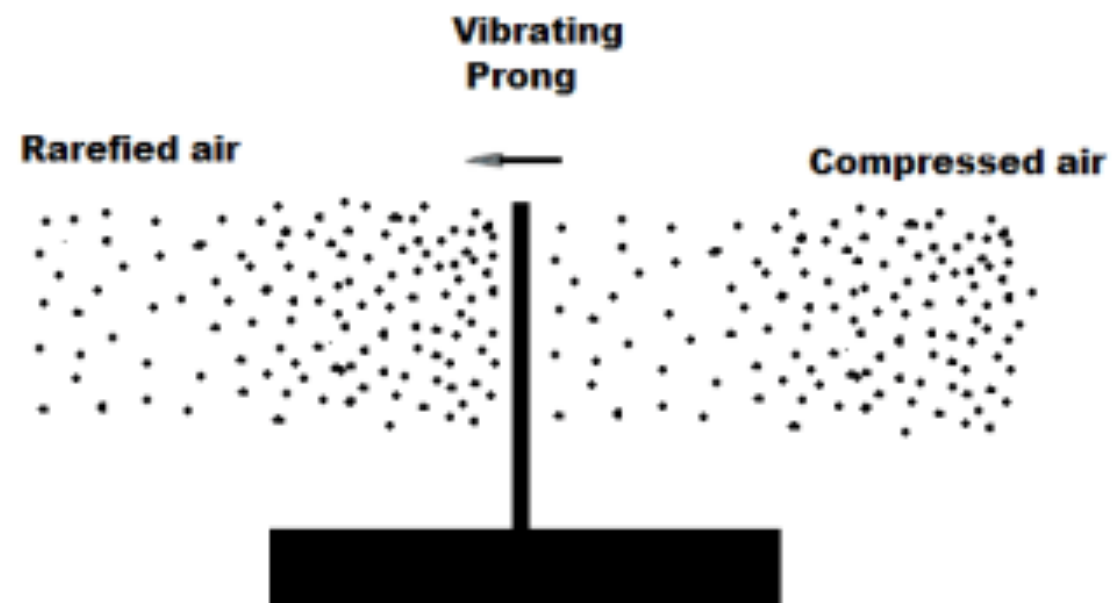


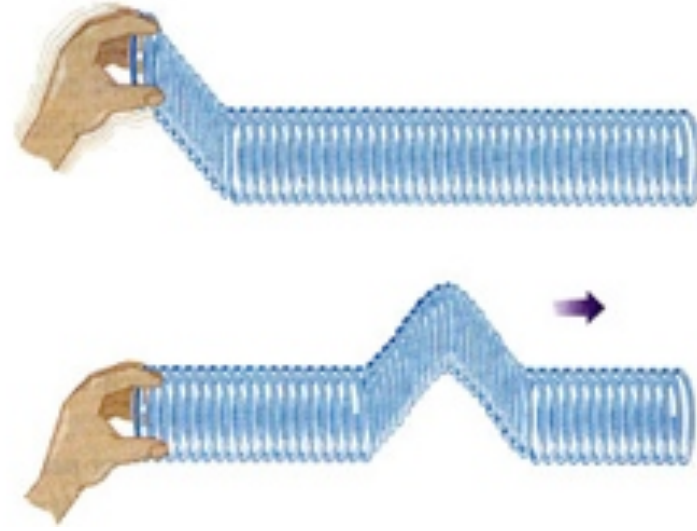
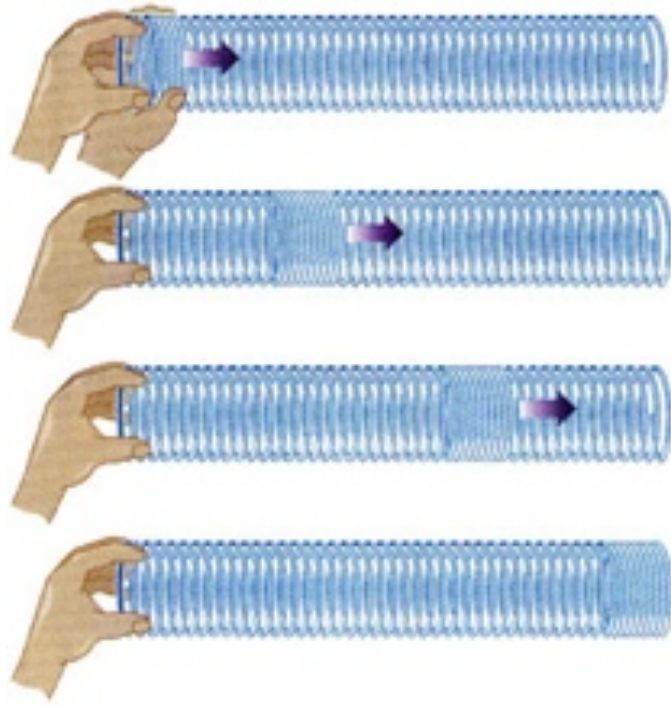
L'onde longitudinale

