

QUÉBEC SCIENCE AU SECONDAIRE
DOCUMENT PÉDAGOGIQUE



LA MACHINE À DANSER
GUIDE DE L'ENSEIGNANT

Durée	Clientèle visée	Article visé
20 minutes environ	Les élèves de première année du deuxième cycle. Science et technologie (ST)	« La machine à danser » (magazine Québec Science, mars 2023, page 11), rédigé par le journaliste Etienne Plamondon Emond.

OBJECTIFS

Québec Science au secondaire propose des documents pédagogiques afin d'arrimer le Programme de formation de l'école québécoise (PFEQ) à l'actualité scientifique. Vous pourrez discuter en classe d'enjeux de société et de nouvelles découvertes, tout en suivant la progression des apprentissages. L'équipe de *Québec Science* espère de tout cœur que ces documents vous seront utiles.

CONCEPTS ABORDÉS

Selon la progression des apprentissages

UNIVERS MATERIEL

E. Ondes

- a. Fréquence
 - i. Définir la fréquence d'une onde comme étant le nombre d'oscillations par seconde (Hz)
 - ii. Associer la fréquence d'une onde sonore à la hauteur du son produit (ex.: une onde de basse fréquence produit un son grave)
- b. Longueur d'onde
 - i. Définir la longueur d'onde comme étant la distance entre deux points identiques d'une onde à un instant donné (ex.: distance entre deux crêtes)
 - ii. Décrire la relation entre la longueur d'onde et l'énergie qui lui est associée (ex.: les rayons X, très énergétiques, ont une courte longueur d'onde)
- c. Amplitude
 - i. Définir l'amplitude d'une onde sonore comme étant la puissance du son
- d. Échelle des décibels
 - i. Situer, sur l'échelle des décibels, des niveaux dangereux pour l'oreille humaine selon la durée ou la fréquence de l'exposition
- e. Spectre électromagnétique
 - i. Situer différentes régions sur le spectre électromagnétique (ex. : radio, infrarouge, lumière visible, rayons X)
 - ii. Décrire diverses applications des ondes électromagnétiques dans le secteur de la santé (ex. : radiographie par rayons X, imagerie optique par infrarouges)

RÉSUMÉ DE L'ARTICLE

Le corps entend-il des sons que notre conscience n'entend pas ? C'est ce que se demandent les chercheurs de cette étude réalisée lors d'un concert, qui montre que l'on danse avec plus d'énergie lors de la présentation de sons de basses fréquences inaudibles pour l'oreille humaine.

FONCTIONNEMENT

Commencez par une lecture individuelle du texte. Distribuez à chaque élève une copie du Cahier de l'élève. Récupérez les cahiers et évaluez les élèves en fonction du barème proposé ou corrigez en classe et invitez les élèves à s'autoévaluer. À la suite de cette SAÉ ou à un autre moment de l'année, réalisez les activités complémentaires suggérées.

SUGGESTION D'AMORCE

Que vous soyez doué pour danser ou pas, qui parmi vous, n'a jamais eu envie de se mettre à bouger en entendant une musique ? Au moins un doigt de pied ? Ou de monter le volume ? D'augmenter les "boum boum" ?

Y a-t-il des types de musiques plus entraînantes que d'autres ?

Pourquoi à votre avis ?

CORRIGÉ DU CAHIER DE L'ÉLÈVE

1. L'expérience scientifique décrite dans l'article se déroule durant un concert, au sein d'un laboratoire bien particulier. La musique, qu'elle soit électronique comme dans l'étude ou bien chantée ou jouée avec des instruments, se compose d'une grande variété de sons audibles par l'humain.

- a) Retrouvez dans les trois premiers paragraphes de l'article, les mots qui correspondent aux définitions ci-dessous :

Mot	Définition
Vibration	Mouvement d'oscillation d'un corps/objet
Son	Sensation auditive provoquée par la vibration de l'air
Cadence	Rythme régulier
Octave	Intervalle entre deux notes du même nom, l'une plus grave que l'autre (par exemple : DO grave - ré, mi, fa, sol, la, si - DO plus aigu)
Fréquence	Hauteur d'un son, tonalité

0 0,5 1 1,5 2 2,5

b) Complétez la phrase suivante :

Plus un son est aigu, plus sa fréquence est **haute** et plus il est grave, plus sa fréquence est **basse**.

0 0,5 1

c) Quels sont les types de fréquences étudiées dans l'article ?

Les basses fréquences, non audibles pour l'être humain

0 1

d) Cette étude montre que l'on danse de façon : (entourez la ou les bonne(s) réponse(s))

- i. **Plus intense avec des sons de basses fréquences**
- ii. Moins intense avec des sons de hautes fréquences
- iii. Plus intense lorsque le rythme de la musique est rapide
- iv. Moins intense lorsque le volume est faible

0 1

2. La vibration initiale d'un instrument de musique (la corde d'une guitare basse, les cordes vocales, la membrane de la grosse caisse...) ou des haut-parleurs se transmet aux particules d'air environnantes. Ce mouvement vibratoire se propage ensuite de particules à particules jusqu'à parvenir aux tympans des danseurs.

a) Comment appelle-t-on ce phénomène de propagation d'une vibration et qui est perçu comme un son par l'oreille humaine ?

