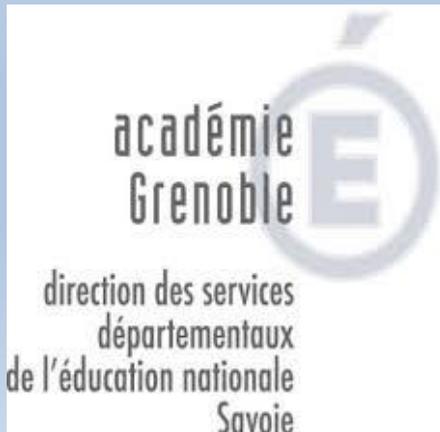
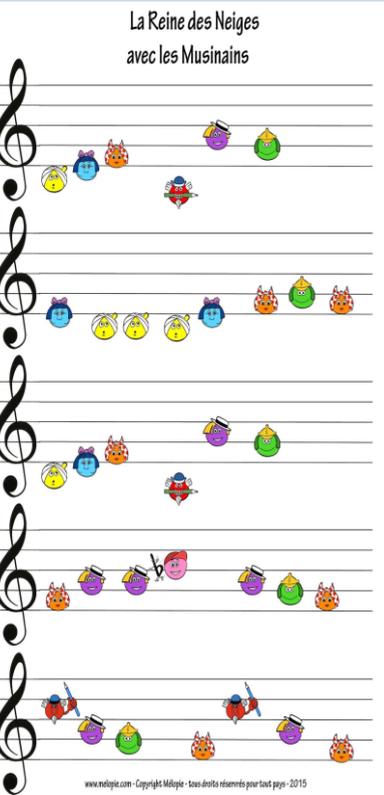


Présentation du DEFI art science Année scolaire 2020-21

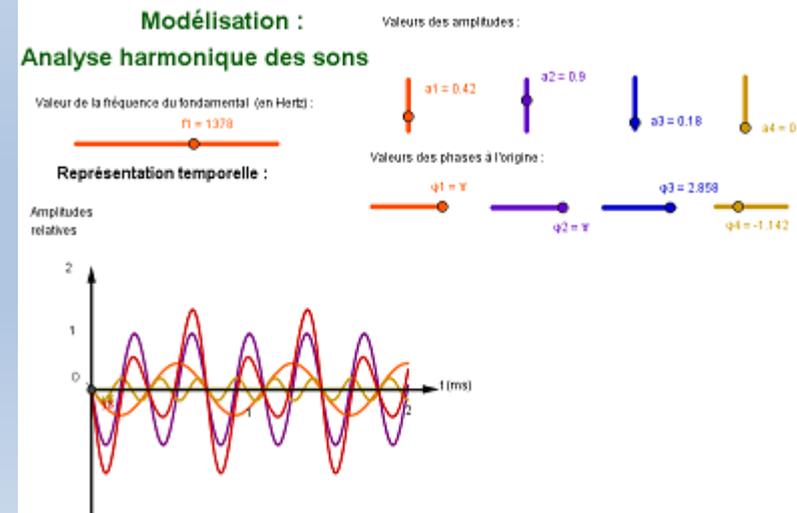
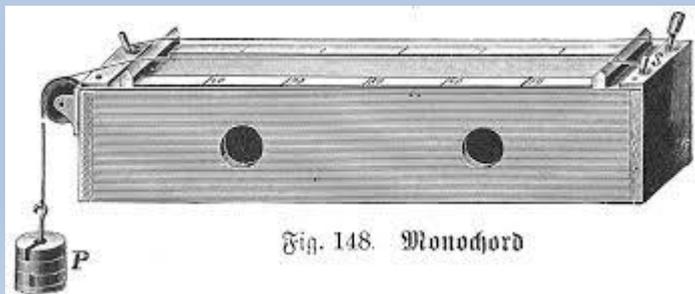


Raisonner pour résonner

Ou comment musique et sciences
s'accordent

pour expliquer

des phénomènes physiques et artistiques...



Pour commencer

RESONNER: une définition en plusieurs points, source: <https://www.cnrtl.fr/definition/r%C3%A9sonner>

A-1 Produire un son amplifié, ou une vibration qui engendre un son.

Résonner lugubrement, sourdement; résonner comme l'ouragan, comme un tambour; faire résonner des accords, des cordes, un diapason, un tambour; des coups résonnent; projectile qui résonne en tombant.

A-2 Retentir en s'accompagnant d'échos, de vibrations sonores.

Le bruit, l'écho, des cris résonne(nt). Son rire résonna dans le silence de la nuit

B- Renvoyer un son en le prolongeant ou en l'amplifiant, s'emplir de bruit.

Synonymes: retentir, vibrer.

Faire résonner une voûte. Cette salle ne résonne pas, résonne beaucoup

Pour commencer

RESONANCE: une définition en plusieurs

points, source: <https://www.cnrtl.fr/lexicographie/r%C3%A9sonance>

A. – SC. PHYS.

-1. Augmentation de l'amplitude d'oscillation d'un système physique lorsque celui-ci est excité au voisinage de l'une de ses fréquences propres. Effet de résonance, fréquence de résonance, (entrer, être) en résonance

-2. Résonance mécanique.

L'exemple le plus simple de résonance mécanique est celui de la balançoire, qui ne prend un mouvement d'amplitude notable que si on lui communique des impulsions accordées sur ses propres oscillations. La mise en branle d'une cloche s'effectue de la même manière.

Résonance de la balançoire: <https://www.youtube.com/watch?v=ULegklruVUE>

Résonance de deux pendules: <https://www.youtube.com/watch?v=ub8a2dqKWPC&t=176s>

Pour commencer

RESONANCE: une définition en plusieurs

points, source: <https://www.cnrtl.fr/lexicographie/r%C3%A9sonance>

Et la plus visuelle lorsqu'on fait vibrer un verre à sa fréquence de résonance:

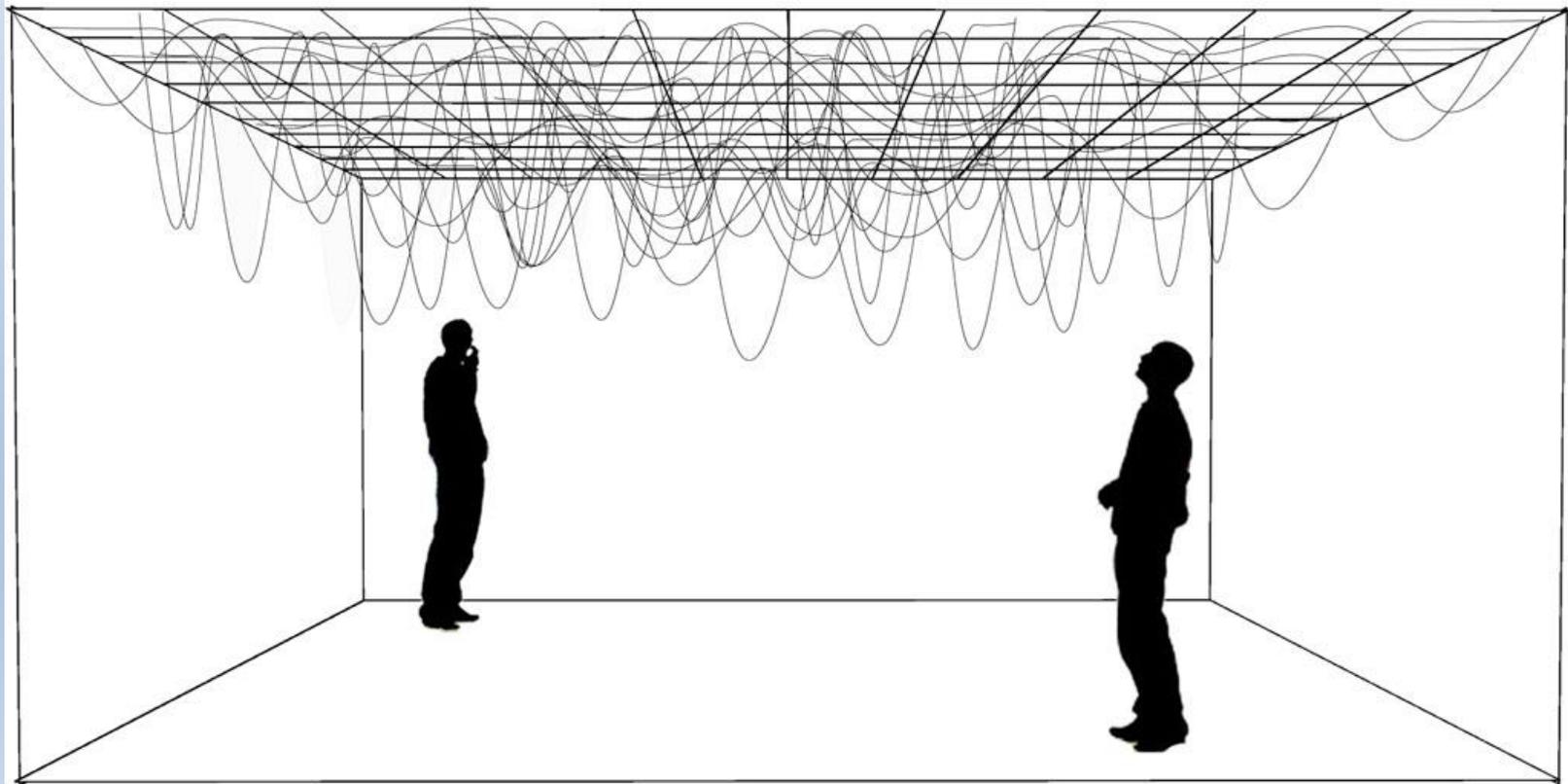
<https://www.youtube.com/watch?v=oMcwym62p8>



RESONANCE: une autre définition

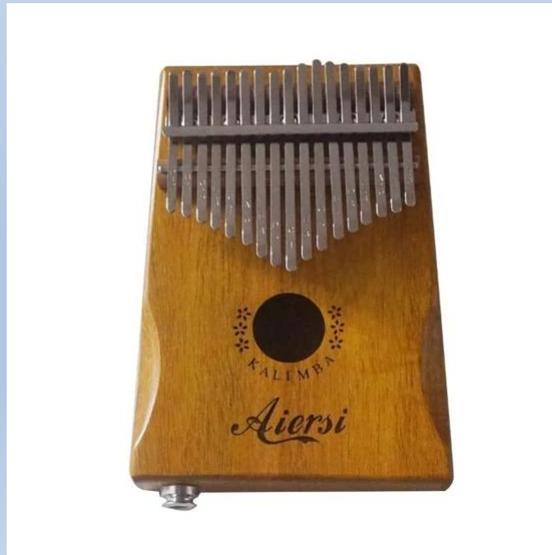
B. -1. Faculté de résonner, propre à certains objets, à certains milieux; prolongement ou amplification des sons. La résonance de la salle du Conservatoire .

Synonyme: réverbération



RESONANCE: une autre définition

B. -2. a) ACOUST., ACOUST. MUSICALE. Propriété d'accroître la durée ou l'intensité du son; son résultat. Boîte, caisse, corps de résonance. Enceinte fermée dans laquelle se produisent des phénomènes de résonance.

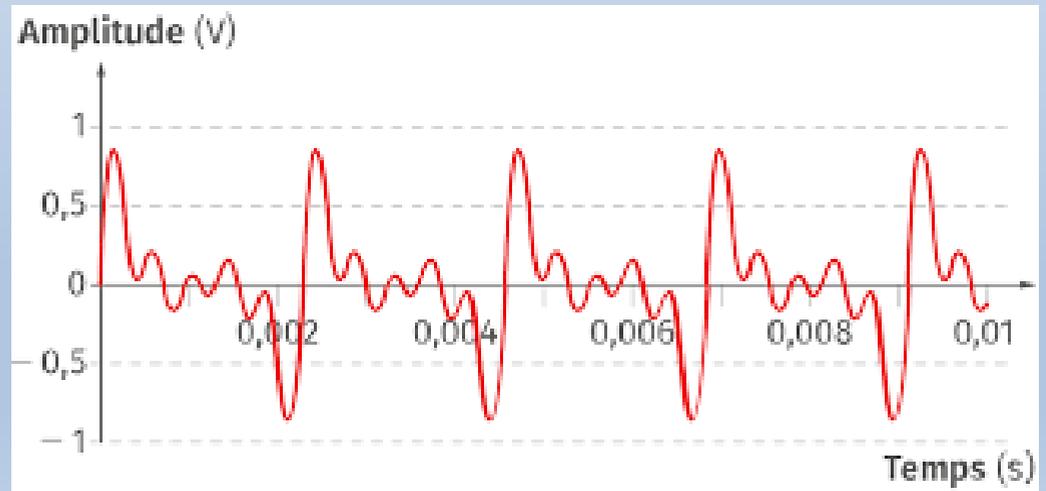
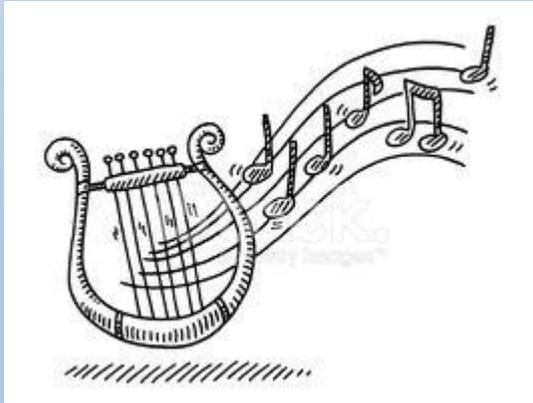


RESONANCE: une autre définition

B.- 2. b) MÉD., PHYSIOL. Bruit que l'on distingue en auscultant le larynx, le cou et le thorax d'un individu qui parle (d'apr. Littré-Robin 1858); amplification des sons, par le jeu des organes phonateurs, dans une ou plusieurs parties des cavités de la bouche et du nez.

