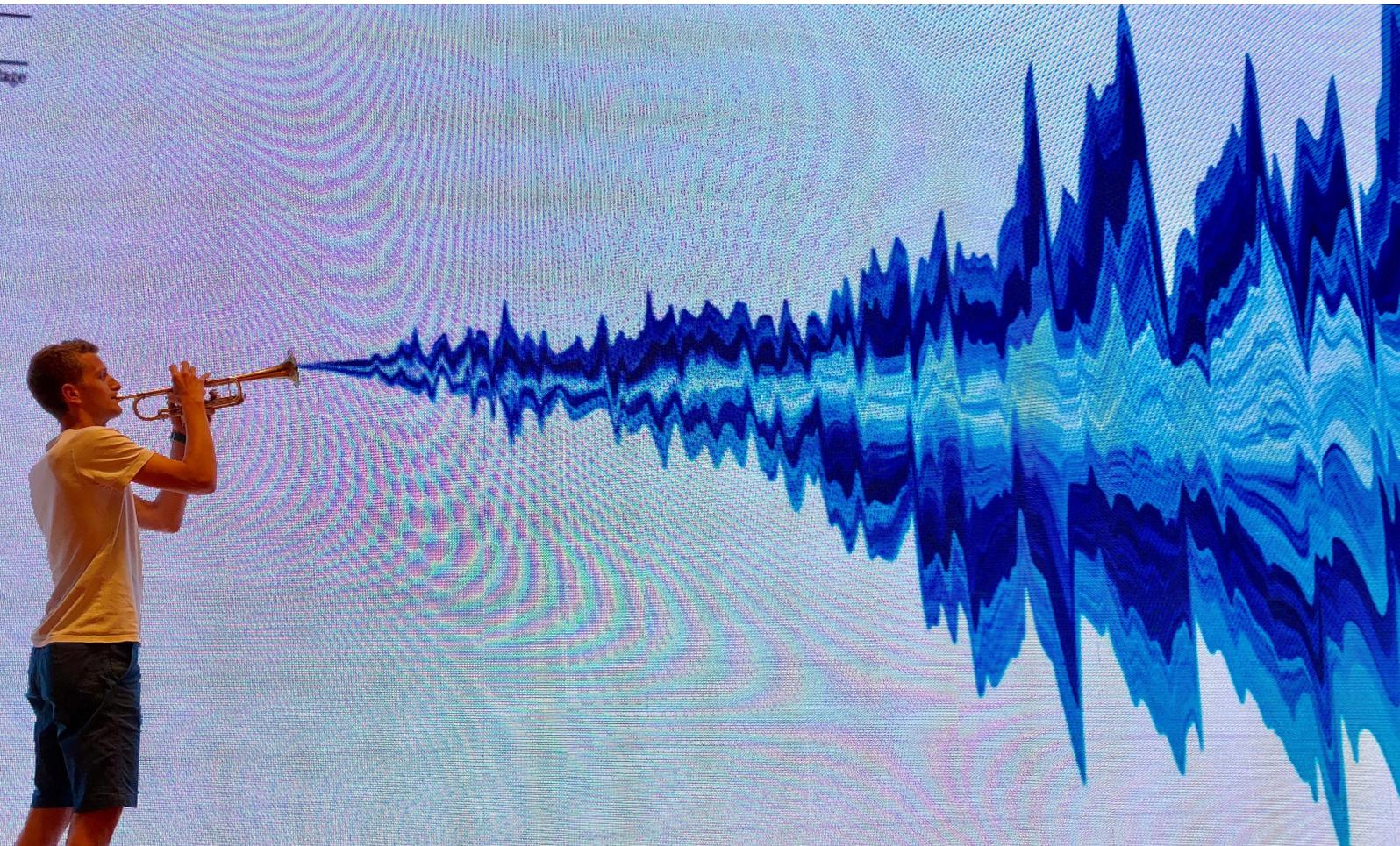


LA PHYSIQUE RÉSONNE



DOSSIER PÉDAGOGIQUE

UN CONCERT-CONFÉRENCE AUTOUR DE LA PHYSIQUE DE
LA MUSIQUE

AVEC LE PROFESSEUR DIRK VAN DER MAREL

Durée : 90 minutes

[Vidéo Teaser](#)

INTRODUCTION

La musique, bien que souvent perçue comme un art, repose sur des principes scientifiques complexes. La physique de la musique explore comment les ondes sonores interagissent pour créer les mélodies que nous aimons. Les cuivres, avec leur brillance et leur puissance, sont un exemple fascinant de cette symbiose entre sciences et art.

OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES

Cet enseignement vise à faire découvrir aux apprenants la science sous-jacente à la musique, à développer une compréhension approfondie de la physique de la musique en général et des cuivres en particulier, et à établir un lien entre les concepts théoriques et leur application pratique dans la musique lors de la présentation en public avec de vrais instruments.

EXERCICES A REALISER EN CLASSE

Les vibrations

Les vibrations sont des mouvements oscillatoires autour d'une position d'équilibre. Dans le contexte musical, elles sont généralement produites par la mise en mouvement d'un objet, comme une corde ou une colonne d'air. Ces vibrations génèrent des ondes sonores qui se propagent dans l'air et sont perçues par nos oreilles comme du son. La fréquence de ces vibrations détermine la hauteur du son, tandis que leur amplitude influence le volume.

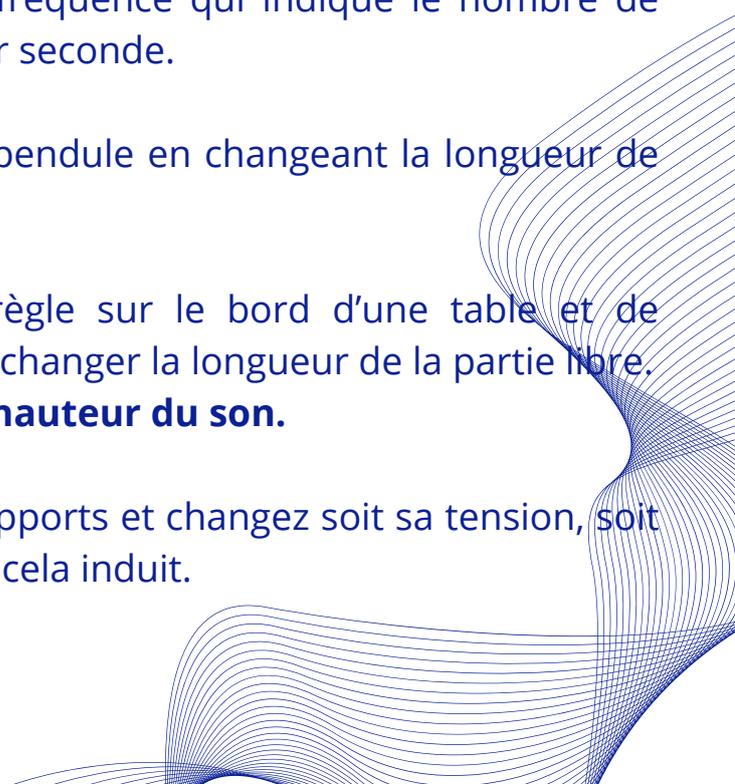
Le Hertz (Hz) est l'unité de mesure de la fréquence qui indique le nombre de cycles d'une vibration ou d'une oscillation par seconde.

Mettez en évidence les oscillations avec un pendule en changeant la longueur de la ficelle.

Une autre possibilité est de mettre une règle sur le bord d'une table et de l'actionner pour la faire vibrer. Il faut ensuite changer la longueur de la partie libre.

Écoutez et observez les différences sur la hauteur du son.

Finalement, tendez une ficelle entre deux supports et changez soit sa tension, soit sa longueur et écoutez les changements que cela induit.



Propagation du son dans l'air

Le son est une onde mécanique, ce qui signifie qu'il nécessite un milieu matériel pour se propager. Dans l'air, le son voyage sous forme d'ondes de compression et de raréfaction des particules d'air.

Calculez la vitesse du son dans l'air: ~330 (m s⁻¹).

$$\text{vitesse du son} = \sqrt{\frac{\text{résilience volumique}}{\text{masse volumique}}} \quad \text{résilience volumique} = \gamma \times \text{pression}$$

$$\gamma = 1.4$$

$$\text{pression} = 100'000 \text{ (kg m}^{-1} \text{ s}^{-2}\text{)}$$

$$\text{masse volumique} = 1.3 \text{ (kg m}^{-3}\text{)}$$

Trouvez la longueur d'onde du diapason à 440 Hz ("la" d'accordage d'orchestre) = 75 cm

$$\text{vitesse du son} = \text{fréquence} \times \text{longueur d'onde}$$

Expérimentez la durée de l'écho dans des pièces de différentes tailles, salle de classe, salle de gym, église ou montagne.

