

PRENDRE SOIN DE SON AUDITION

L'activité introductive définit un son et la perception d'un son par l'oreille. L'activité expérimentale évalue le risque auditif au lycée avec mesures à l'aide d'un sonomètre.

Thème

Analyser et diagnostiquer.

Partie

Les ondes sonores dans le processus de l'audition.

Question

Comment une perte auditive est-elle identifiée et compensée ?

Notions et contenus

Perception d'un son par l'oreille humaine – Risques auditifs.

Connaissances et capacités exigibles

Expliquer sommairement le principe de l'émission, de la propagation et de la perception d'un son – Mesurer des niveaux d'intensité sonore.

Compétence(s) dominante(s) de la démarche scientifique

S'approprier, analyser, réaliser, valider, communiquer.

Type d'activité

Séquence

Activité introductive : activité 1 (à préparer à la maison).

Activité expérimentale : activité 2 (1h30).

Mots-clés

Perception d'un son – risque auditif – niveau d'intensité sonore.

Fiche professeur : Prendre soin de son audition

Activité 1 : Perception d'un son par l'oreille humaine

Type d'activité et démarche pédagogique

Activité documentaire à réaliser en classe entière en une heure (séance située avant l'activité expérimentale) ou activité à donner aux élèves à la maison, avant l'activité expérimentale.

Situation de l'activité dans la progression

Activité introductive sur la partie traitant des risques auditifs.

Conseils de mise en œuvre

Salle de classe (classe entière) ou travail à faire à la maison et pas de matériel particulier.

Nature et support de la production attendue

Écrit individuel.

Activité 2 : Des risques auditifs au lycée ?

Type d'activité et démarche pédagogique

Activité expérimentale.

Rappel sur l'activité introductive (Perception d'un son par une oreille) ou correction de l'activité.

Les élèves prennent connaissance de la problématique posée puis s'approprient les différents documents proposés.

Chaque groupe répond aux questions de la partie s'approprier et une mise en commun des réponses est effectuée.

Chaque groupe réfléchit au protocole de la partie analyser et un rapporteur par groupe rapporte ses idées à l'ensemble de la classe.

Un protocole commun est établi puis les élèves passent à la partie réaliser et valider, communiquer.

Situation de l'activité dans la progression

Elle se réalise à la suite de l'activité introductive sur la perception d'un son par une oreille.

Pré requis

Qu'est-ce qu'un son ?

Conseils de mise en œuvre

Salle de TP.

Activité en groupe.

Matériel particulier :

- smartphone : téléchargement gratuit de l'application soundmeter ; Ordinateur ;
- feuille de calcul estimant le niveau global d'exposition sur une journée de travail à partir des phases d'exposition téléchargeable sur la page intitulée « [Bruit : estimation de l'exposition quotidienne](#) » du site de l'INRS.

Nature et support de la production attendue

Écrit individuel et écrit collaboratif pour le protocole.

Fiche élève : activité 1 : Perception d'un son par l'oreille humaine

Objectifs

- Extraire des informations de documents.
- Comprendre le principe d'émission, de propagation et de perception d'un son.
- Représenter une situation par un schéma.

Contexte de l'activité

Comment un son est-il perçu par l'oreille humaine ?

Exemple d'activité

Selon le rapport de 2011 sur l'état de santé de la population dans l'Hexagone, 11 % des français rencontrent des difficultés d'audition. Les problèmes qu'elles peuvent engendrer dans la construction du langage et de la personnalité ont même conduit à l'organisation d'un dépistage de la surdité permanente néonatale. Mais, même en parfait état dès la naissance, l'ouïe, fonction d'alerte, active en permanence, subit une usure, appelée presbyacousie, qui varie en fonction de plusieurs facteurs comme l'hérédité ou la « dose de bruit » reçue.

À l'heure actuelle, il n'est pas possible de réparer le « capteur », et en cas de déficience il faudra recourir aux aides auditives.

Document 1 : Qu'est-ce qu'un son ?

Le son est une sensation auditive provoquée par une vibration. Trois éléments sont nécessaires à l'existence d'un son :

Une source qui produit le son

Le son est produit par la vibration d'un corps solide, liquide ou gazeux qui constitue la source sonore. L'origine de cette vibration peut-être de diverse nature : choc, frottement, variation de pression, stimulation électrique...