Musique et sciences

«« La musique est le plaisir que ressent l'esprit humain de compter sans s'en rendre compte ». Leibniz



Au menu de la présentation de la partie Musique et sciences

1 C'est quoi un son, un bruit, une note?

2 Peut-on voir un son? Peut on le voir résonner?

3 Peut-on mesurer un son? comment caractériser un son?

3-1 Le son se propage-t-il toujours à la même vitesse?

3-2 Comment un son est-il transmis jusqu'à notre oreille ?

3-3 Quels sont les différents moyens de produire un son?

3-4 C'est quoi la fréquence d'un son? un ultra son ? un infra son ?

3-5 Timbre, intensité, amplitude : ça veut dire quoi pour un son ?

4 Comment construire un objet sonore ?

4-1 Et si on étudiait les différents types d'instruments de musiques pour s'en inspirer ?

4-2 Un peu de physique des matériaux pour comprendre pourquoi et comment ça sonne.

4-3 Pourquoi et comment écrire un codage musicale? Et si on regardait quelques musicogrammes ?

**1-C'est quoi un son,
un bruit,
une note?**

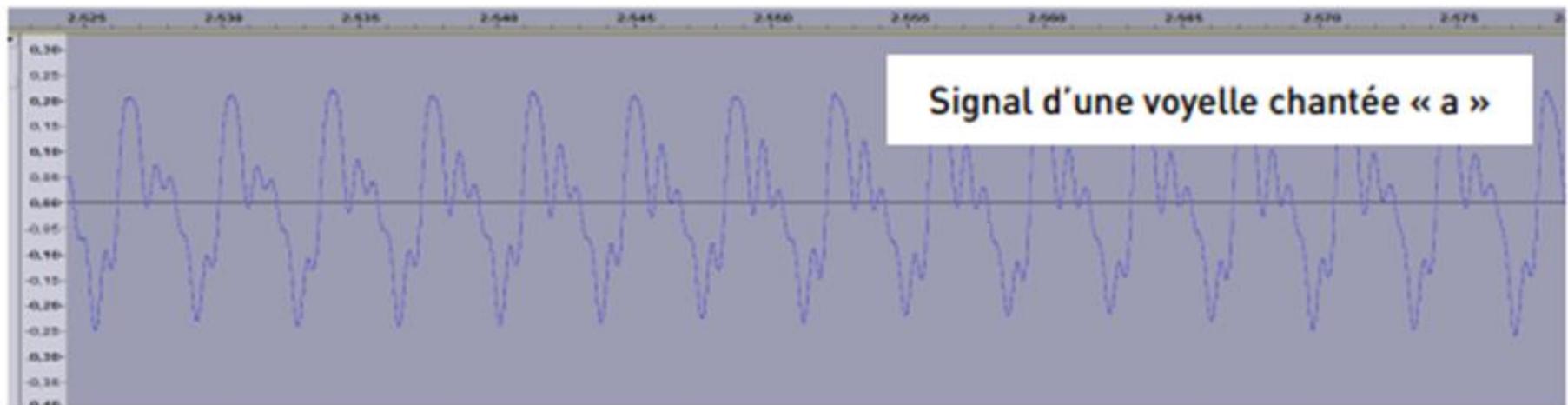
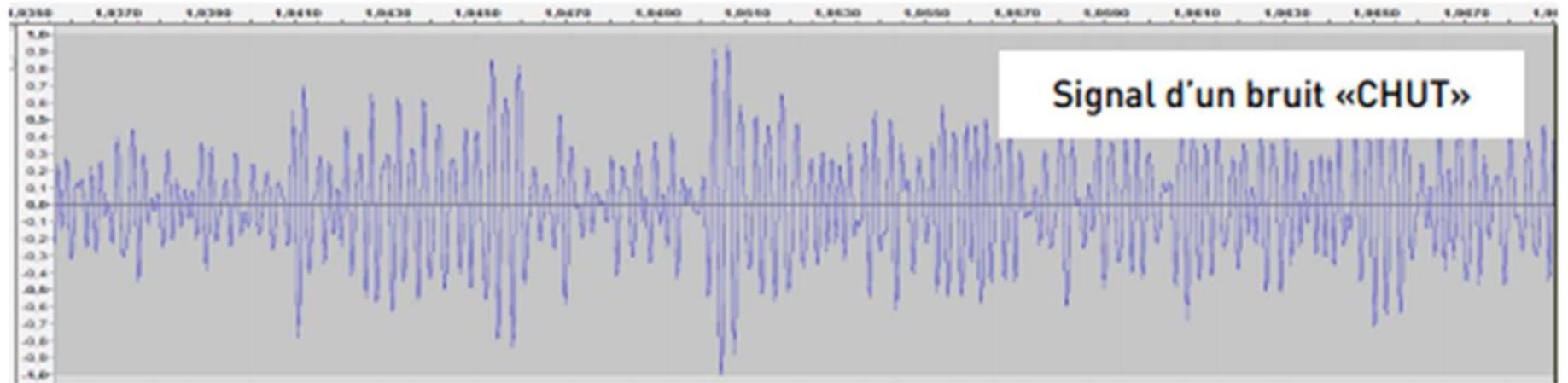
1-C'est quoi un son, un bruit,une note?

Présentation de la problématique



L'enregistrement sur le logiciel AUDACITY permet de « voir » la différence

1-C'est quoi un son, un bruit, une note?



« sons, notes ou bruit? »

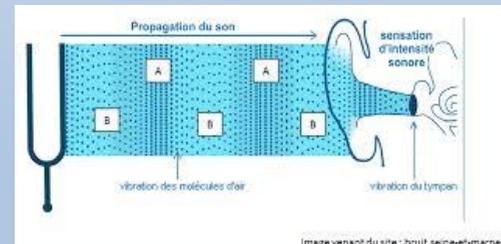
-  les sons résultent d'une action, d'intention sur un matériau, ils sont caractérisés par une vibration mécanique
-  les notes sont des sons qui ont un lien entre eux . Ce lien est défini dans un rapport mathématique les une aux autres, selon une référence
-  La référence s'appelle la GAMME, (voir diapos 48-49)
-  Le bruit fait parfois partie des sons produits dans une composition musicale

→ la musique pour favoriser l'interdisciplinarité

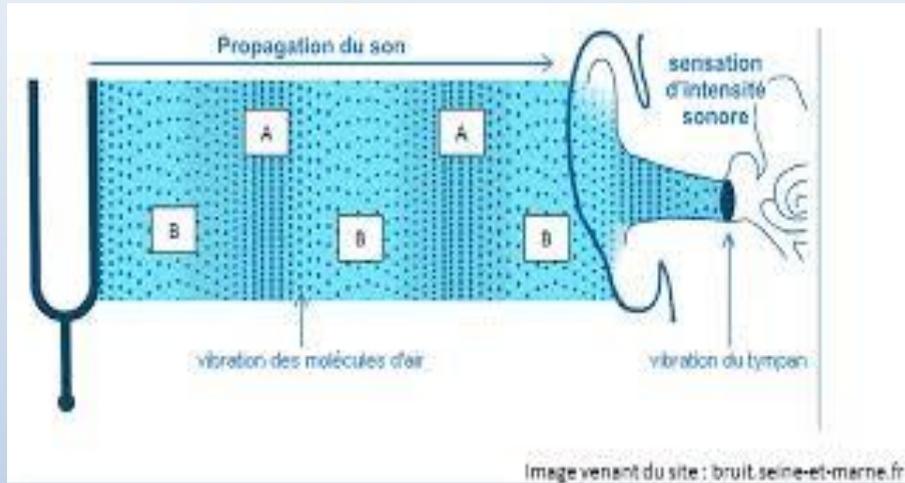
[Morning/Catfish row, extrait de Porgy and Bess – G.Gershwin](#)

**Pour créer un son il faut
un excitateur
un résonnateur
un milieu pour la propagation
un récepteur**

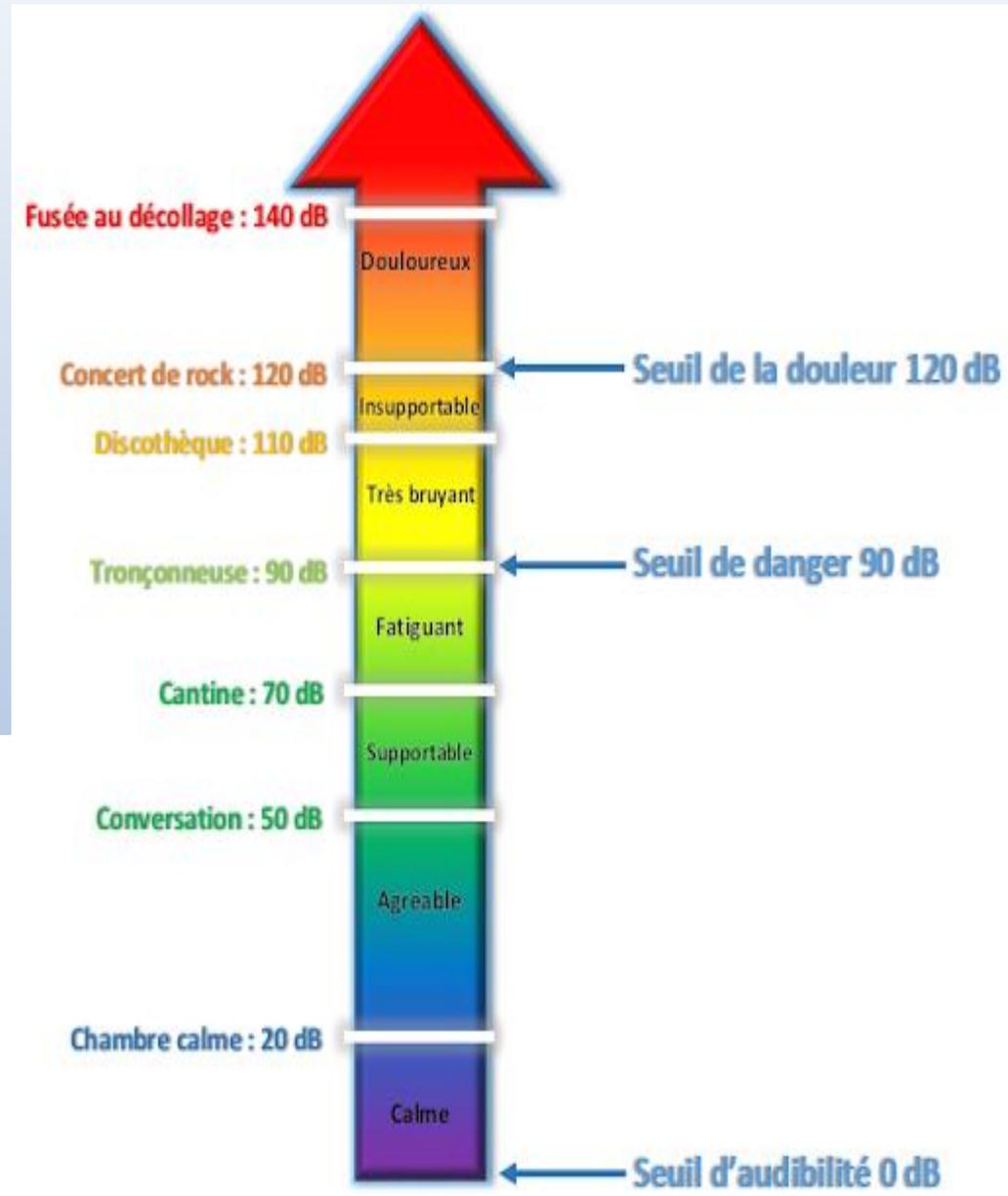
Expérience du phonographe



Comment mesurer le bruit?