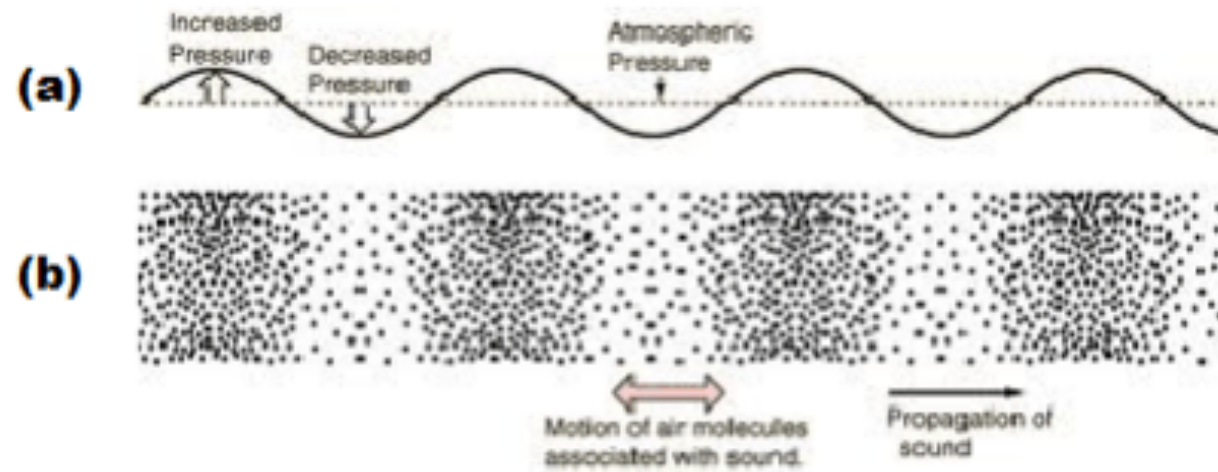



Direction de la vibration


Direction de propagation de l'onde







L'onde sonore



- L'énergie sonore, plus communément appelée « son » est une onde émise par n'importe quel objet qui vibre.

Le son se propage...



- Dans les 3 dimensions
- Dans l'air, l'eau, le bois, le métal...
- En faisant vibrer les molécules d'air : l'énergie passe d'une molécule à une autre.
- Zones de compressions et de décompressions
- L'onde perd petit à petit son énergie avec chaque collision.

Vitesse du son



- La transmission d'un son entre la source et l'oreille n'est pas instantanée (l'écho met un certain temps avant de revenir à la source sonore). Cela provient du fait que les ondes ont une certaine **vitesse de propagation**.
- Celle-ci dépend uniquement des caractéristiques du milieu
 - (par exemple la forme ou le type de ressort, la tension à laquelle il est soumis ...), **et non de la forme de la perturbation**.
- La vitesse du son dépend :
 - du *matériau*
 - de la *température*
 - de la *pression* ambiante qui modifie la densité des matériaux.

Vitesse et température



- La vitesse du son dans l'air fluctue en fonction de la température et de la pression. Pour estimer la distance à laquelle est tombée la foudre, on peut donc considérer la vitesse de « un kilomètre en trois secondes » (en lieu et place de 340 m/s) comme une approximation valable.
- **Pour calculer la vitesse du son (C - célérité)**
- La vitesse de l'onde est relative à la température ambiante de l'air
- La vitesse du son dans l'air augmente par un facteur de 0.610 m/s par degré :

$$C = 331,5 + 0.610 \, t \, (\text{m/s})$$

<http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/sound/souspe.html>



- Ainsi, la vitesse de propagation du son s'élève à :
 - 325 m/s dans l'air à -10°C
 - 340 m/s dans l'air à 15°C
 - 343 m/s dans l'air à 20°C
 - 350 m/s dans l'air à 30°C
 - à 1500 m/s dans l'eau douce à 15°C
 - 3 100 m/s à travers un mur en béton
 - 5 300 m/s à travers une fenêtre en verre
 - et peut monter jusqu'à 5900 m/s dans l'acier.
- Si on compare la vitesse du son dans l'air avec d'autres milieux on s'aperçoit que le son est très lent dans l'air.

Calculer le délai de réception



Dans l'air sec à 20° --- 343m/s

source

20m

audience

$$t = d/c$$

$$= 20/343$$

$$= 0.058s \text{ delai T}$$

Fréquence et vitesse



- Un son plus fort ou plus aigu ne voyage pas plus vite
- Les auditeurs d'un concert en plein air ne perçoivent pas de retard entre des sons émis simultanément par les différents musiciens.
- On peut donc utiliser un son quelconque pour mesurer la vitesse du son dans un milieu donné.