Un milieu qui transmet la vibration

Les vibrations produites par une source sonore sont transmises à l'air ambiant auquel elles imposent une variation de pression.

Ces variations de pression se propagent dans l'air et dans tout milieu élastique - sauf dans le vide - sans qu'il y ait déplacement de matière, mais seulement transmission d'énergie de proche en proche : la vibration provoque le déplacement des particules autour de l'objet qui s'entrechoquent avec les particules voisines pour revenir à leur point de départ.

Ces variations de pression sont des ondes sonores. Elles sont semblables aux vibrations de la source sonore qui leur a donné naissance.

Ce mouvement de particules se propage en s'atténuant, car une perte d'énergie se produit au fur et à mesure que le champ sonore engendré par la vibration s'étend.

On peut comparer la propagation des ondes sonores avec les cercles concentriques provoqués lorsque l'on jette un caillou dans une étendue d'eau tranquille.

Un récepteur : l'oreille ou le capteur d'un microphone

D'après <http://www.sonorisation-spectacle.org/definition-du-son.html>

Document 2 : Le parcours du son dans l'oreille

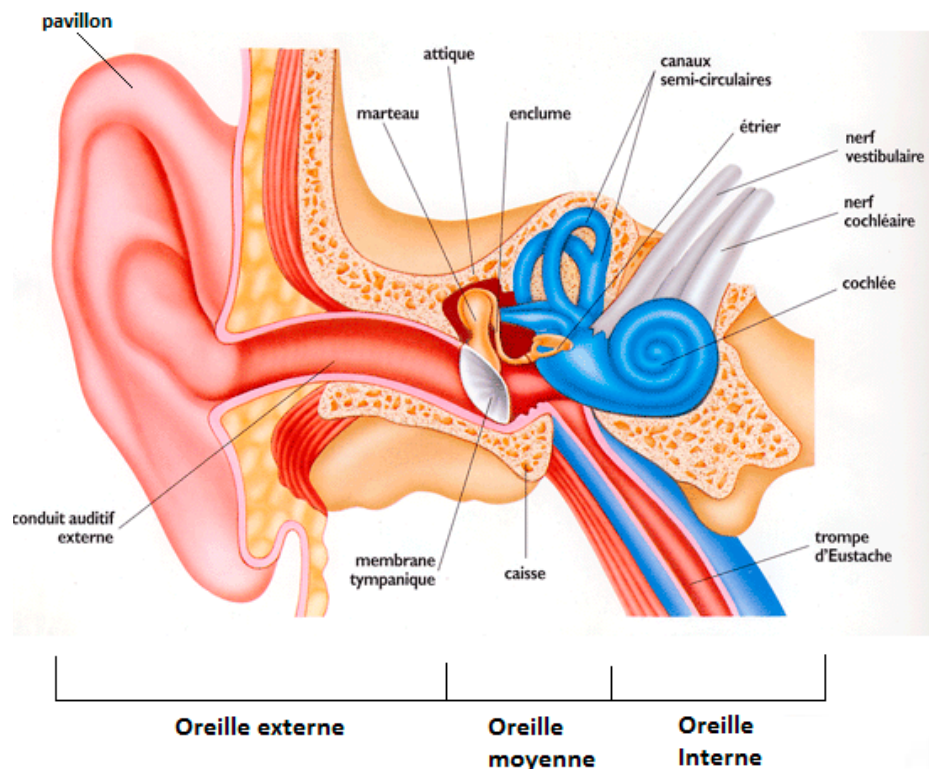
L'oreille (figure 1) se compose d'une partie mécanique et d'une partie sensorielle. Cette dernière peut subir des dégâts irréparables aux volumes usuels qu'impliquent certaines activités, sans qu'une douleur soit forcément ressentie.

Au niveau de l'oreille externe, le pavillon collecte les ondes sonores qui traversent ensuite le conduit auditif externe. La membrane du tympan entre alors en vibration, entraînant le déplacement des osselets (étrier, enclume, marteau) de l'oreille moyenne. Ils communiquent ensuite leur mouvement, avec un effet de levier donc sans perte d'énergie, au milieu liquide de l'oreille interne.