**En mesurant le
niveau sonore
avec un
sonomètre**

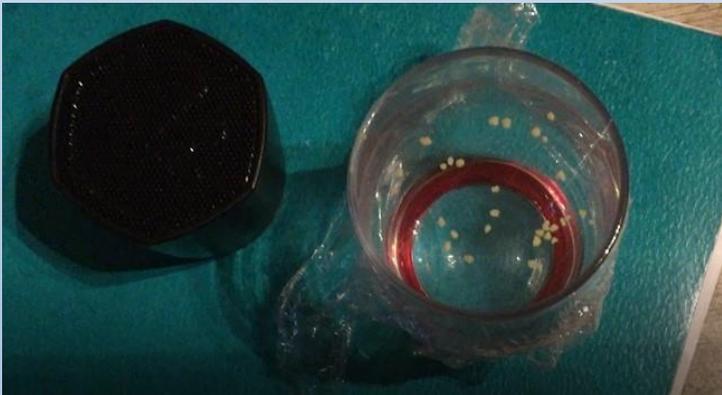


**2- Peut-on voir
un son?**

**Peut on le voir
résonner?**

Une expérience simple à réaliser pour visualiser les phénomènes sonores:

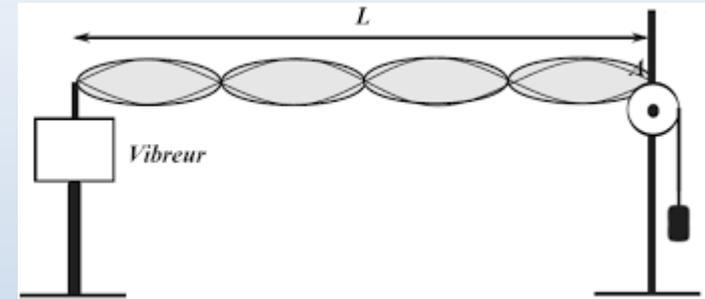
- Un récipient
- Une membrane réalisée avec du film plastique bien tendu pour favoriser la vibration
- Des grains moyens de semoule de blé
- Une enceinte favorisant la diffusion des sons graves



-> les grains de semoule dansent au rythme de la musique, sans que l'enceinte ne touche la membrane!

2- Peut-on voir un son? Peut on le voir résonner?

Expérience de Melde:



Figures de Chladni



<https://julien-matthey.com/quand-le-son-devient-visible/>

<https://www.centredessciencesdemontreal.com/blogue/est-ce-qu-on-peut-voir-le-son>

3- Peut-on mesurer un son? Comment caractériser un son?

<p>- AIMER <small>PLAISIR DE MÊME SOUS ET LES AUTRES. AIMER (A. VII)</small></p>	<p>- S'ANCRER <small>ANCHORER. FICER. NEIG CACHER. LES. HANNA ENLIGNER. VIB. ET SON</small></p>	<p>- PRENDRE SOIN DE SOI <small>HANNA. L'ÉTAT D'UNE. QUI. NEUS SEM. M. S. ET. 12 O. S. O. T. I. E. R.</small></p>	<p>- LIRE - ÉCOUTER - REGARDER - ÉCROIRE <small>DES. D'UNES. HANNA. M. S. HANNA. L'ÉTAT. M. S.</small></p>	<p>- PRIER</p>
<p>- COMMUNIQUER <small>LA. HANNA. M. S. LA. HANNA. M. S.</small></p>	<p>COMMENT ÉLEVER SA VIBRATION</p> <p>LE MONDE S'ÉVEILLE GRÂCE À VOUS TOUS</p>		<p>- LA GRATITUDE <small>LA. HANNA. M. S. LA. HANNA. M. S. LA. HANNA. M. S. LA. HANNA. M. S.</small></p>	<p>- SOURIRE <small>TOUT LE TEMPS ET À TOUT LE MONDE.</small></p>
<p>- POSITIVER <small>POSER. POSER. POSER. POSER. POSER. POSER. POSER. POSER. POSER. POSER.</small></p>				<p>- PURIFIER <small>POSER. POSER. POSER. POSER. POSER. POSER. POSER. POSER. POSER.</small></p>
<p>- RESPIRER <small>POSER. POSER. POSER. POSER. POSER. POSER.</small></p>				
<p>- MÉDITER</p>				
<p>- RIRE - DANSER - CHANTER - ÉCOUTER <small>POSER. POSER.</small></p>	<p>- MANGER CRU <small>POSER. POSER. POSER. POSER. POSER. POSER.</small></p>	<p>- LA JOIE <small>POSER. POSER. POSER. POSER. POSER. POSER. POSER. POSER. POSER.</small></p>	<p>- BANCHES - BANCHES - BANCHES - BANCHES - BANCHES - BANCHES</p>	<p>- LA NATURE <small>POSER. POSER. POSER. POSER. POSER. POSER.</small></p>

3- Peut-on mesurer le son? Comment caractériser un son?

3-1 Le son se propage-t-il toujours à la même vitesse?



3- Peut-on mesurer le son? Comment caractériser un son?

3-1 Le son se propage-t-il toujours à la même vitesse?

Température	Vitesse du son
-10°C	325 m/s
0°C	330 m/s
10°C	337m/s
20°C	343 m/s
30°C	349m/s

Milieu	Vitesse du son
Air	340 m/s
Eau	1450 m/s
Glace	3200m/s
Verre	5300 m/s
Acier	5750m/s

3- Peut-on mesurer le son? Comment caractériser un son?

3-1 Le son se propage-t-il toujours à la même vitesse?

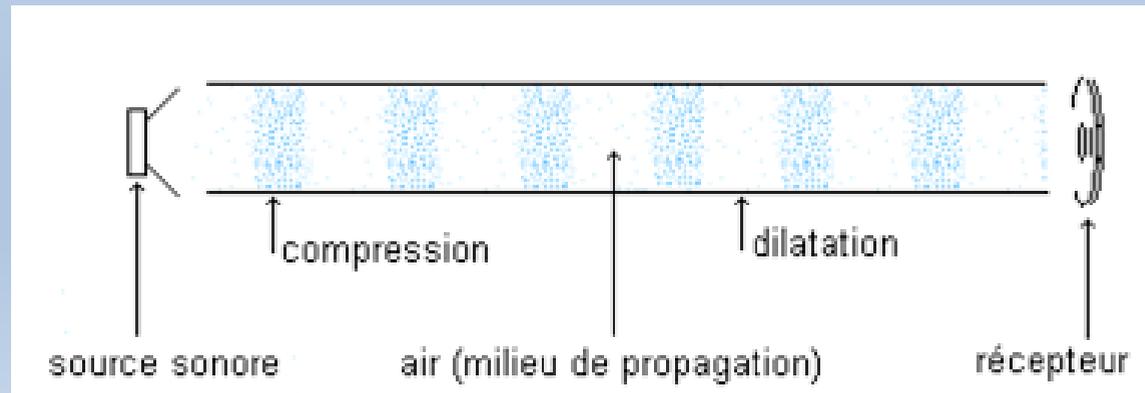
Vitesses de propagation

Tissu	c (m/s)
Eau	1480
Air	340
Sang	1566
Os spongieux	1450 - 1800
Os cortical	3000 - 4000
Graisse	1450
Muscle	1550 - 1630
Peau	1600
Cerveau	1530
Foie	1560
Moyenne tissus mous	1540

3- Peut-on mesurer le son? Comment caractériser un son?

3-2 Comment un son est-il transmis jusqu'à notre oreille ?

Expérience du tube de Kundt: https://www.youtube.com/watch?v=qUiB_zd9M0k



3- Peut-on mesurer le son? Comment caractériser un son?

3-2 Comment un son est-il transmis jusqu'à notre oreille ?

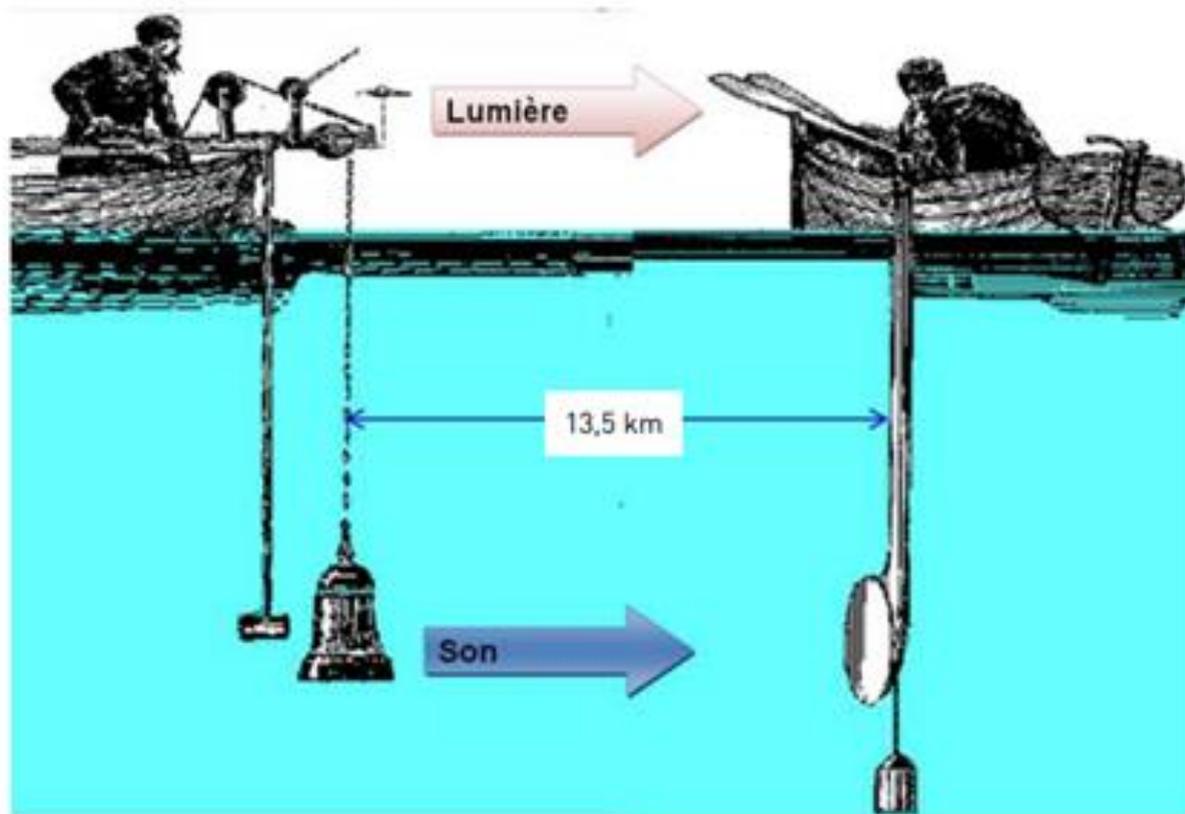


Remarque : il est aussi possible de s'appuyer sur l'extrait d'une bande dessinée, par exemple sur *Lucky Luke, tome 12 : Les Cousins Dalton* par Morris, René Goscinny, Dupuis, 1977, page 24.

3- Peut-on mesurer le son? Comment caractériser un son?

3-2 Comment un son est-il transmis jusqu'à notre oreille ?

Propagation du son dans l'eau



Des expériences furent faites par Colladon et Sturm en 1828 sur le lac Léman de nuit.

Le son était produit par une cloche immergée dans le lac et frappée par un marteau. Un dispositif lié au marteau produisait un signal lumineux au moment où la cloche était frappée. Dans une barque située 13.5 km, l'autre expérimentateur voyait l'éclairement dû au signal lumineux, puis percevait le son environ 9,1 secondes plus tard au moyen d'un grand cornet acoustique immergé dans le lac.

**3-3 Quels sont les
différents moyens
de produire un son?**

3-3 Quels sont les différents moyens de produire un son?

On peut produire différents sons

- en faisant vibrer différentes matières:

Corde, métal, bois, plastique, pierre, verre...



3-3 Quels sont les différents moyens de produire un son?

- de différentes formes:
tubes, lames, caisses, sphères, pavillons...



3-3 Quels sont les différents moyens de produire un son?

En faisant varier la manière de créer la vibration:
Frapper, gratter, frotter, pincer, souffler....
Et la taille de l'objet qui vibre

[https://www.fondation-lamap.org/sites/default/files/upload/media/ressources/activites/11125 Ecouter et produire des sons/253 son.pdf](https://www.fondation-lamap.org/sites/default/files/upload/media/ressources/activites/11125_Ecouter_et_produire_des_sons/253_son.pdf)

Vidéo yaourtophone (ou en direct)

**3-4 C'est quoi la fréquence
d'un son musical?
un ultra son ? un infra son ?**

3- Peut-on mesurer le son? Comment caractériser un son?

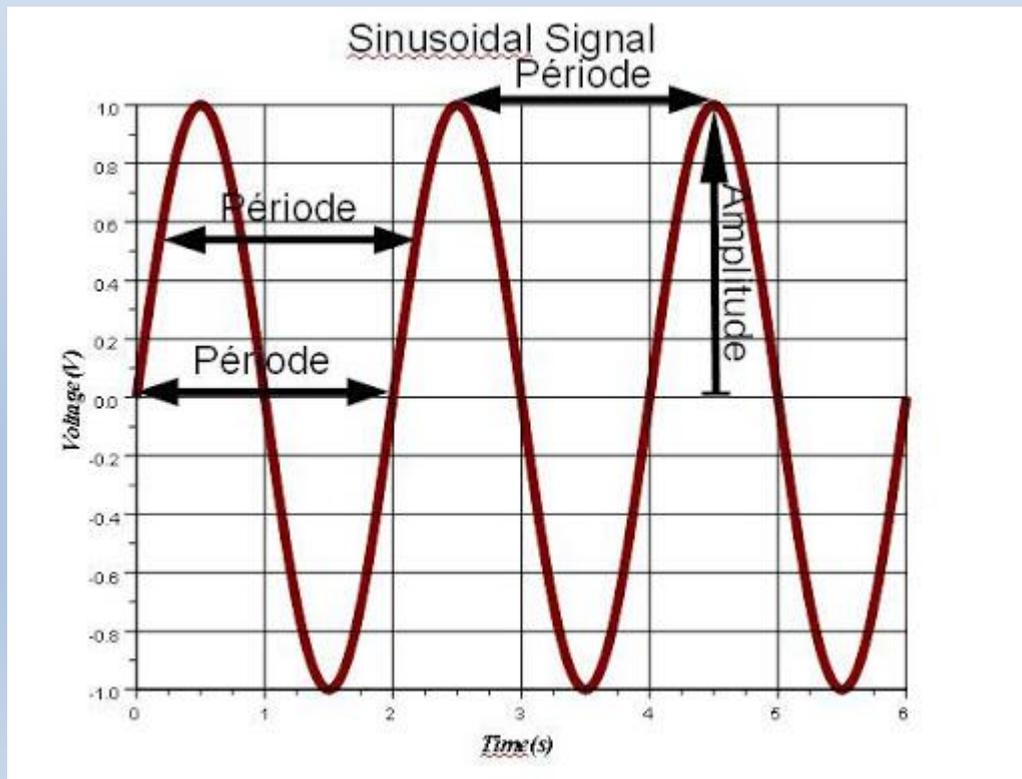
3-4 C'est quoi la fréquence d'un son musical? un ultra son ? un infra son ?