Mouvements périodiques

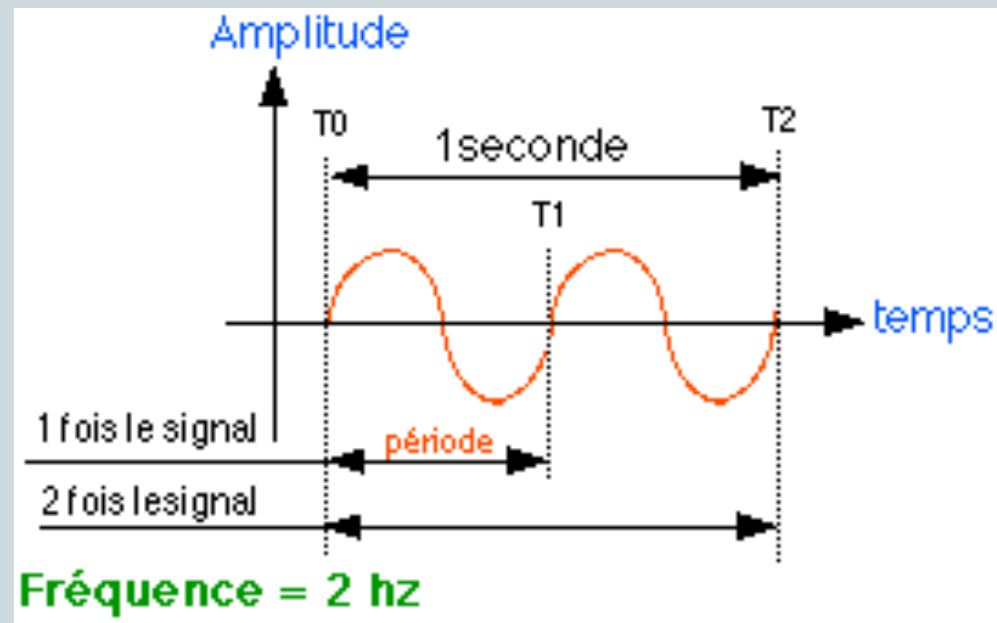


- Un **mouvement périodique** est un phénomène au cours duquel le mouvement d'un objet se reproduit identique à lui-même.
- Il peut s'agir du mouvement
 - de la trotteuse d'une montre
 - du mouvement de la main quand on applaudit...

Période et fréquence



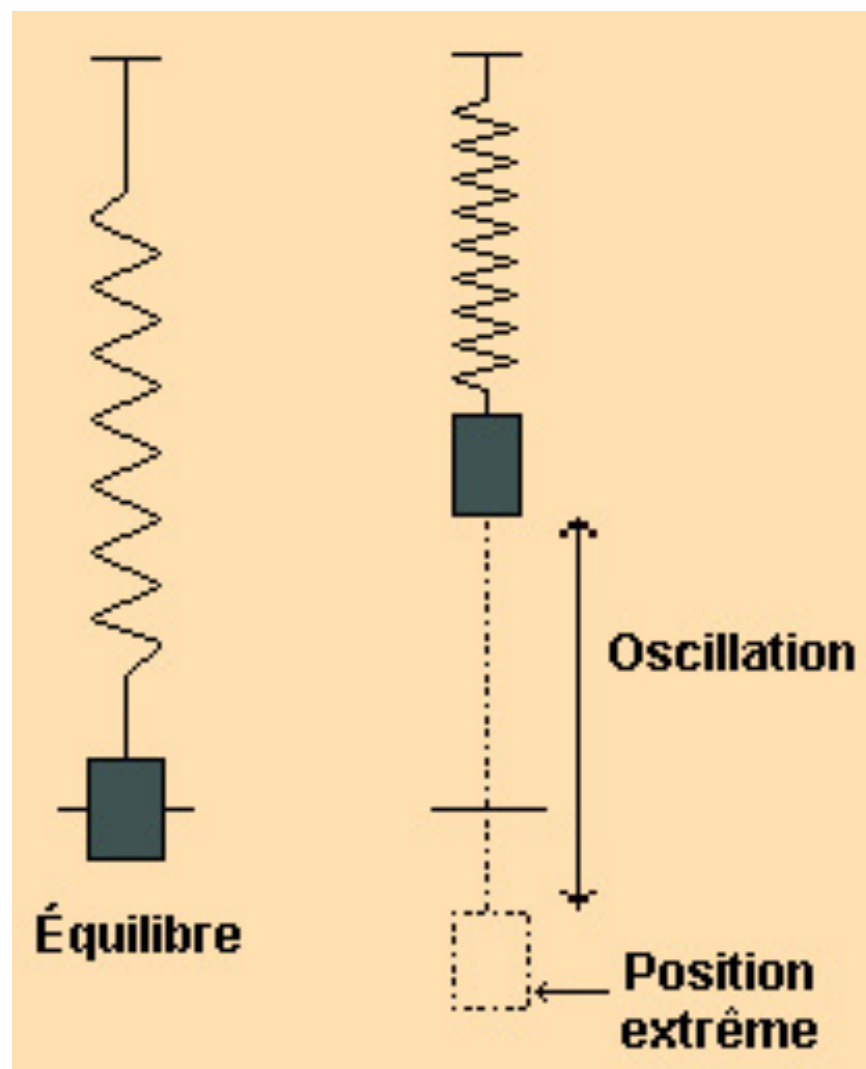
$$f = \frac{1}{T} \quad \text{ou} \quad T = \frac{1}{f}$$