Cette dernière comprend, en plus des organes de l'équilibre, la cochlée, qui contient deux types de cellules sensorielles : les cellules ciliées externes (15 000 environ), distribuées en trois rangées, et les cellules ciliées internes (3 500 environ) disposées sur une seule ligne. Le mouvement du liquide de l'oreille interne se propage dans la cochlée, provoquant le déplacement des cils des cellules sensorielles. Selon sa fréquence, une onde sonore stimule une zone cochléaire précise, donc des cellules ciliées particulières : plus un son est grave, plus il a d'énergie et plus le point où s'effectue la perception est éloigné de l'entrée de la cochlée. L'énergie vibratoire est codée par les cellules ciliées internes, qui transmettent le message au nerf auditif. Ainsi transformé en influx nerveux, celui-ci est envoyé au cerveau, qui se charge de l'interprétation et génère alors la sensation auditive.

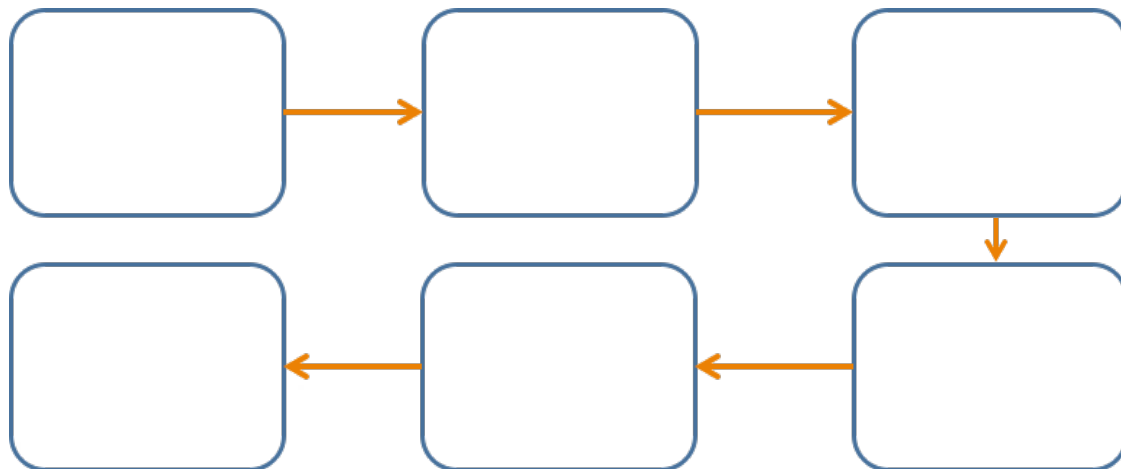
D'après https://www.lesoreilles.com/articles/tdc1046_prendre_ses_oreilles_en_main_Prevention_Risques_Auditifs.pdf

Figure 1 : Illustration schématique de l'oreille humaine



D'après <http://dangersduson.free.fr/oreille.htm>

1. Qu'est-ce qu'un son ?
2. Citer les trois éléments nécessaires à l'existence d'un son.
3. Les sons peuvent-ils se propager dans le vide ? Expliquer la réponse.
4. Y a-t-il conservation de l'énergie au cours de la propagation ? Expliquer la réponse en relevant une partie du texte du document 1.
5. À quel type d'onde un son correspond-il ?
6. À l'aide du document 2, compléter le schéma ci-dessous illustrant les principales étapes de la perception d'un son par l'oreille en indiquant, sur les pointillés le nom de la partie de l'oreille intervenant et dans le cadre sa fonction :



7. Quel est type de son qui transporte le plus d'énergie ?

Retrouvez éducol sur



Fiche élève : activité 2 : Des risques auditifs au lycée ?

Objectifs

- Extraire des informations de documents.
- Mesurer des niveaux d'intensité sonore.
- Rechercher l'information en lien avec la problématique.
- Formuler des hypothèses.
- Exposer à l'oral un protocole.
- Proposer un protocole.
- Mener une démarche.
- Effectuer des procédures courantes.
- Identifier des sources d'erreurs.
- Proposer d'éventuelles améliorations à une démarche.
- Rédiger une synthèse écrite.