Une **oscillation sinusoïdale** correspond à la **répétition d'un motif dans le temps**.

La **durée** de ce motif est appelée **période**. Pour un son elle est inférieure à une seconde.

La fréquence est calculée à partir du nombre de fois que ce motif se répète en une seconde. Son unité est le Hertz.

Par exemple
un signal (sonore,
lumineux...) qui a un
motif qui se répète 100
fois par seconde a une
fréquence de 100 Hz



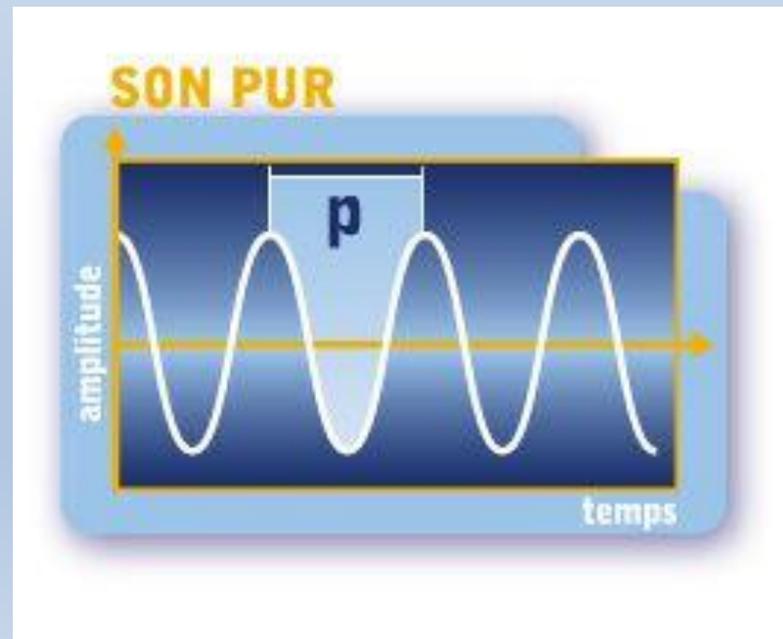
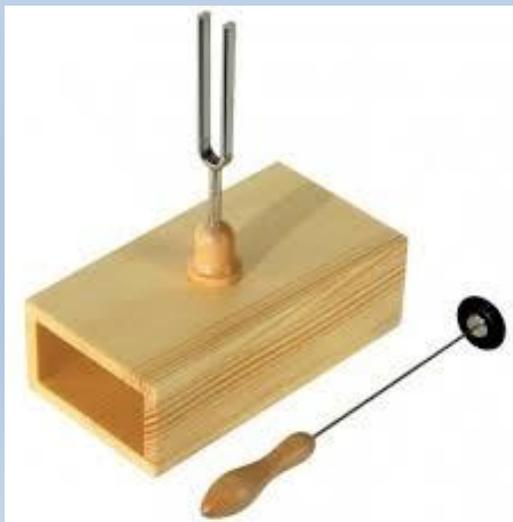
3- Peut-on mesurer le son? Comment caractériser un son?

3-4 C'est quoi la fréquence d'un son musical? un ultra son ? un infra son ?

Un son pur, ou son simple, correspond à une **onde sinusoïdale** dont la **fréquence** ne varie pas au cours du temps.

Dans la pratique, on pourra considérer des sons purs dont l'amplitude est également constante pendant un certain laps de temps.

Le son émis par le diapason est un exemple de son pur.



3- Peut-on mesurer le son? Comment caractériser un son?

3-4 C'est quoi la fréquence d'un son musical? un ultra son ? un infra son ?

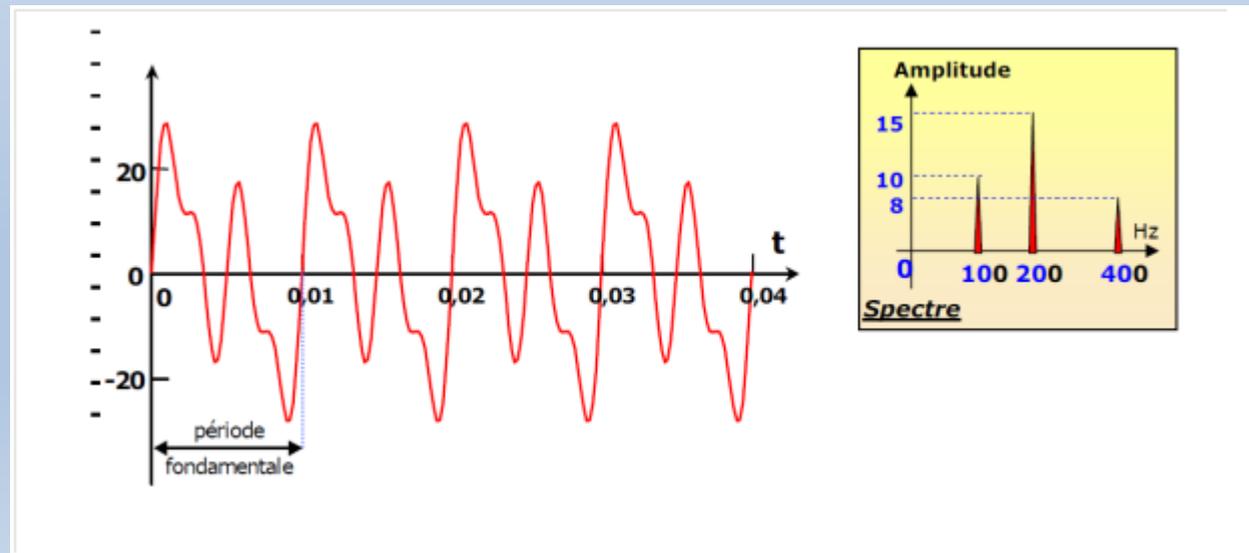
Son complexe

La plupart des sons que nous percevons dans notre environnement ne sont pas purs mais complexes.

Ils sont composés de plusieurs sons purs de fréquences et d'amplitudes différentes.

Un **son musical** est un cas particulier de **son complexe**, produit par un instrument de musique.

un **son musical est périodique** (de période constante au cours du temps), mais n'est pas forcément sinusoïdal.



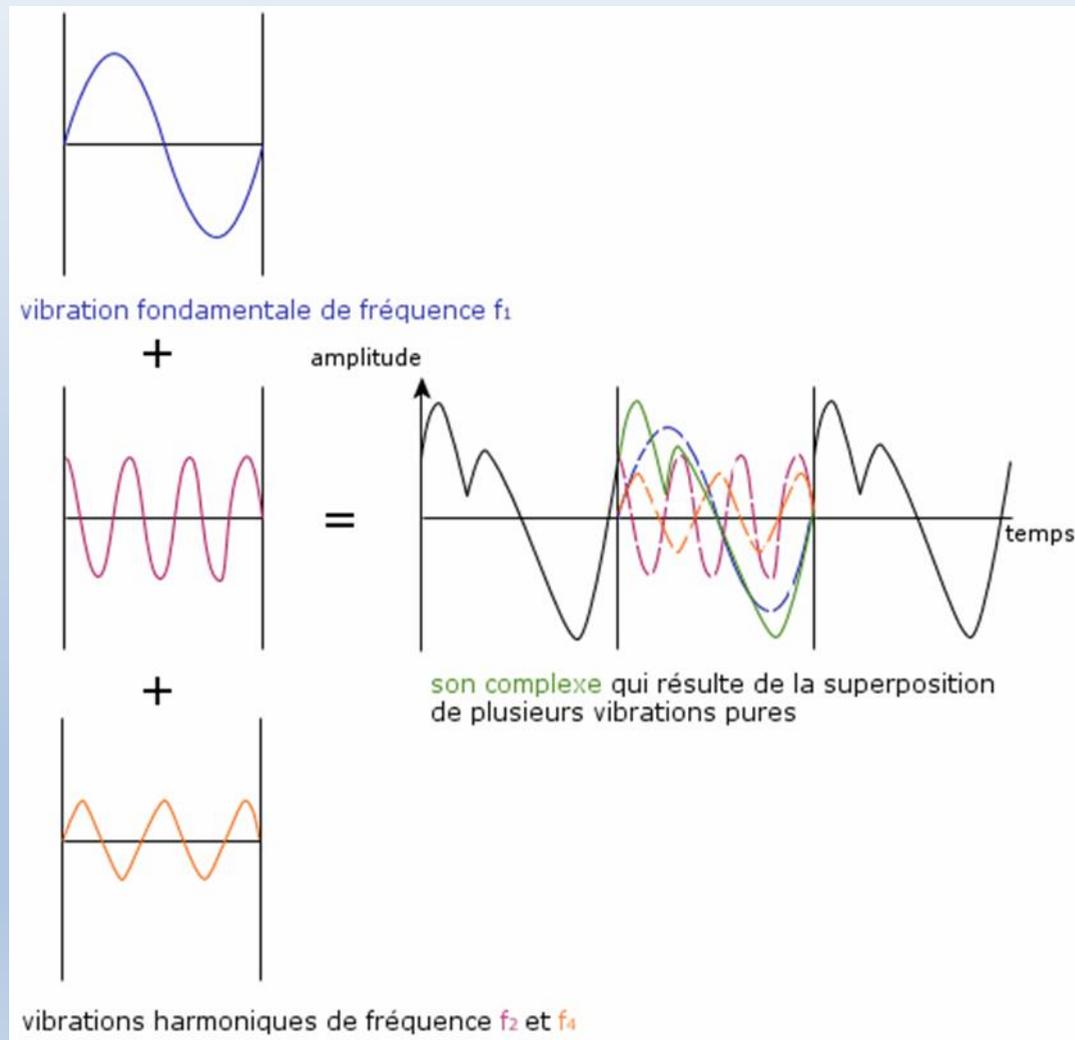
3- Peut-on mesurer le son? Comment caractériser un son?

3-4 C'est quoi la fréquence d'un son musical? un ultra son ? un infra son ?

Son complexe, ou la notion d'harmoniques

Pour jouer avec les
harmoniques:

http://www.ostralo.net/3_animations/swf/harmoniques.swf



3- Peut-on mesurer le son? Comment caractériser un son?

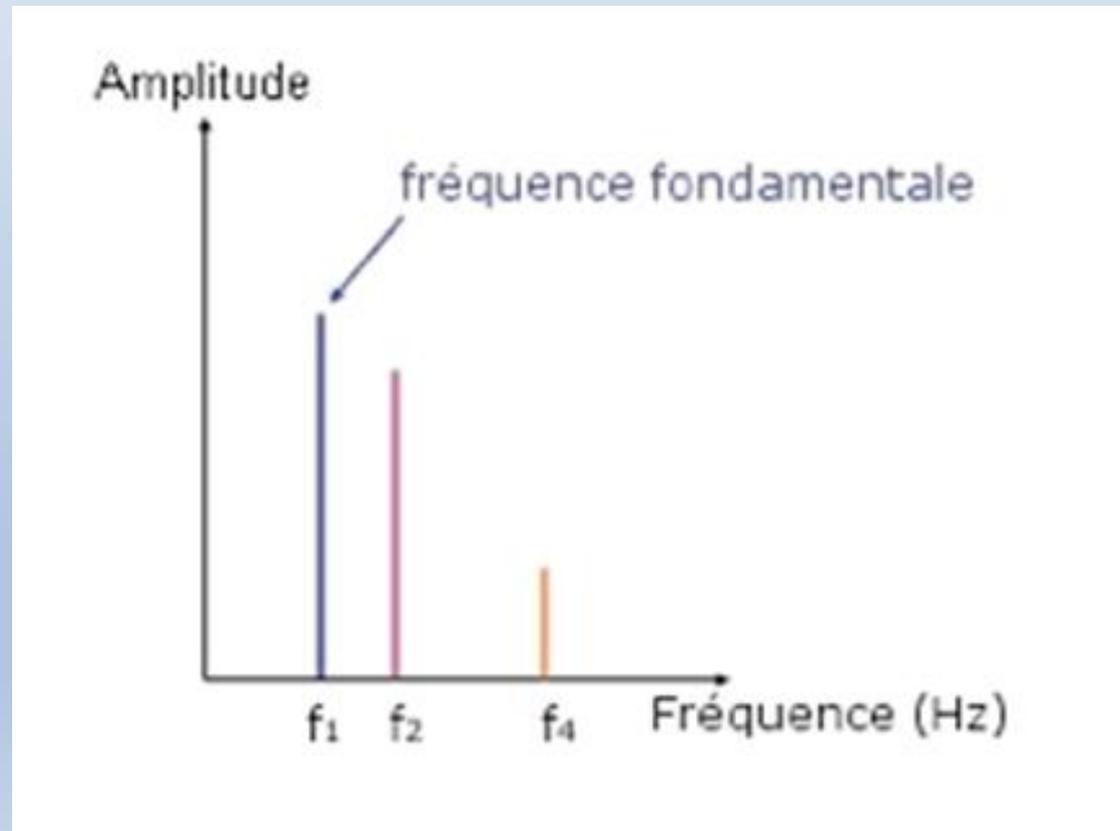
3-4 C'est quoi la fréquence d'un son musical? un ultra son ? un infra son ?