Résonance des tubes

Il y a une différence entre les tubes ouverts, comme la flûte, ou fermés comme la clarinette ou les cuivres.

Dans un tube ouvert, la note fondamentale est la moitié de la longueur du tube. Dans un tube fermé, la note fondamentale est le quart de la longueur du tube.

Expérimentez ceci en frappant sur un tube plastique ouvert, puis bouchez-le et vérifiez si l'octave change effectivement.

Problème à résoudre pour la présentation

L'accordage d'un cor des alpes est-il plus aigu, plus grave ou reste-t-il le même, au sommet d'un 4'000 m, à Crans-Montana (1'500 m), ou en plaine (600 m) ? La question est-elle pertinente ?

La réponse en calcul et avec les instruments le jour de la présentation.

$$\text{Loi du gaz parfait} \Rightarrow \frac{\text{pression}}{\text{masse volumique}} = \frac{k_B T}{\text{masse moléculaire}}$$

$$\text{fréquence} = \frac{\text{vitesse du son}}{\text{longueur d'onde}} \Rightarrow \text{fréquence} = \frac{1}{2L} \sqrt{\gamma \times \frac{k_B T}{\text{masse moléculaire}}}$$

L = longueur du tuyau (cor des alpes = 3,50 m)

T = température en Kelvin

$\gamma = 1.4$

Masse moléculaire N₂ = 28

k_B = Constante de Boltzmann = 1,380 649 × 10⁻²³ J K⁻¹ (J=Joule K=Kelvin)

CONTACT



GENEVA BRASS

l'émotion cuivrée

Léa Moullet
Administratrice
lea@genevabrass.ch
+41 79 946 85 40

Eric Rey
Porteur du projet
eric@genevabrass.ch
+41 78 708 64 19

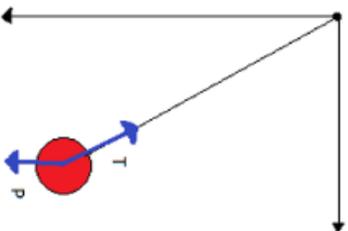
www.genevabrass.ch

Une résonance, c'est quoi ?

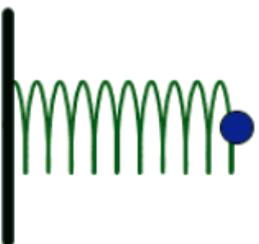
Une oscillation périodique suite à l'activation par une force externe.

Exemples:

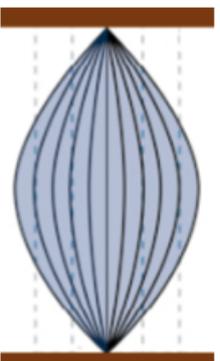
1) Pendule, balançoire



2) Ressort, plongeur, diapason, anche

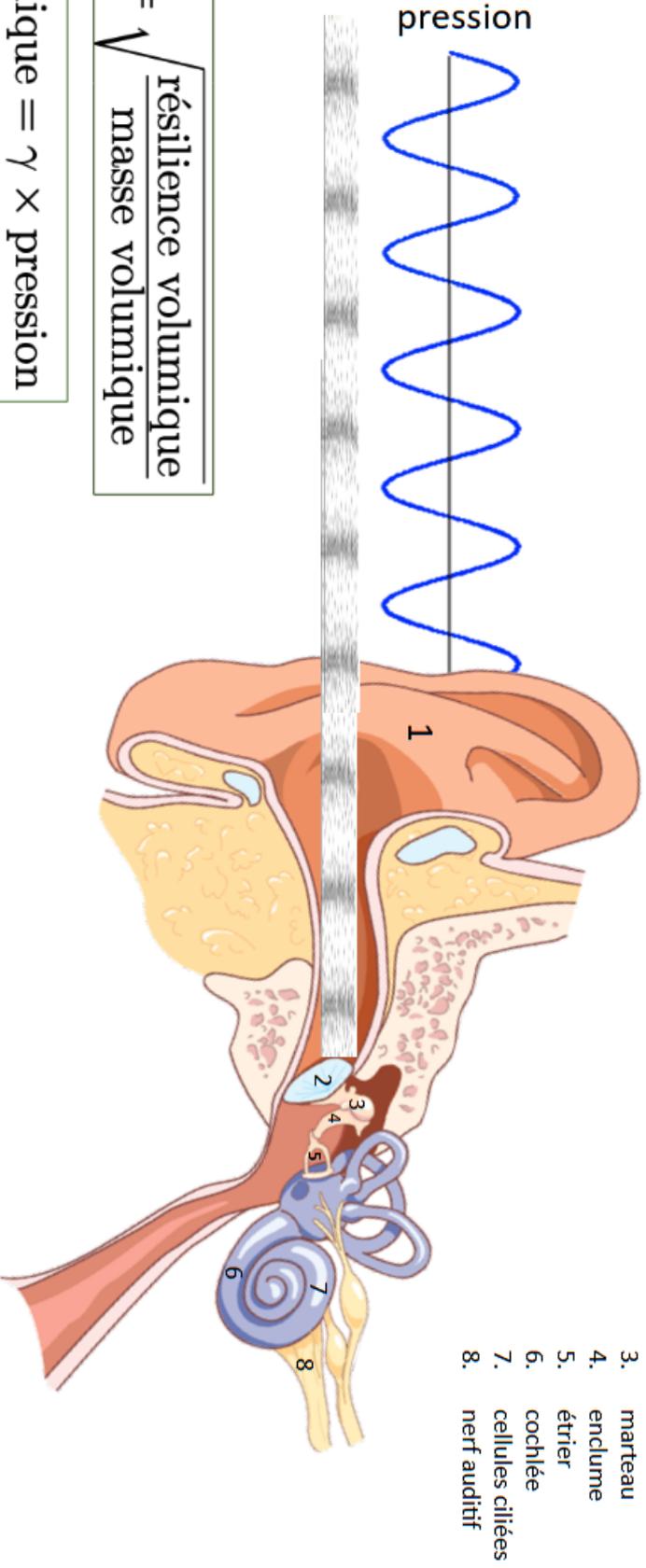
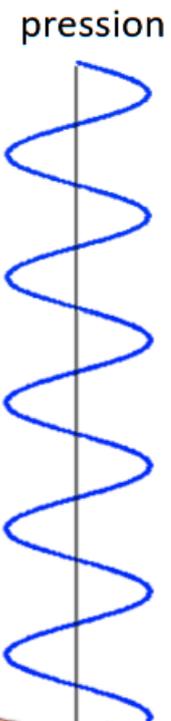


3) Corde tenue (harpe, guitare)



ANNEXES

Propagation du son dans l'air.



1. pavillon
2. tympan
3. marteau
4. enclume
5. étrier
6. cochlée
7. cellules ciliées
8. nerf auditif

$$\text{vitesse du son} = \sqrt{\frac{\text{résilience volumique}}{\text{masse volumique}}}$$

$$\text{résilience volumique} = \gamma \times \text{pression}$$

$$\Rightarrow \text{vitesse du son} = \sqrt{\gamma \times \frac{\text{pression}}{\text{masse volumique}}}$$

Pour l'air dans cet auditoire:

$$\gamma = 1.4$$

$$\text{pression} = 100'000 \text{ (kg m}^{-1}\text{ s}^{-2}\text{)}$$

$$\text{masse volumique} = 1.3 \text{ (kg m}^{-3}\text{)}$$

$$\Rightarrow \text{vitesse du son} = \mathbf{330 \text{ (m s}^{-1}\text{)}}$$

$$\text{vitesse du son} = \text{fréquence} \times \text{longueur d'onde}$$

notation	fréquence	longueur d'onde
la0	28 (Hz)	12 m
la4	440 (Hz)	75 cm
do8	4'200 (Hz)	~8 cm

Résonances des instruments à vent. La longueur du tube donne la fréquence fondamentale

ouvert



ouvert

Modèle simplifié d'une flûte :
Tube ouvert, Longueur = L

fermé



ouvert

Modèle simplifié d'une clarinette :
Tube fermé, Longueur = L

la densité est stationnaire
aux bouts ouverts

L

$\frac{1}{2}$ x longueur d'onde

Longueur d'onde = $\lambda_1 = 2L$

Nous avons déjà vu que: $f \lambda = v_{\text{son}}$
 $\Rightarrow f_1 = v_{\text{son}} / 2L$

la densité subit la plus forte
oscillation au bout fermé

L

$\frac{1}{4}$ x longueur d'onde

la densité est stationnaire
au bout ouvert

Longueur d'onde = $\lambda_1 = 4L$

Nous avons déjà vu que: $f \lambda = v_{\text{son}}$
 $\Rightarrow f_1 = v_{\text{son}} / 4L$