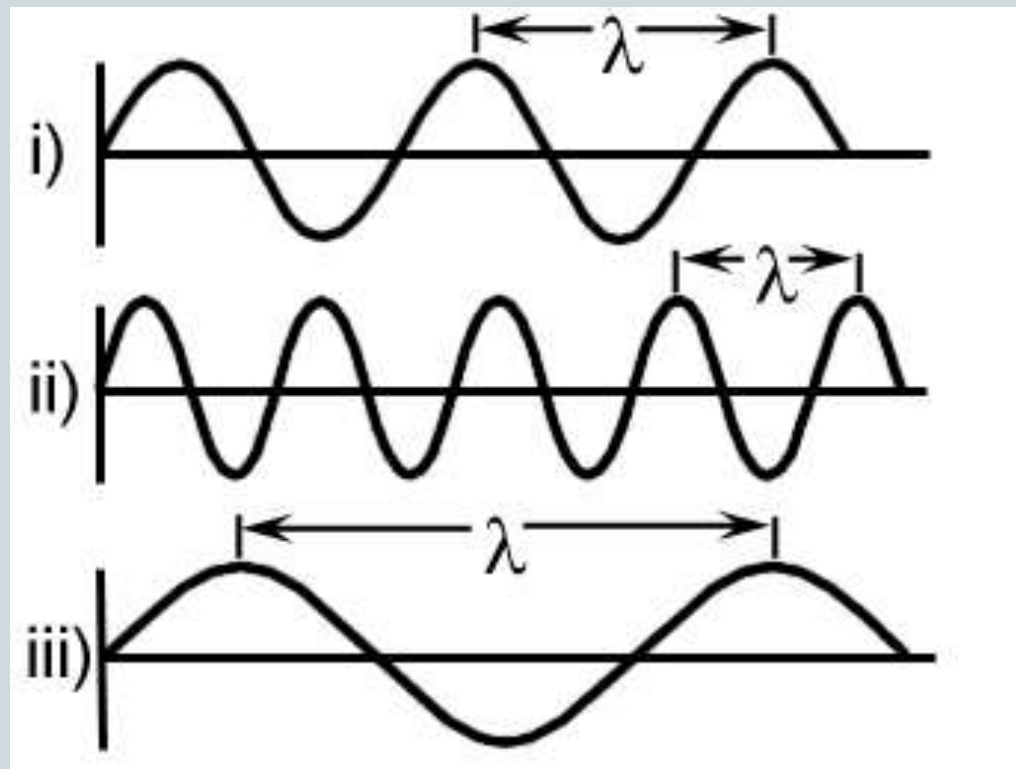
Oscillation



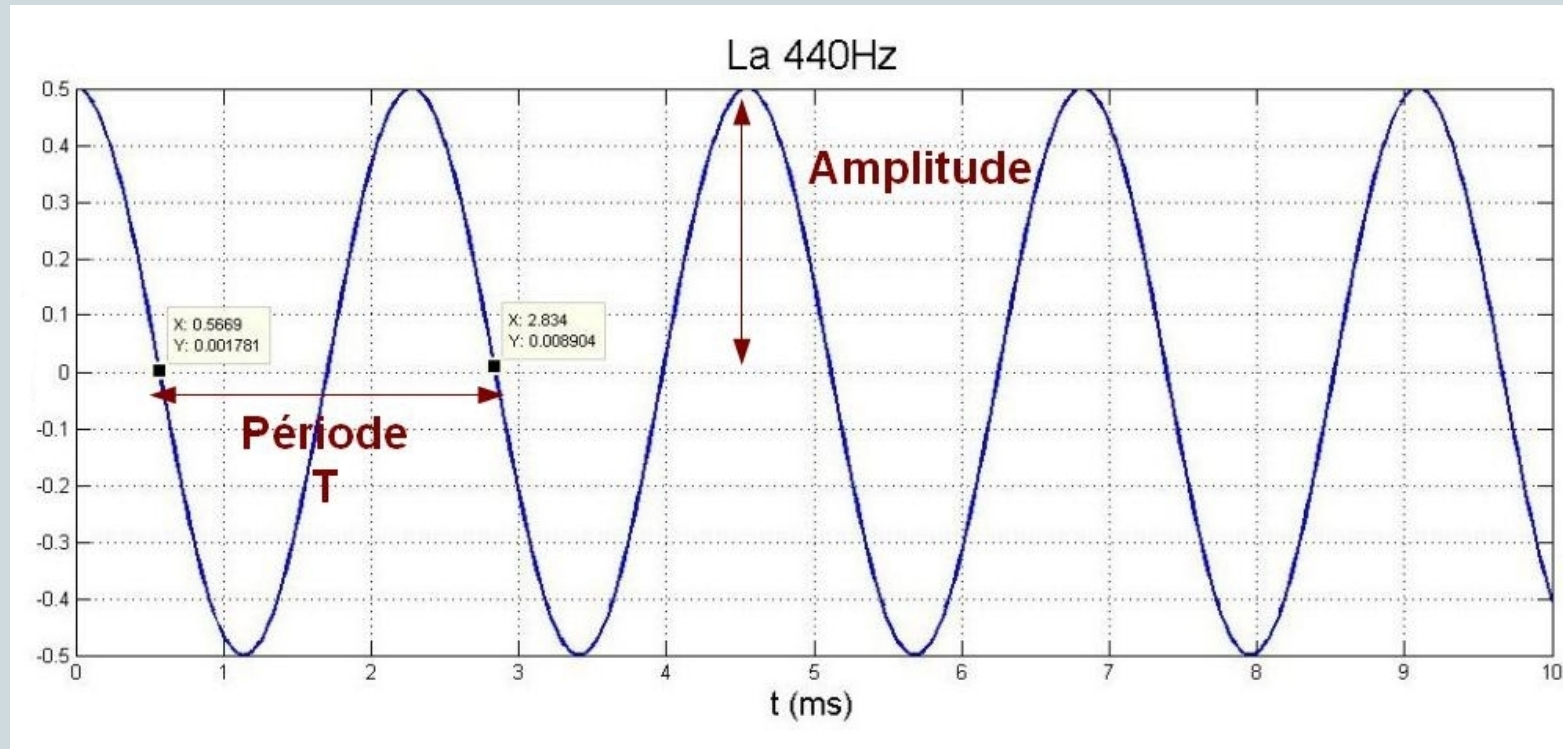
- Une **oscillation** (ou vibration) est le mouvement périodique d'un objet effectuant des mouvements de va-et-vient de part et d'autre d'un point d'équilibre.
- Il peut s'agir du mouvement
 - d'un pendule
 - du mouvement du tympan qui perçoit un son
 - du mouvement d'un bouchon à la surface de l'eau qui monte et descend sous l'effet de vagues régulières
 - ou encore du mouvement d'une masse suspendue à un ressort ou un élastique



Longueur d'onde



Période



Fréquence



- L'onde sonore est caractérisée par sa fréquence, c'est à dire le nombre d'ondes pendant une durée déterminée.
- La hauteur d'un son, des graves aux aigus, augmente proportionnellement à sa fréquence.