Son complexe, ou la notion d'harmoniques et de fréquence fondamentale

1- Vidéo montrant la
construction d'un son complexe

2- lien pour accéder à
ostralo.net:

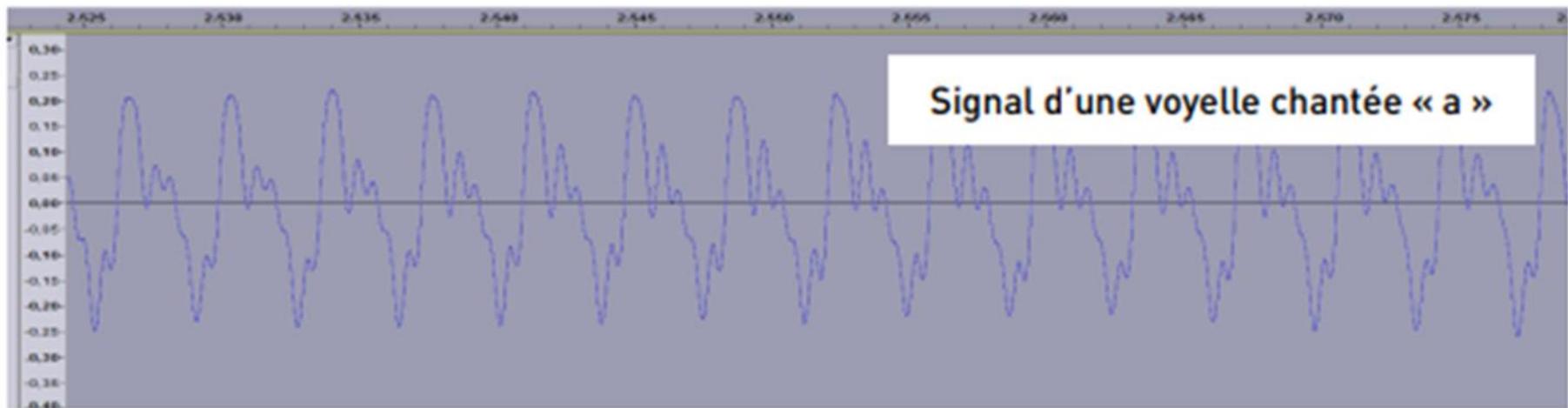
http://physique.ostralo.net/harmoniques_son/



3- Peut-on mesurer le son? Comment caractériser un son?

3-4 C'est quoi la fréquence d'un son musical? un ultra son ? un infra son ?

Ce qui explique la diapo vue au début



3- Peut-on mesurer le son? Comment caractériser un son?

3-4 C'est quoi la fréquence d'un son musical? un ultra son ? un infra son ?

Ce phénomène est connu des musiciens depuis la nuit des temps:

[Davyd Hykes : Rainbow voices](#): écouter surtout à partir de 1'44mn

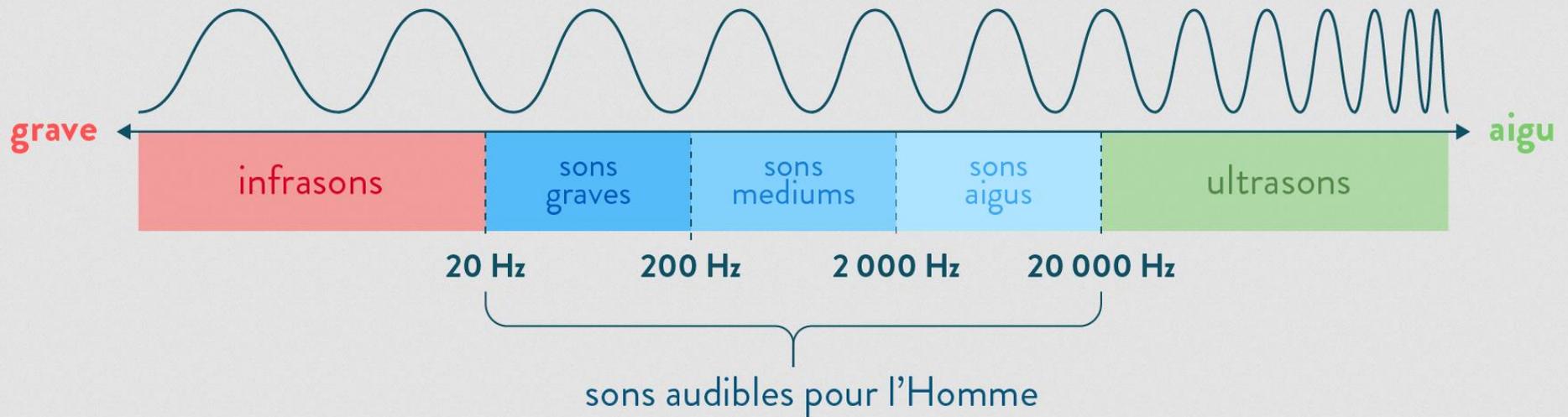
On peut aussi jouer avec des tuyaux harmoniques

<https://www.youtube.com/watch?v=le1KlyH4Trk>

Ou démonstration en direct si ça marche!

3- Peut-on mesurer le son? Comment caractériser un son?

3-4 C'est quoi un ultra son ? un infra son ?



**3-5 Hauteur,
timbre,
intensité,
amplitude,
enveloppe d'un
son musical ,
ça veut dire
quoi?**

3- Peut-on mesurer le son? Comment caractériser un son?

3-5 Hauteur, timbre, intensité, amplitude,, enveloppe d'un son musical , ça veut dire quoi?

La hauteur d'un son musical correspond à la **fréquence** de son mode de vibration **fondamentale**, exprimée en hertz (symbole : Hz).

La hauteur d'un son est associée au nom de la note jouée (do, ré, mi, ... d'une certaine octave).

Le terme de hauteur vient du fait que les notes sont écrites sur une portée musicale de telle manière que la position verticale de la note sur la portée correspond à son nom. La hauteur d'un son est la caractéristique qui permet de dire si un son est aigu ou grave.

Il y a aussi cette vidéo qui est très bien pour les hauteurs de notes, même si un peu longue et pour les passionnés: <https://www.youtube.com/watch?v=cTYvCpLRwao>

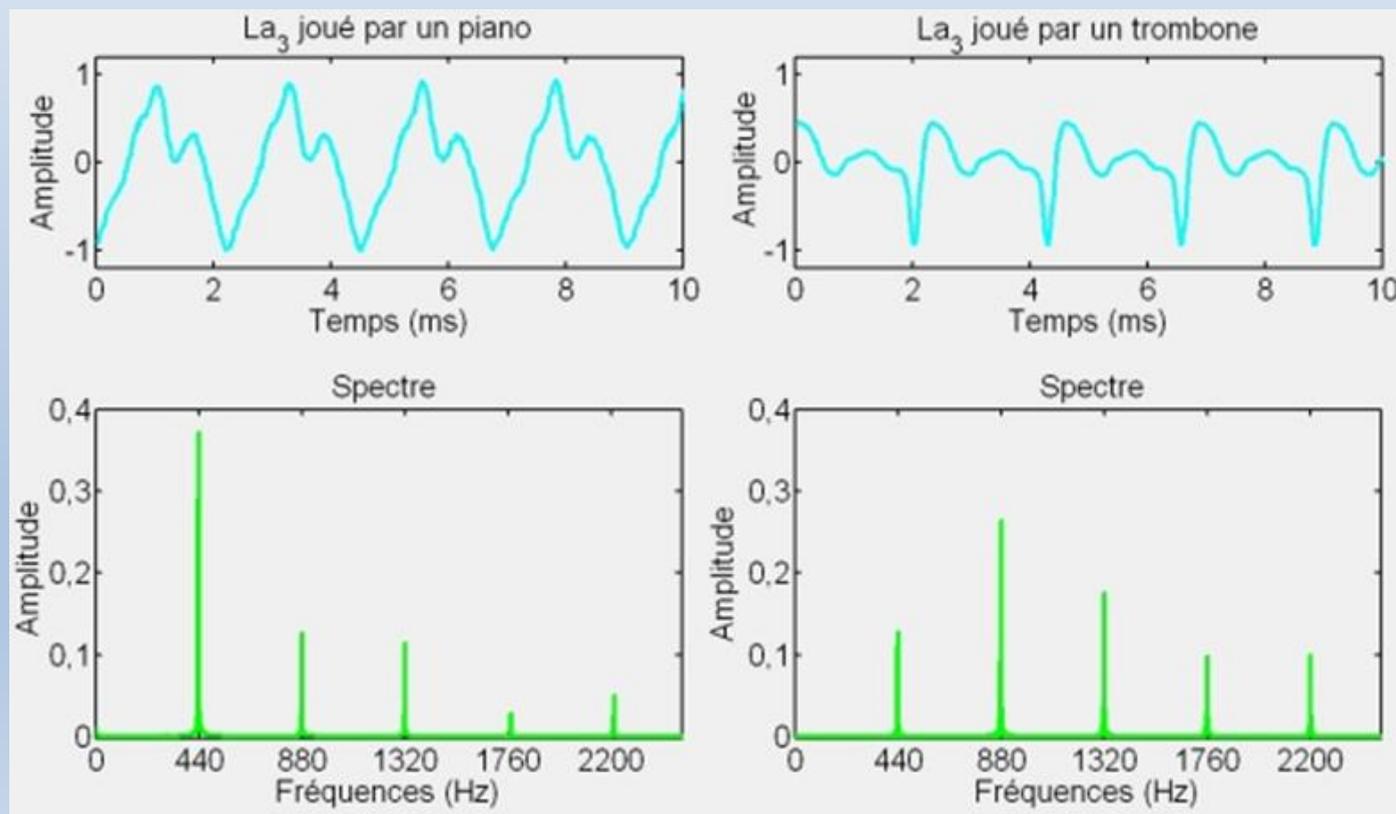
3- Peut-on mesurer le son? Comment caractériser un son?

3-5 Timbre, intensité, amplitude, hauteur, enveloppe d'un son musical : ça veut dire quoi?

Timbre d'un son musical

Deux sons musicaux correspondant à une même note (même fréquence fondamentale), mais émis par deux instruments différents ne sont pas perçus de la même façon par l'oreille. On dit alors que ces deux sons n'ont pas le même timbre.

deux sons font apparaître **des harmoniques de mêmes fréquences, mais d'amplitudes différentes d'un son à l'autre.**



3- Peut-on mesurer le son? Comment caractériser un son?