Une onde sonore

0 1

b) D'après les chercheurs, les vibrations des ondes sonores pourraient stimuler des parties du corps, autres que le tympan. Citez au moins trois de ces parties.

- **Les récepteurs de la peau**
- **Des zones du cerveau (circuit de la récompense : circuit cérébral mis en jeu dans la perception du plaisir et/ou dans le système moteur)**
- **Système vestibulaire (partie de l'oreille interne qui sert à l'équilibre)**

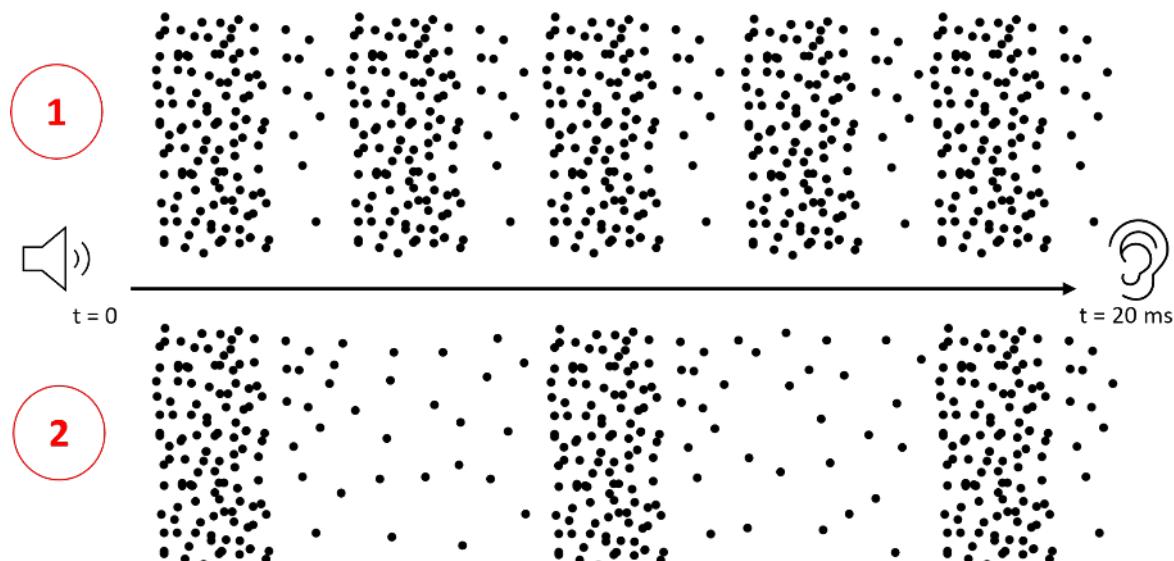
0 1 2 3

c) Que fait une onde sonore lorsqu'elle se propage ? (Entourez les bonnes réponses)

- i. Elle provoque un changement de pression localement et temporairement
- ii. Elle crée des zones de compression et de raréfaction
- iii. Elle transporte les particules d'air avec elle
- iv. Elle transporte de l'énergie avec elle

0 1 2 3

d) Entre les deux représentations d'une onde sonore ci-dessous, laquelle correspond au son le plus grave ? Justifiez votre réponse.



Le son le plus grave est celui représenté dans le graphique 2. Les zones de compressions sont plus éloignées. La fréquence est donc plus basse et la tonalité plus grave.

0 1 2

e) Ce type de propagation permet de dire qu'un son est une onde : (entourez les bonnes propositions)

- i. mécanique / électromagnétique
- ii. transversale / longitudinale

0 1 2

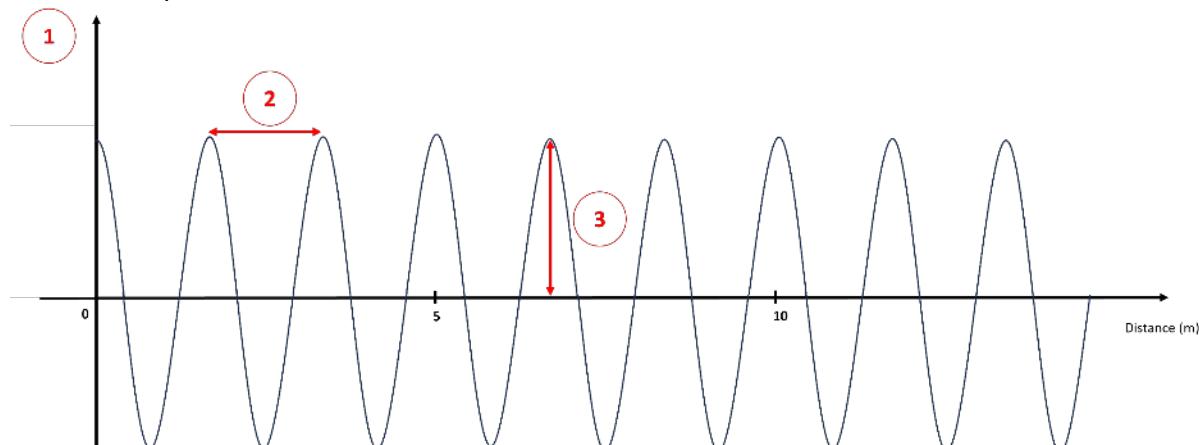
3. Une onde sonore peut être caractérisée par sa fréquence, mais aussi par son amplitude et sa longueur d'onde.