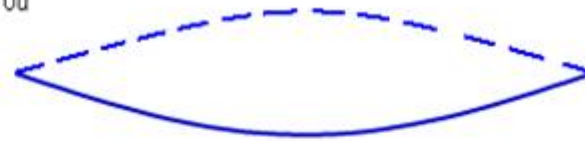
	Frequency	Keyboard	Note name	MIDI number
	4186.0			
	3951.1		C8	108
3729.3	3520.0		B7	107
3322.4	3136.0		A7	106
2960.0	2793.8		G7	104
	2637.0		F7	102
2489.0	2349.3		E7	100
2217.5	2093.0		D7	99
	1975.5		C7	97
1864.7	1760.0		B6	94
1661.2	1568.0		A6	92
1480.0	1396.9		G6	90
	1318.5		F6	89
1244.5	1174.7		E6	87
1108.7	1046.5		D6	85
	987.77		C6	84
932.33	880.00		B5	82
830.61	783.99		A5	80
739.99	698.46		G5	78
	659.26		F5	77
622.25	587.33		E5	75
554.37	523.25		D5	73
	493.88		C5	72
466.16	440.0		B4	70
415.30	392.00		A4	69
369.99	349.23		G4	68
	329.63		F4	66
311.13	293.67		E4	64
277.18	261.6		D4	63
	246.94		C4	61
233.08	220.00		B3	59
207.65	196.00		A3	58
185.00	174.61		G3	56
	164.81		F3	54
155.56	146.83		E3	51
138.59	130.81		D3	49
	123.47		C3	48
116.54	110.00		B2	46
103.83	97.999		A2	44
92.499	87.307		G2	42
	82.407		F2	41
77.782	73.416		E2	39
69.296	65.406		D2	37
	61.735		C2	36
58.270	55.000		B1	34
51.913	48.999		A1	32
46.249	43.654		G1	30
	41.203		F1	29
38.891	36.708		E1	27
34.648	32.703		D1	25
	30.868		C1	24
29.135	27.500		B0	22
			A0	21

Le spectre



- Partiels
- Harmoniques

premier harmonique ou
mode fondamental
fréquence : f_1
1 fuseau



second harmonique
fréquence $2f_1$
2 fuseaux



troisième harmonique
fréquence $3f_1$
3 fuseaux

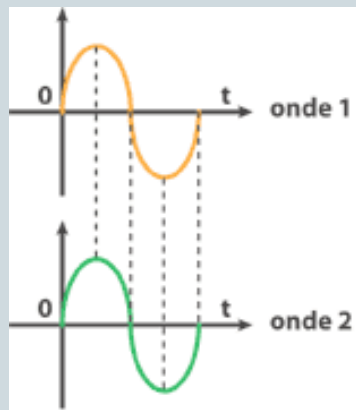


Amplitude

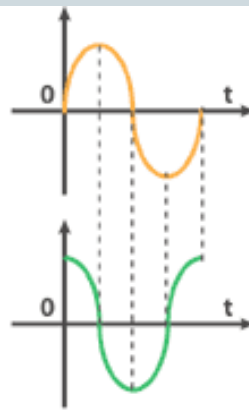


- En plus de la période (ou de la fréquence) qui caractérise tout phénomène périodique, une oscillation est aussi caractérisée par son **amplitude** (A), qui est l'écart extrême de l'objet par rapport à la position d'équilibre (unité SI : le mètre).