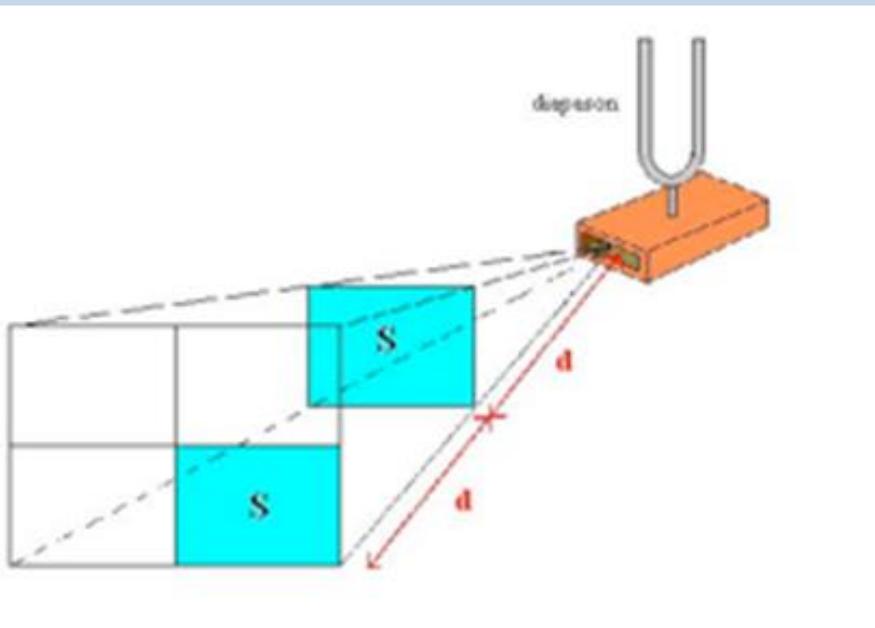
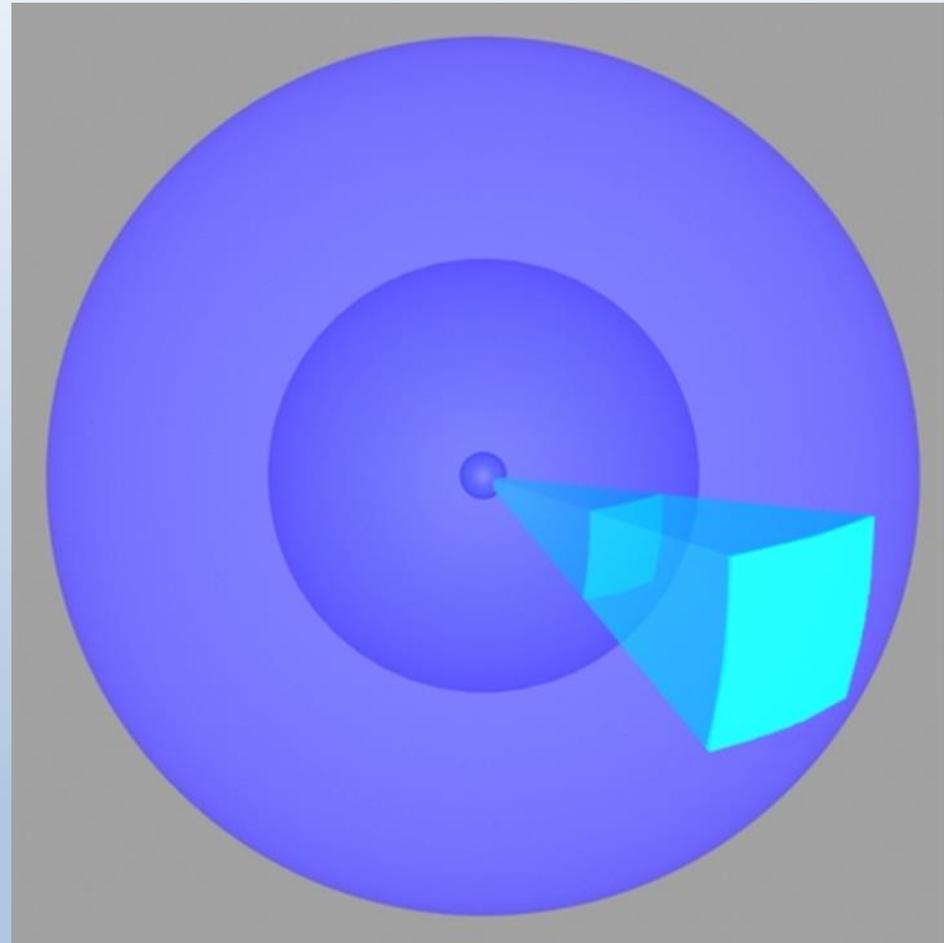
3-5 Timbre, intensité, amplitude, hauteur, enveloppe d'un son musical : ça veut dire quoi?

Intensité acoustique d'un son

Plus on est loin de la source, plus l'intensité acoustique du son perçu est faible.

Elle se mesure en Watt/ m²

Ne pas confondre avec le niveau sonore mesuré en dB, ou l'amplitude mesurée en



3- Peut-on mesurer le son? Comment caractériser un son?

3-5 Timbre, intensité, amplitude, hauteur, enveloppe d'un son musical : ça veut dire quoi?

L'amplitude correspond aux variations de pression dans l'air traversé par l'onde.

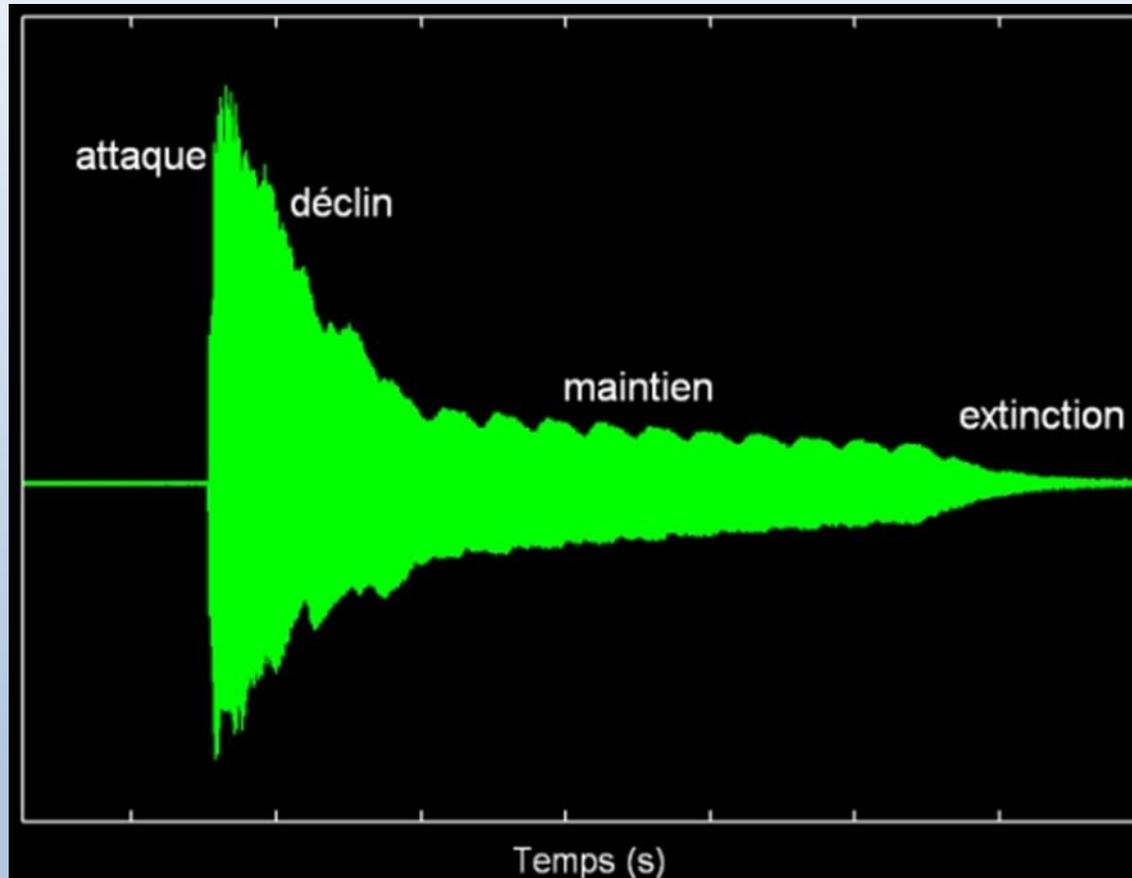
L'intensité sonore correspond à un effet de pression sur le matériau dans lequel l'onde se propage, par mètre carré de ce matériau, mesuré en Watt / m².

Le niveau sonore est directement lié à l'intensité sonore à travers cette relation, mesuré en décibel.

3- Peut-on mesurer le son? Comment caractériser un son?

3-5 Timbre, intensité, amplitude, hauteur, enveloppe d'un son musical : ça veut dire quoi?

Enveloppe d'un son musical



**Mais au fait, quand
est-ce qu'un son
musical devient une
note?**

3- Peut-on mesurer le son? Comment caractériser un son?

Mais au fait quand est ce qu'un son musical devient une note?

Les notes de musique, quels que soit les styles, ne sont pas choisies arbitrairement.

Elles sont « sélectionnées » en fonction des rapports arithmétiques qui existent entre leurs fréquences.

- Rapport de 2 qui va donner l'octave (do grave – do aigu)
- Rapport de 3 qui va donner la quinte (do – sol)
- Rapport de 5 qui va donner la tierce majeure (do-mi)



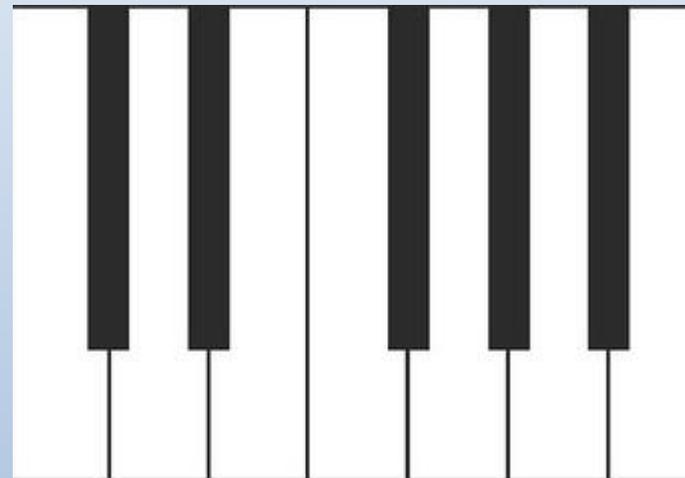
3- Peut-on mesurer le son? Comment caractériser un son?

Mais au fait quand est ce qu'un son musical devient une note?

Les notes de musique sont organisées en gammes
On appelle gamme l'ensemble des notes composant une octave donnée.

Chaque gamme découle du choix des musiciens de privilégier tel ou tel rapport mathématique, et de ne garder qu'un nombre limité de notes (5, 6 ou 7 pour la plupart)

Dans la gamme chromatique tempérée, c'est-à-dire celle utilisée dans la musique occidentale, l'octave est divisée en 12 demi-tons, ce qui correspond à 12 notes, en comptant les notes altérées (# ou b). Le rapport des fréquences de 2 notes consécutives, donc séparées par un demi-ton, est de $2^{1/12}$.



En conséquence, les fréquences des notes d'une gamme suivent une progression géométrique de raison $2^{1/12}$...

3- Peut-on mesurer le son? Comment caractériser un son?

Mais au fait quand est ce qu'un son musical devient une note?

Octave	do	do#	ré	ré#	mi	fa	fa#	sol	sol#	la	la#	si
3	261,63	277,18	293,66	311,13	329,63	349,23	369,99	392,00	415,30	440,00	466,16	493,88
4	523,25	554,37	587,33	622,25	659,26	698,46	739,99	789,99	830,61	880,00	932,33	989,77

Fréquences fondamentales des notes des octaves 3 et 4

3- Peut-on mesurer le son? Comment caractériser un son?

Mais au fait quand est ce qu'un son musical devient une note?

Dans le livre » **l'harmonie est numérique** », il est aussi dit qu'une hauteur existe en valeur absolue, c'est à dire la fréquence de sa fondamentale, mais qu'une note existe en valeur relative, par rapport aux autres, donc par rapport à une référence. Ce qui oblige aussi à parler d'intervalles (octave, quintes et tierces pour les plus simples). Et avec une infinité de possibles pour construire les gammes.

4- Comment construire un objet sonore ?

4-1 Et si on étudiait la classification des différents types d'instruments de musiques pour s'en inspirer ?

Pour classer les instruments, on cherche d'abord la source du son:

- l'air -> **aérophones** ou instruments à vents
- une corde -> **cordophones** ou instruments à cordes
- une membrane -> **membranophones** ou instruments à percussion du type tambour
 - et enfin les **idiophones**, qui réunissent tous les autres instruments à percussion, dont le son est produit par le matériau de l'instrument lui-même

4-1 Et si on étudiait la classification des différents types d'instruments de musiques pour s'en inspirer ?

Chaque « famille » est ensuite divisée en sous-catégories, définies par la manière de provoquer la vibration.

Pour les cordes:

- en frottant: violon, viole...
- en pinçant: guitare, harpe,
- en frappant: piano



Pour les vents:

- en soufflant à travers une anche (clarinette...)
ou un biseau (flûte) -> les bois
- par la vibration des lèvres du musicien (trompette...)
-> les cuivres



Pour les percussions, on cherchera plutôt à savoir si la hauteur du son est:

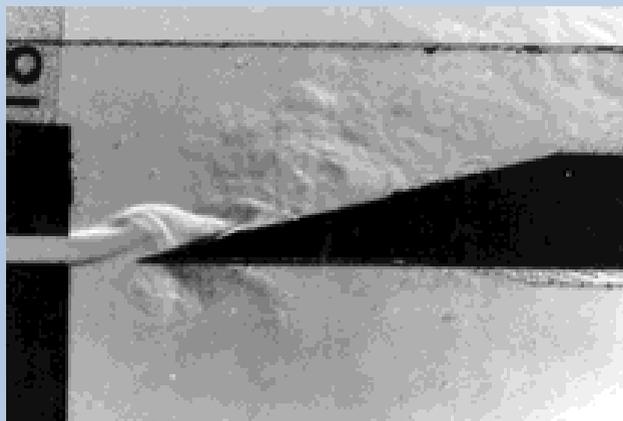
- déterminée: timbales, vibraphone, cloches...
- indéterminée: tambour, cymbale

4-2 Un peu de physique des matériaux pour comprendre pourquoi et comment ça résonne.

Générer une **vibration** qui va mettre l'air en mouvement

vibration primaire -> amplification et résonance -> onde sonore

instabilité
hydrodynamique



flûte à bec

vibration d'un matériau :
oscillateur mécanique



cordes, peau de
tambour, lame de
xylophone...