Contexte de l'activité

Le CVL (conseil de la vie lycéenne) du lycée demande aux élèves de réaliser une étude en estimant le niveau d'intensité sonore moyen que subit un lycéen sur une journée complète et de conclure sur l'éventualité de risques auditifs.

Pour cela, ils vont utiliser un sonomètre via leur smartphone, une application gratuite, soundmeter, qui leur permettra ensuite de mesurer des niveaux sonores chez eux ou dans d'autres contextes (concerts..) afin de les sensibiliser aux risques auditifs.

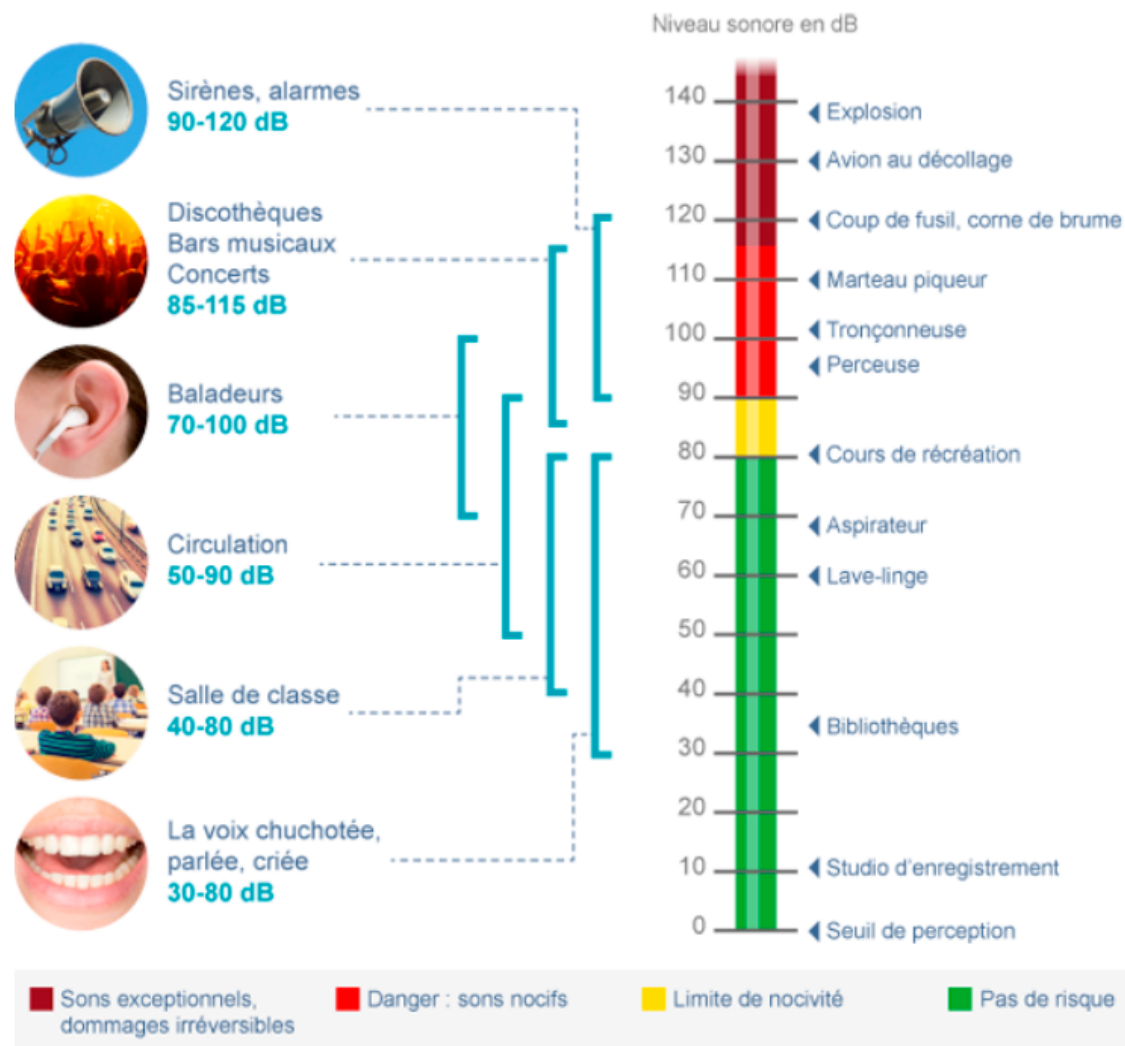
Exemples d'activité expérimentale : Des risques auditifs au lycée ?