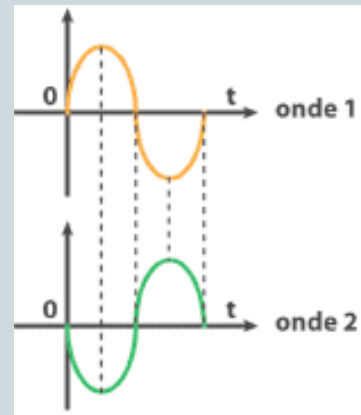
Phase



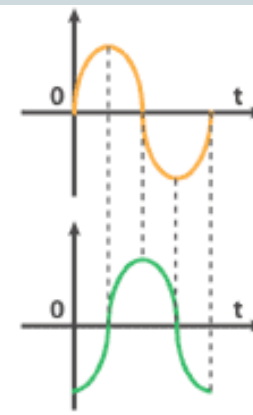
En phase : déphasage 0°



Déphasage 90°



En opposition de phase :
déphasage 180°

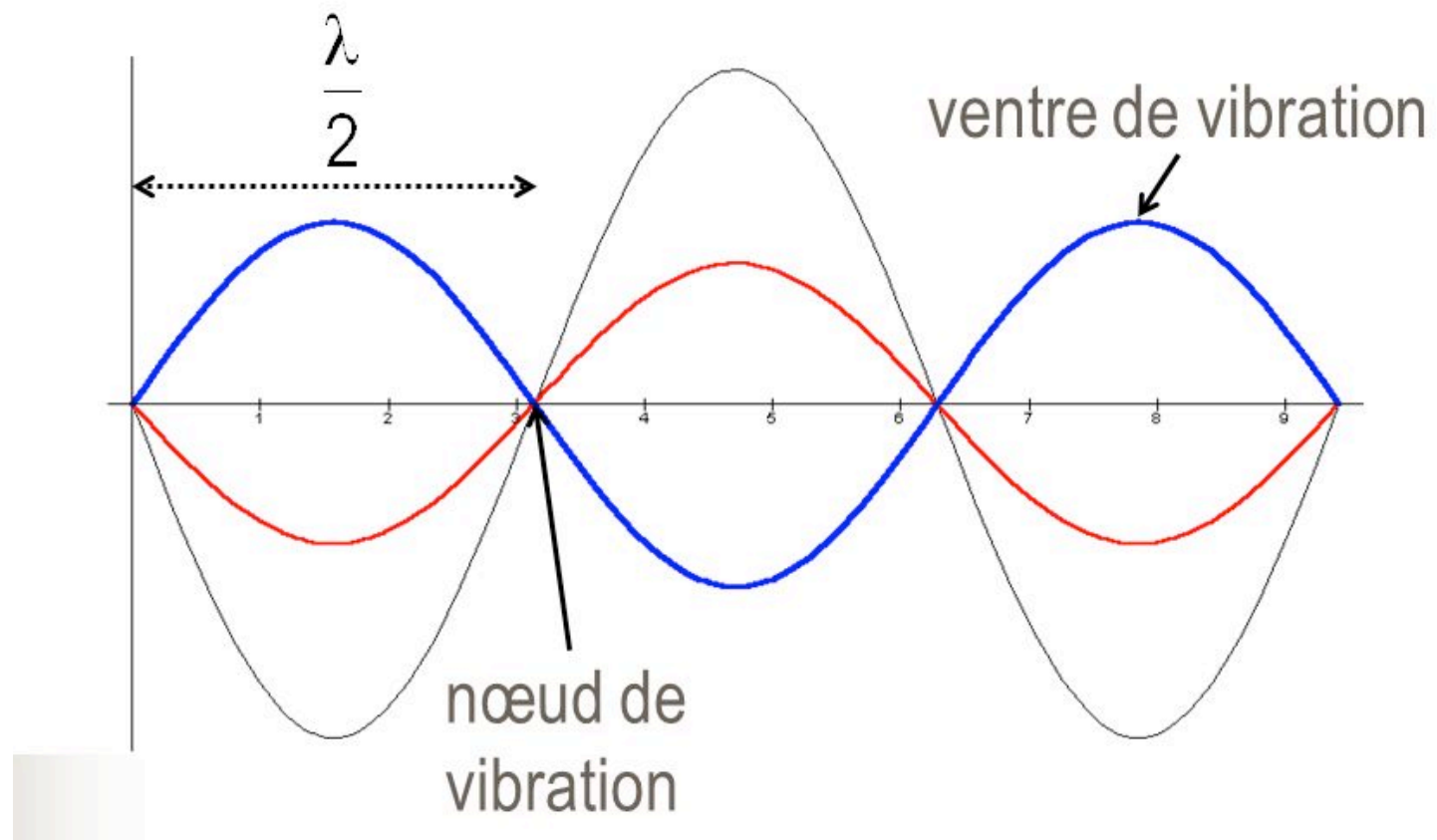


Déphasage 270°

Les ondes stationnaires



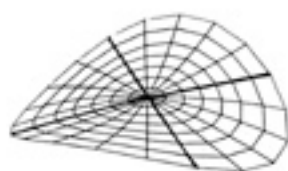
- Une **onde stationnaire** est le phénomène résultant de la propagation simultanée dans des directions différentes de plusieurs ondes de même fréquence, dans le même milieu physique, qui forme une figure dont certains éléments sont fixes dans le temps.
- Au lieu d'y voir une onde qui se propage, on constate une vibration stationnaire mais d'intensité différente, en chaque point observé.
- Selon le point observé, les vibrations produites par les différentes ondes s'additionnent ou se compensent de manière partielle ou totale ce qui provoque à des emplacements définis et fixes leur neutralisation mutuelle (nœuds) ou leur addition (ventres).
- La distance séparant un ventre du nœud le plus proche égale le quart de la longueur d'onde.



Les modes de vibration



- Un système oscillatoire aura plusieurs degrés de liberté : les modes normaux ou modes propres
- Mode normal (mode propre) est une fréquence naturelle de vibration
- Le mouvement le plus général d'un système est une superposition de modes normaux.
- Le terme "normal" indique que chacun de ces modes peut vibrer indépendamment des autres.
- la décomposition en modes normaux de vibration permet de considérer le système comme un ensemble d'oscillateurs harmoniques indépendants dans l'étude de son mouvement au voisinage de sa position d'équilibre stable.



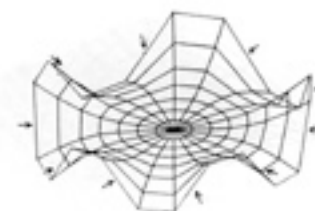
(1) 0.5652 kHz



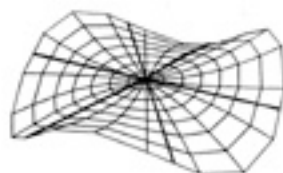
(2) 0.9561 kHz



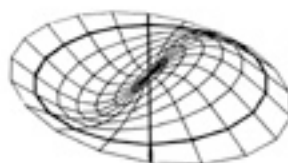
(5) 2.264 kHz



(6) 3.480 kHz



(3) 1.302 kHz



(4) 2.143 kHz



(7) 3.611 kHz



(8) 3.804 kHz

Modes propres d'une corde fixe

Vibrations possibles de la corde = '**Modes propres**'