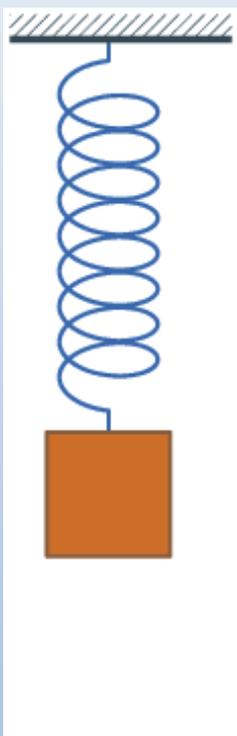
violon :

<https://youtu.be/6JeyiM0YNo4>

plus complexe : anche <https://youtu.be/UqdH5HchgjY>

Oscillateur simple

Première approche : masse + élasticité



k [N/m]
(N=kg.s⁻²)

m [kg]

fréquence [Hz]=[s⁻¹]

$$\sim \sqrt{\frac{k}{m}}$$



<https://youtu.be/ZtYgFbBwi6M>

(1 seul degré de liberté = 1 fréquence unique)

- plus le matériau est rigide, plus la fréquence est élevée
- plus le matériau est lourd, plus la fréquence est basse

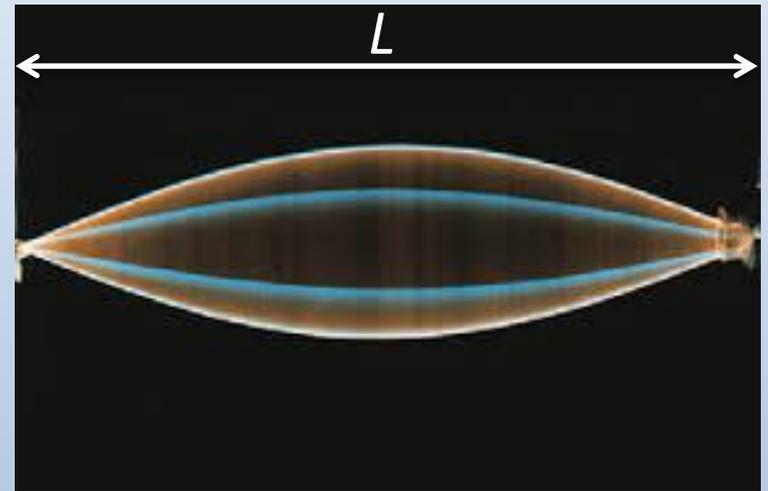
Corde vibrante : un matériau continu

(masse et élasticité distribués dans l'espace :
infinité de degrés de liberté et de modes de déformation)

La fréquence dépend de :

- la **tension** T [$N = kg.m.s^{-2}$]
- la **longueur** L [m]
- la densité (**masse linéique**) μ [$kg.m^{-1}$]

Combiner ces grandeurs pour trouver une
fréquence [Hz] = [s^{-1}] ?



$$\frac{1}{L} \sqrt{\frac{T}{\mu}}$$

- plus la corde est tendue, plus la fréquence est élevée
- plus la corde est longue et épaisse, plus la fréquence est basse

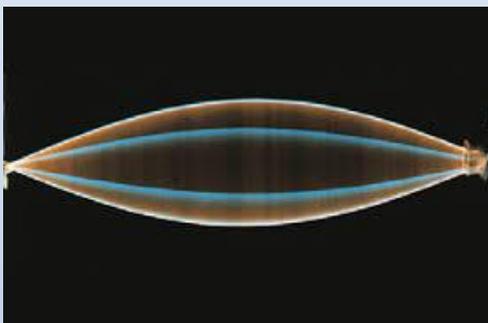
Le calcul exact donne
($\omega = 2\pi f$)

$$\omega_0 = \frac{1}{2L} \sqrt{\frac{T}{\mu}}$$

Mais il existe d'autres modes de vibration !

Seule contrainte : que les deux extrémités soient des nœuds (fixes)

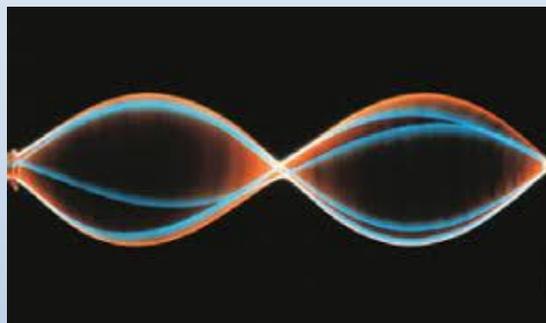
Une infinité de solutions (modes = harmoniques)



$$n=1$$

$$\omega_0$$

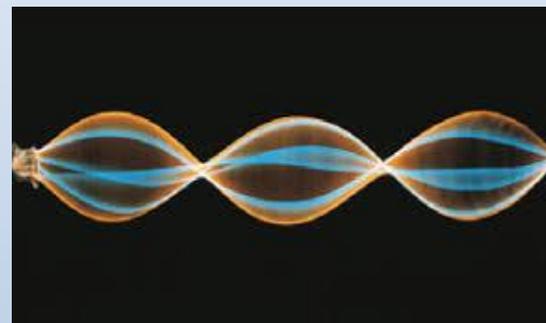
$$\lambda_0=2L$$



$$n=2$$

$$2\omega_0$$

$$\lambda=4L$$



$$n=3$$

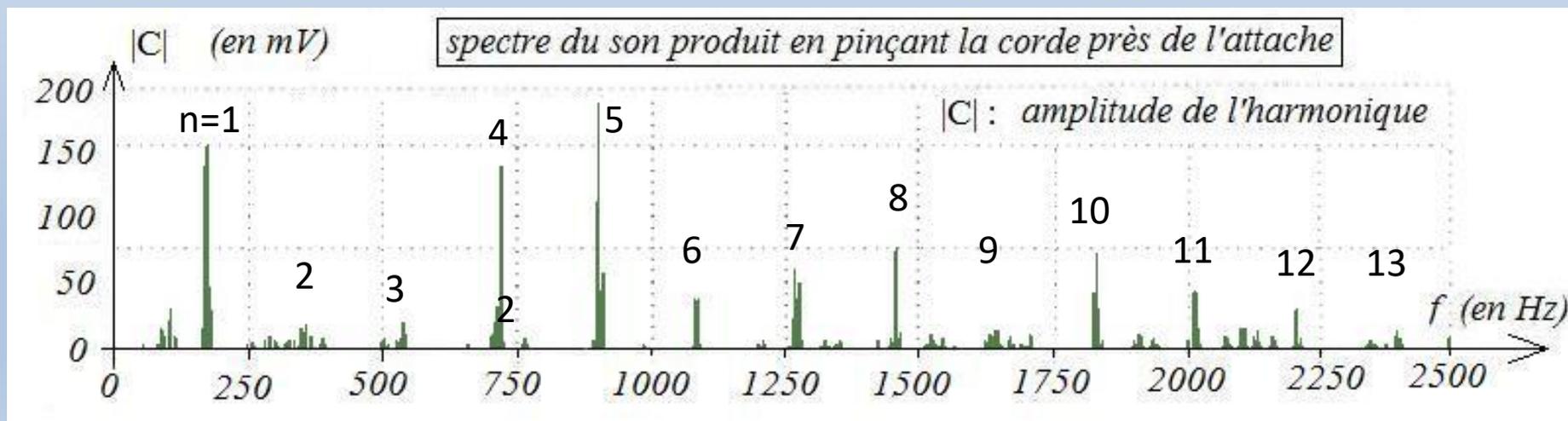
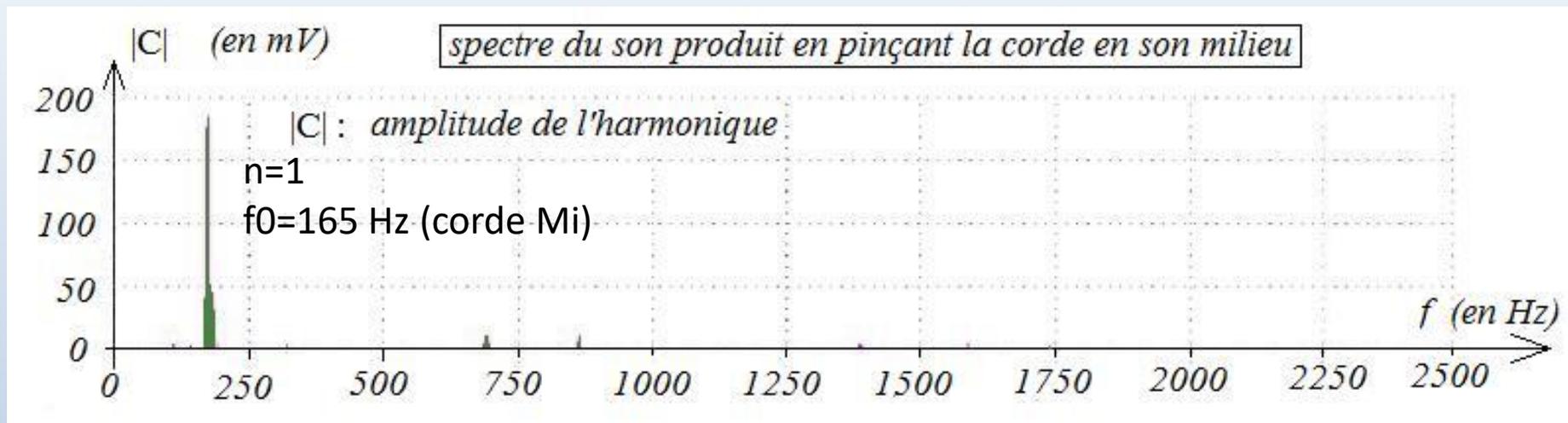
$$3\omega_0$$

$$\lambda=6L$$

etc...

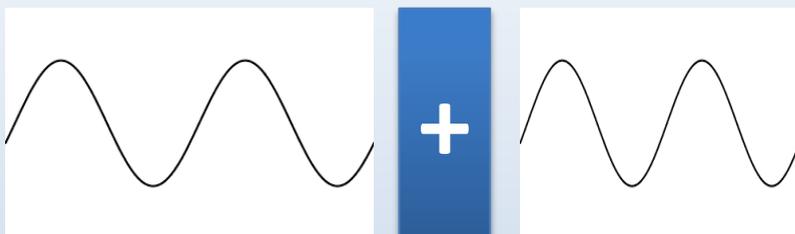
Dans le cas général, la vibration réelle est une superposition (combinaison linéaire) de tous ces modes avec chacun son amplitude A_n

Spectre d'une corde pincée : timbre



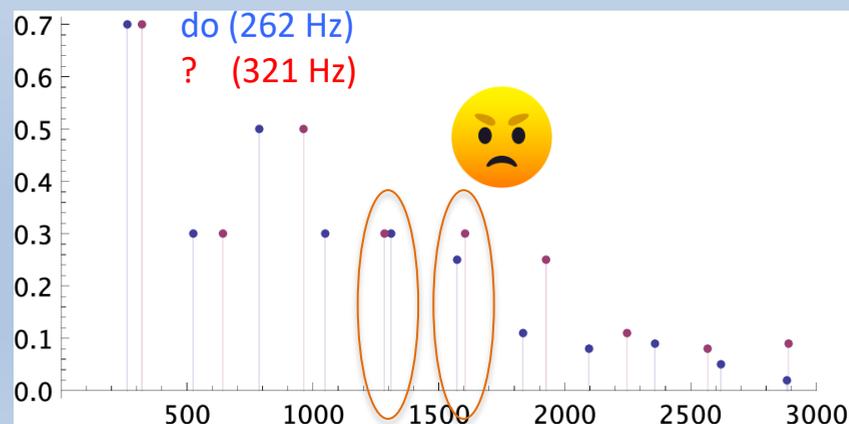
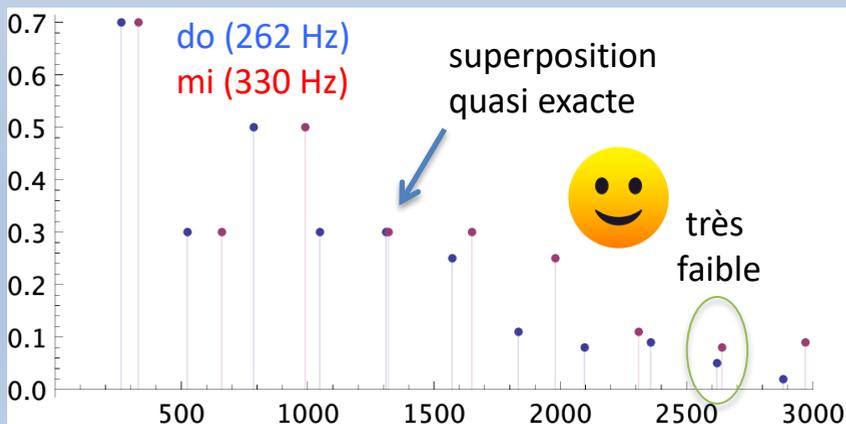
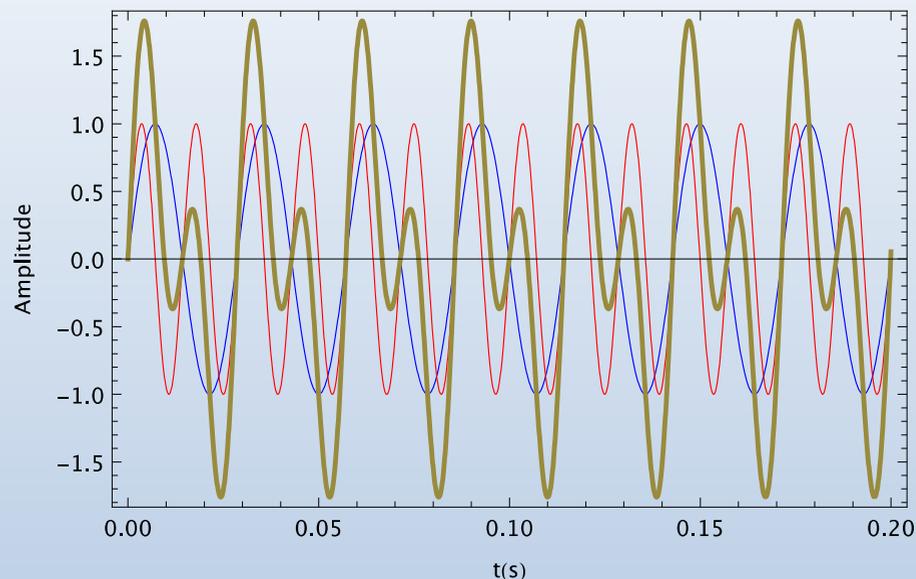
la manière d'exciter la corde influence le timbre

Que se passe-t-il quand on additionne 2 ondes ?