Le bruit constitue dans certains cas, une nuisance majeure. Il peut provoquer des surdités, mais aussi stress et fatigue. On parle de bruit lorsqu'un ensemble de sons est perçu comme gênant. Cela en fait une notion subjective : le même son peut être utile, agréable ou gênant selon qui l'entend et à quel moment. Au-delà d'une certaine limite (niveau sonore très élevé), tous les sons sont gênants, voire dangereux, même les sons agréables comme la musique. Lorsqu'il est impossible de réduire le bruit par des protections collectives, des protections individuelles doivent être portées.

Problématique : le CVL (conseil de la vie lycéenne) de votre lycée vous demande de réaliser une étude en estimant le niveau d'intensité sonore moyen auquel est soumis un lycéen sur une journée complète et de conclure sur l'éventualité de risques auditifs.

Document 1 : La mesure d'un niveau d'intensité sonore

Le volume d'un son se mesure avec une grandeur physique appelée niveau d'intensité sonore. L'unité est le décibel (dB). L'appareil utilisé pour réaliser les mesures est un sonomètre.

Figure 1 : échelle des niveaux d'intensité sonore.

Source : <http://www.cochlea.org/bruit-attention-danger-l-protection>

Retrouvez éduscol sur

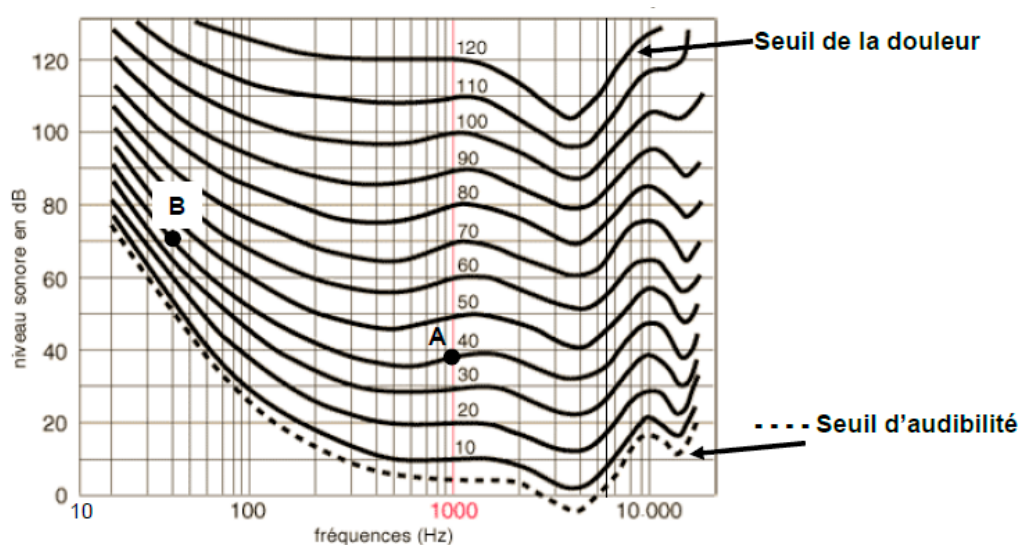


Document 2 : Sensibilité de l'oreille

L'oreille perçoit convenablement les sons dont le niveau d'intensité sonore est compris entre le seuil d'audibilité et le seuil de douleur. Sa sensibilité varie en fonction de la fréquence. Cela peut être représenté par une série de courbes (Figure 2 : diagramme de Fletcher et Munson) dites d'égalité de sensation auditive. Ces courbes montrent, par exemple, qu'un son de 1000 Hz dont le niveau d'intensité sonore est de 40 dB (point A) donne la même sensation d'intensité qu'un son de 40 Hz de 70 dB (point B).

Par ailleurs, la sensibilité diminue avec l'âge, ce qui conduit à des pertes auditives.