... fixés par les conditions limites !

fondamental
(harmonique #1)



harmonique #2



harmonique #3



harmonique #4



$$\lambda$$

$$\lambda/2$$

$$\lambda/3$$

$$\lambda/4$$

longueur d'onde

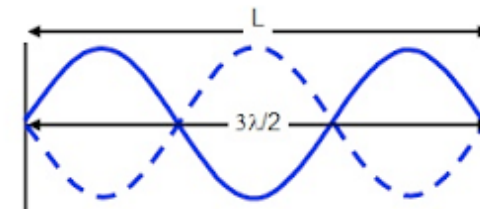
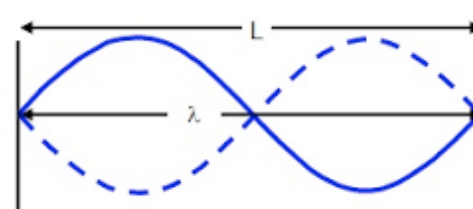
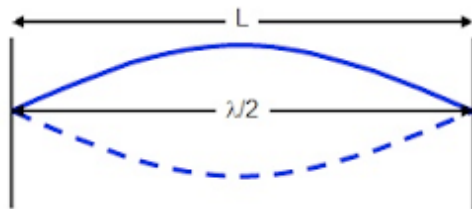
$$f=c/\lambda$$

$$2f$$

$$3f$$

$$4f$$

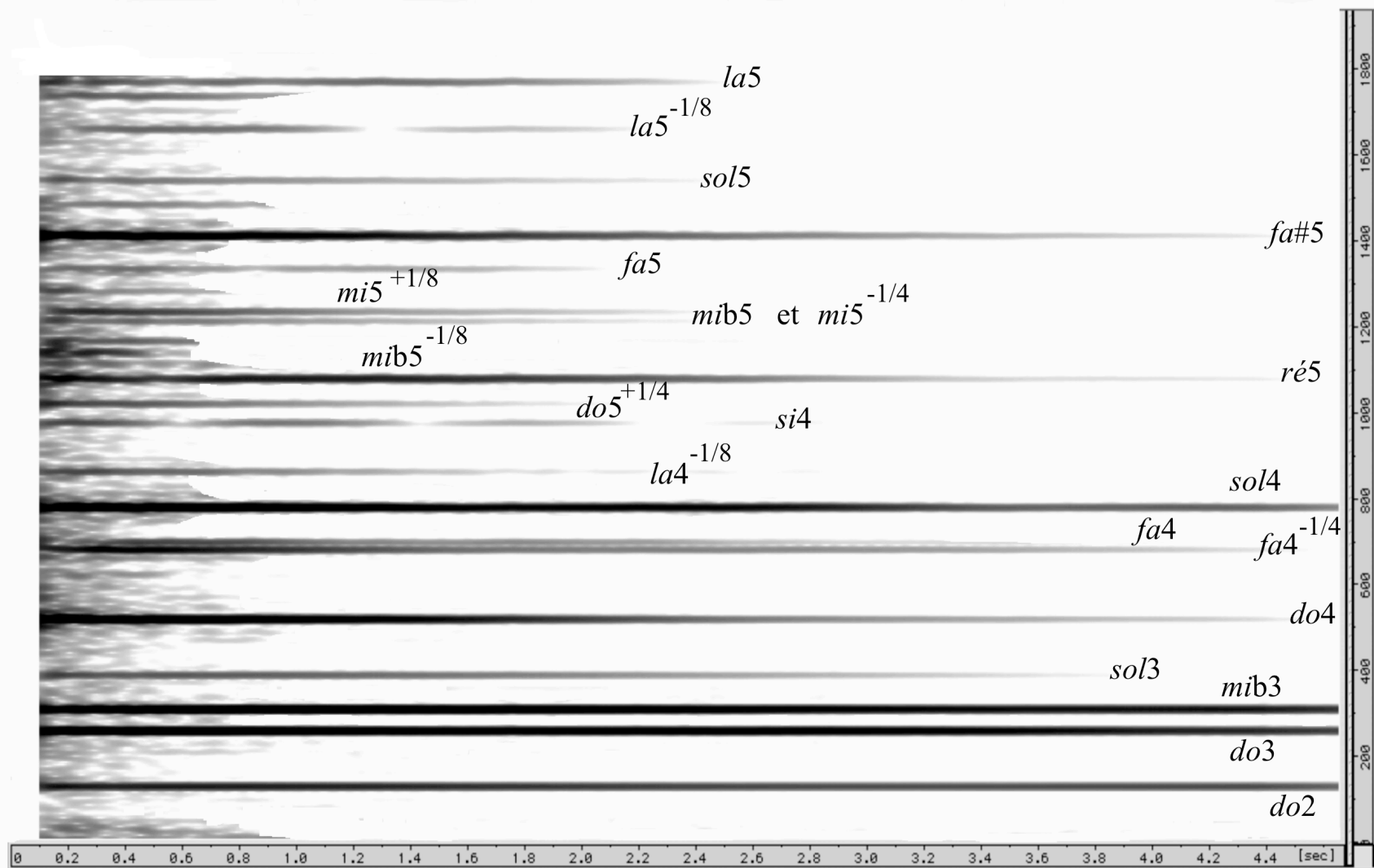
fréquence (Hz)