a) Complétez le tableau ci-dessous à l'aide de vos connaissances :

Caractéristique	Définition	Symbole	Unité
Fréquence	Nombre d'oscillations par minute	f ou V	Hertz (Hz) (ou s^{-1})
Amplitude	Valeur maximale de changement de pression	A	Décibel (dB)
Longueur d'onde	Distance entre deux points identiques de l'onde à un instant donné	λ	Mètre (m)

0 0,5 1 1,5 2 2,5 3 3,5 4 4,5

b) Sur la représentation suivante d'une onde sonore, inscrivez à quoi correspondent les éléments représentés et numérotés.



1 : Pression (titre de l'axe)

2 : Longueur d'onde

3 : Amplitude

0 1 2 3

e) Calculez la longueur de l'onde de l'exemple ci-dessus :

L'onde effectue 6 cycles sur 10 m.

$$\lambda = 10/6 = 1.67 \text{ m}$$

0 1 2

4. L'étude teste de basses fréquences qui ne sont pas audibles par l'oreille humaine. On parle d'infrasons. À l'opposé, les ultrasons sont de hautes fréquences inaudibles.

a) Quelle est la gamme de fréquences audibles pour l'être humain ?

20 à 20 000 Hz

0 1

b) Parmi les gammes de fréquences suivantes entourez :

- en bleu celles qui ont été utilisées pour l'expérience
- en rouge celles qui ont été produites par la musique électronique du groupe Orphx
 - i. 8 - 18 Hz
 - ii. 38 - 180 Hz
 - iii. 2008 - 18 000 Hz
 - iv. 28 000 - 48 000 Hz

0 1 2 3

5. Des chercheurs ont constaté que l'écoute de la musique et en particulier des basses fréquences pouvait provoquer chez certaines personnes des attitudes similaires à celles des toxicomanes. Elles peuvent alors écouter leur musique à des volumes qui excèdent leur tolérance aux sons forts ou se coller aux haut-parleurs pour ressentir les vibrations dans tout le corps.

a) D'après vous, quels sont les risques ? (Entourez la ou les bonne(s) réponse(s))

- i) Perdre une partie de son audition
- ii) Développer des troubles de la vue
- iii) Développer des acouphènes
- iv) Il n'y a pas de risque à court terme

0 0,5 1

b) Parmi les caractéristiques d'une onde, laquelle est l'équivalente de la puissance (ou volume, ou intensité) d'un son ? (Entourez la bonne réponse)

- i. La fréquence
- ii. La longueur d'onde
- iii. **L'amplitude**
- iv. La vitesse

0 1

c) L'effet du volume d'une musique sur l'intensité de la danse est-il observé dans l'étude de l'article ?

Non

0 1

c) Comment s'appelle l'échelle qui est utilisée pour quantifier l'intensité d'un son?

L'échelle des décibels (dB).

0 1

d) Chaque fois qu'un niveau sonore augmente de 10 dB, la durée d'exposition maximale doit être divisée par 10. Si la durée d'exposition maximale à un son de 90 dB (une moto, par exemple) est de 2 h, combien de temps pouvez-vous rester exposé à une musique de 100 dB lors d'un concert ?

Durée maximum d'exposition = 120 min / 10 = 12 min

0 1

6. Il n'a été question que d'ondes sonores jusqu'à présent. Pourtant, d'autres ondes sont évoquées dans l'article.

a) Quelles sont-elles et pourquoi sont-elles utilisées ?

Des ondes infrarouges. Pour capter le mouvement des danseurs.

0 1

b) Quelles sont les particularités de ces ondes ? (Entourez la ou les bonne(s) réponse(s))

- i) Ce sont des ondes mécaniques
- ii) **Ce sont des ondes électromagnétiques**
- iii) Elles font partie du spectre visible
- iv) Elles peuvent se propager dans le vide

0 1 2

c) Leur longueur d'onde se situe entre 700 nanomètres à 100 micromètres, alors que les ondes radio ont une longueur d'onde de plus de 1 m. Lesquelles transportent le plus d'énergie ? Justifiez votre réponse.

Les infrarouges transportent plus d'énergie, car leur longueur est plus courte.
Plus une longueur d'onde est courte, plus l'énergie transportée est importante.

0 1 2

/39

POUR ALLER PLUS LOIN

Pourquoi est-il généralement recommandé de ne pas dépasser les 105 dB lors d'un concert ?
À quelle vitesse se déplace le son ? Est-ce la même vitesse dans tous les milieux ?
Quels autres usages peut-on faire d'ondes électromagnétiques ?

Conçu et réalisé grâce au soutien financier du ministère de l'Économie, de l'Innovation et de l'Énergie du Québec. Recherche, rédaction, conception : Zapiens Communication Scientifique