Battements :

<https://www.geogebra.org/m/FP8aFvQ4>



construction de la gamme = éviter les battements d'harmoniques peu élevées

Résonance : amplifier, faire durer et changer le timbre

Oscillateur réel : amorti (frottements, dissipation d'énergie)

Il faut entretenir l'oscillation



<https://www.youtube.com/watch?v=ULegklruVUE>

Un oscillateur (faiblement) couplé à un autre transmet de l'énergie



<https://www.youtube.com/watch?v=ub8a2dgKWPC&t=26s>

la résonance est d'autant meilleure que la fréquence d'excitation est proche de la fréquence propre du résonateur

Résonance : « amplifier », faire durer et changer le timbre

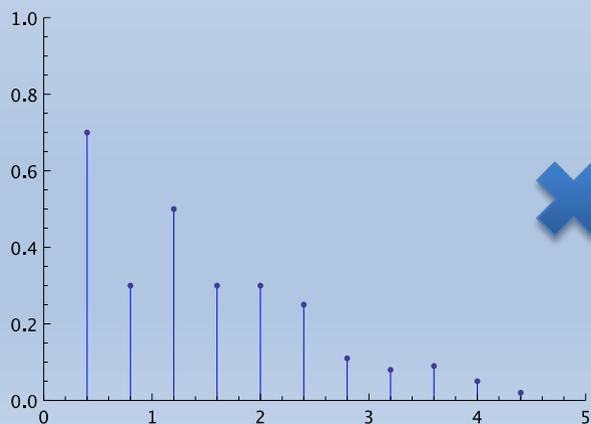
Oscillateur réel : amorti (frottements, dissipation d'énergie)

Réponse du résonateur

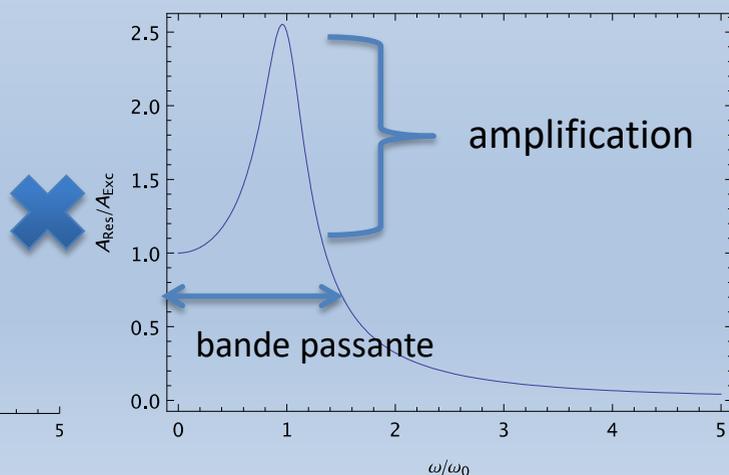
$$\frac{A_{Res}}{A_{Exc}} \approx \frac{1}{\sqrt{\left(1 - \frac{\omega^2}{\omega_0^2}\right)^2 + \frac{1}{Q^2} \frac{\omega^2}{\omega_0^2}}}$$

Q = facteur de qualité
(d'autant plus fort que les pertes sont faibles)

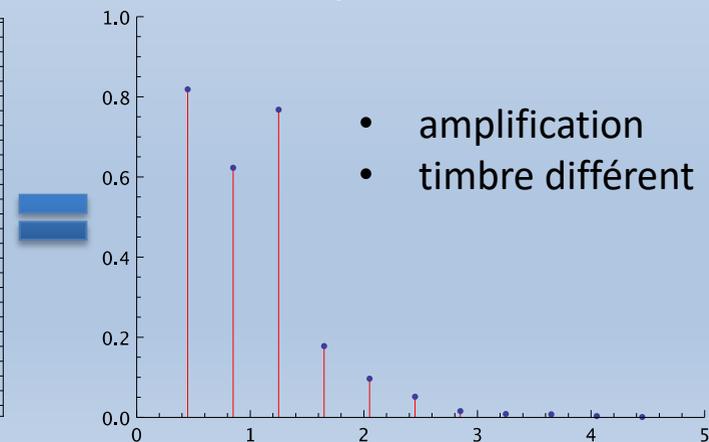
corde seule



résonateur



spectre en sortie



Résonance : « amplifier », faire durer et changer le timbre

Il ne s'agit pas d'une réelle amplification (pas d'apport d'énergie), mais plutôt d'un meilleur couplage acoustique avec l'air !

→ surface importante



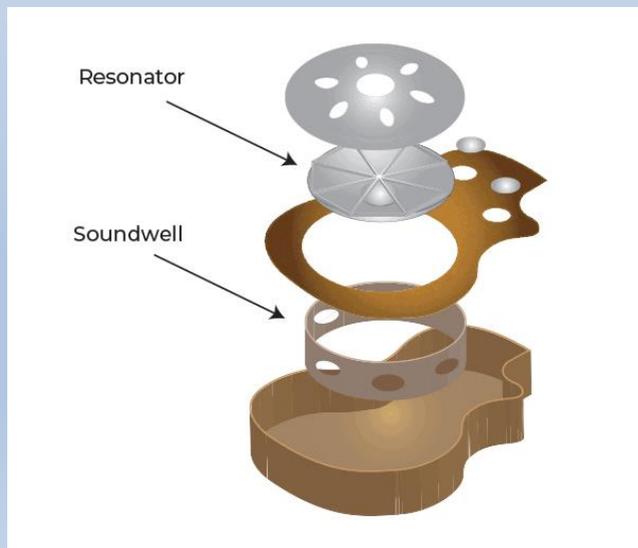
https://youtu.be/OLmTU-tx_0k

Règles générales

Plus ou moins les mêmes que celles qui déterminent la fréquence propre d'un oscillateur :

- matériau léger et rigide → favorise les hautes fréquences
- matériau souple et lourd → favorise les basses fréquences
- caisse volumineuse → son plus puissant et riche en fréquences basses
- matériau rigide : favorise le sustain (durée du son), au détriment du volume...

Instruments à résonateur : montage complexe pour optimiser le volume et le sustain



4-3 Pourquoi et comment écrire un codage musical ?

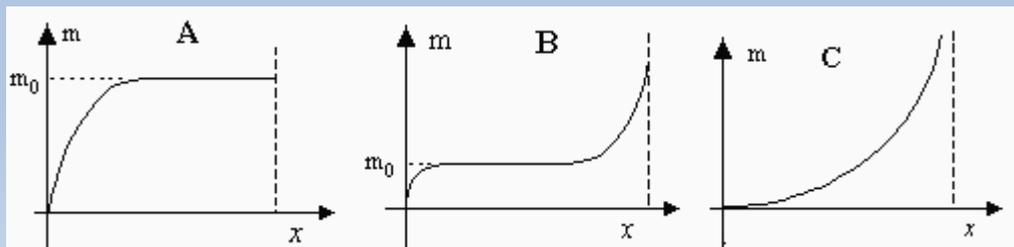
Ecrire la musique, à quoi ça sert ?

- Se souvenir de ce que l'on a composé pour le rejouer plus tard, et autant de fois que nécessaire
- Transmettre ce que l'on a composé pour permettre à d'autres musiciens de le jouer à leur tour

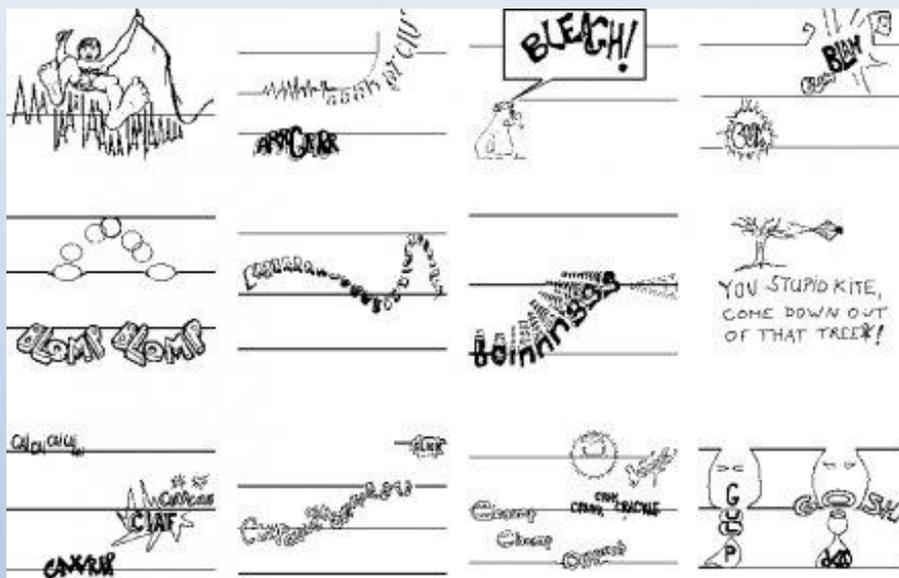
C'est cela qu'on appelle « partition ». Pour la musique occidentale, c'est un écrit dont les conventions sont semblables à celles de l'écriture de la parole.

Les partitions fonctionnent aussi un peu comme un graphique mathématique :

- en abscisse: le déroulement du temps, les durées
- en ordonnée: les hauteurs des notes, et leur superposition



4-3 Pourquoi et comment écrire un codage musical ? Et si on regardait quelques musicogrammes ?



Par exemple, Stripsody de
Cathy Berberian

<https://youtu.be/0dNLAhL46xM>

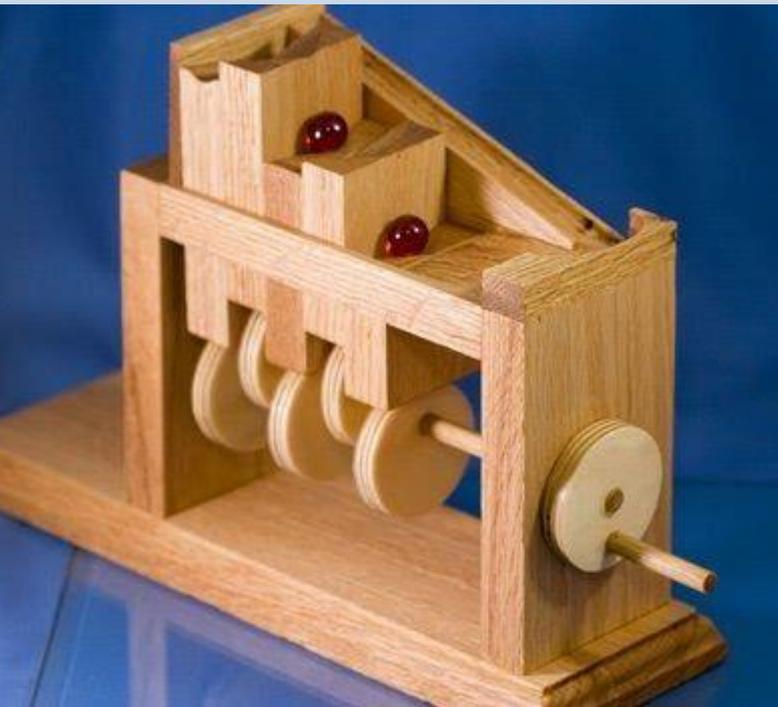
<https://education-artistique-et-culturelle-38.web.ac-grenoble.fr/node/40>

A vous d'inventer votre code, pour faire résonner votre instrument!

Pour vous aider:

https://cache.media.eduscol.education.fr/file/Arts_plastiques_et_education_musicale/95/6/RA16_C2C3_EM_Creation_verbe_son_agis_sons_743956.pdf

Vivre une démarche d'Investigation:



le DEFI
« raisonner
pour résonner »