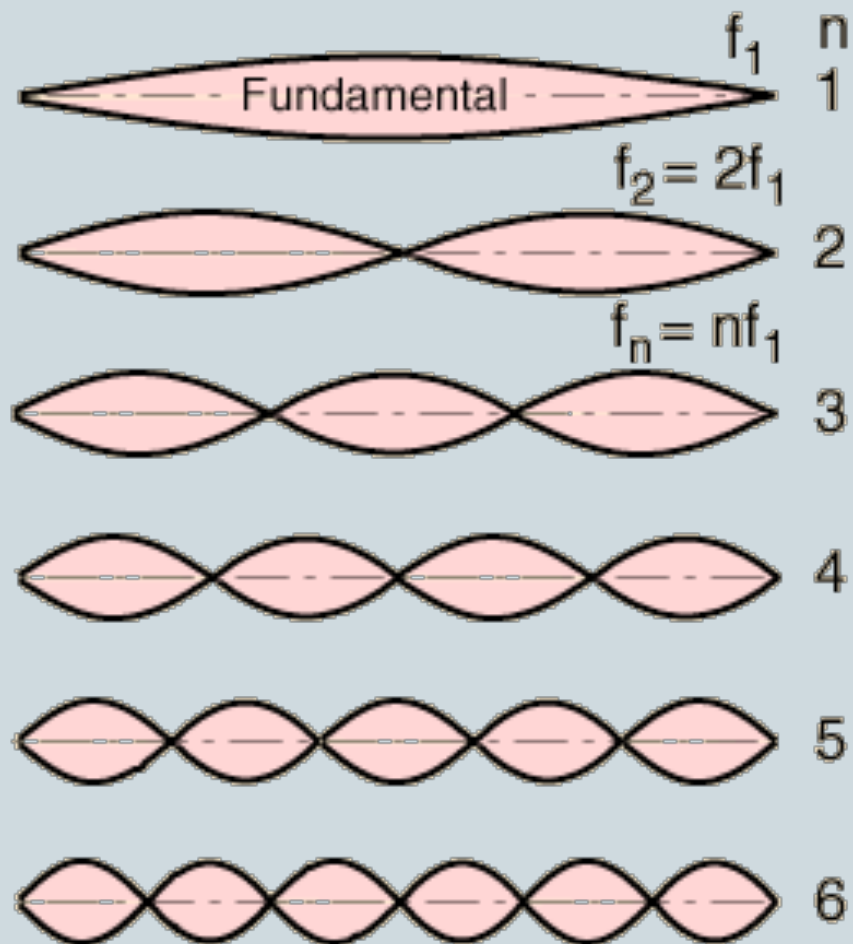
Partiels



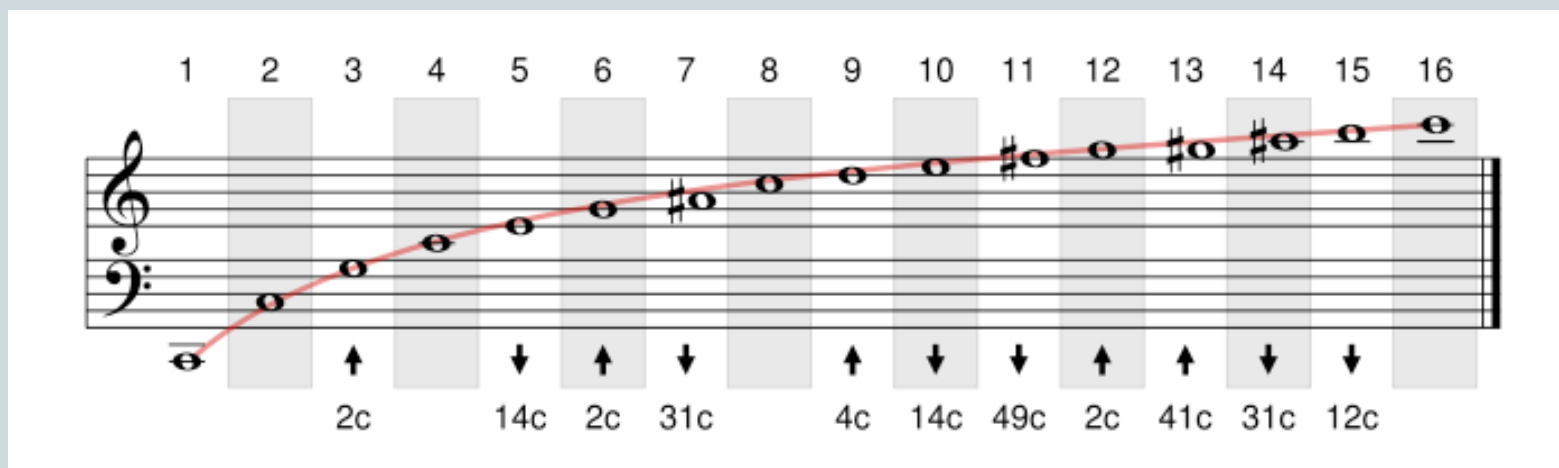
- un **partiel** désigne toute composante simple ou fréquence d'un son.
- Les harmoniques sont des partiels particuliers.
- La somme des partiels donne le timbre d'un instrument de musique.



Les harmoniques



La série harmonique



Résonance



- Augmentation de l'amplitude d'oscillation d'un système physique lorsque celui-ci est excité au voisinage de l'une de ses fréquences propres.



Un système résonant peut accumuler une énergie, si celle-ci est appliquée sous forme périodique, et proche d'une fréquence dite « fréquence de résonance »

Si le système est excité autour d'une de ses fréquences propres, on constate une augmentation de l'amplitude d'oscillation...