Figure 2 : diagramme de Fletcher et Munson : courbes de sensibilité de l'oreille en fonction du niveau et de la fréquence.



Attention!

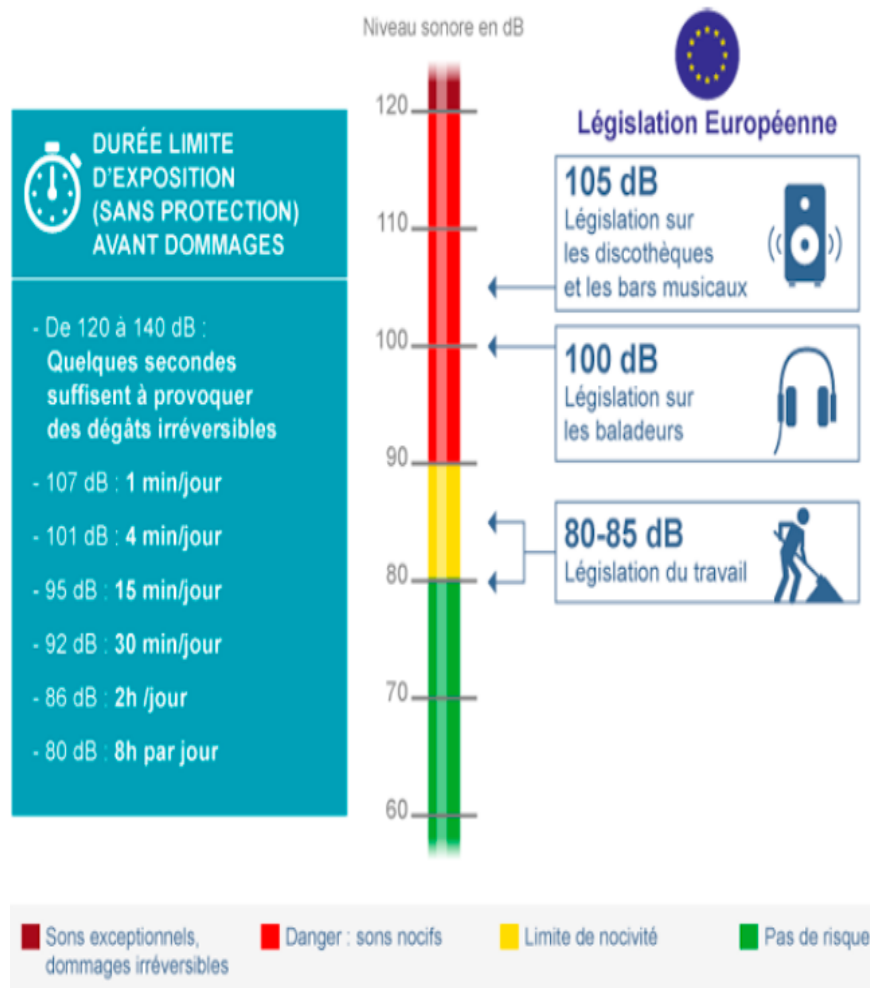
Les niveaux sonores en décibels ne s'ajoutent pas directement (c'est une échelle logarithmique).

Si une machine produit 80 dB, alors 2 et 3 machines produisent respectivement 83 dB et 85 dB.

Lorsque 2 machines qui font le même bruit fonctionnent simultanément, le fait d'en arrêter une diminue le niveau de bruit de 3 dB seulement.

D'après labotp.org/TPSPELPOLA/Spe-1.1.2-VoixAudition.pdf

Document 3 : sons et bruits dangereux : relation niveau/durée



Les niveaux sonores dangereux sont repris sur ce second schéma en insistant sur la relation intensité et durée limite d'exposition.

D'après <http://www.cochlea.org/bruit-attention-danger-!-protection>

S'approprier

1. Indiquer la grandeur physique associée au volume d'un son ainsi que son unité. Quel est l'instrument de mesure qui permet de mesurer cette grandeur ?
2. De quelle autre grandeur physique la sensibilité de l'oreille dépend-elle ?
3. À l'aide du diagramme de Fletcher et Munson (figure 2, document 2), répondre aux questions suivantes :
 - a. Pour deux sons de fréquence égale à 1000 Hz, quel est le niveau sonore correspondant au seuil d'audibilité ? Même question pour le seuil de douleur.
 - b. Compléter la phrase « un son de 3000 Hz dont le niveau d'intensité sonore est de 80 dB donne la même sensation d'intensité qu'un son de Hz de dB ».
 - c. Pour un son de fréquence 3000 Hz, déterminer la valeur du niveau d'intensité sonore correspondant au seuil de la douleur.
 - d. Comparer cette valeur avec les niveaux d'intensité sonore permis par la réglementation Européenne.
4. Quel autre paramètre doit-on prendre en compte pour évaluer la nocivité du son ?

Retrouvez éducol sur



Analyser

Nous disposons du matériel ci-dessous :

- un sonomètre (application gratuite soundmeter sur votre smartphone ou sonomètre du laboratoire);
 - une feuille de calcul permettant d'estimer une exposition sonore totale.
5. À l'aide des différents documents proposés, identifier les sons et bruits auxquels les lycéens sont exposés sur une journée complète.
 6. Indiquer les deux grandeurs physiques que l'on doit mesurer et entrer dans un tableur afin de réaliser le calcul du niveau sonore moyen.
 7. Proposer alors un protocole simple permettant de répondre à la problématique.

Réaliser

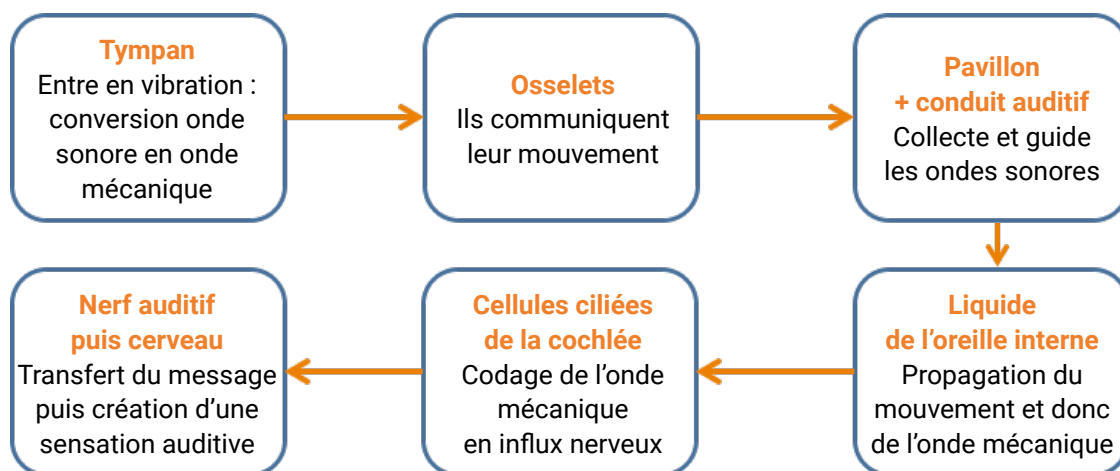
8. Mettre en commun les propositions de protocole et le réaliser après validation.

Valider, communiquer

9. Rédiger quelques lignes pour répondre à l'étude demandée par le CVL : on fera apparaître la démarche, les résultats d'expériences, la conclusion et on proposera des améliorations de la démarche afin d'affiner cette étude. On proposera également des solutions possibles pour diminuer l'exposition sonore.

Éléments de correction**Activité introductive : Perception d'un son par une oreille**

1. Un son est une sensation auditive provoquée par une vibration.
2. Les trois éléments nécessaires à l'existence d'un son sont :
 - une source qui produit le son;
 - un milieu qui transmet la vibration;
 - un récepteur par exemple l'oreille ou le capteur d'un microphone.
3. Non, les sons ne peuvent pas se propager dans le vide, il faut un milieu dans lequel la vibration provoque un déplacement de particules autour de l'objet.
4. Un son correspond à une onde sonore.
- 5.



6. Les sons graves sont les sons possédant le plus d'énergie.

Activité expérimentale : Des risques auditifs au lycée ?

S'approprier

1. La grandeur physique est le niveau d'intensité sonore et son unité est le décibel (symbole dB). L'instrument de mesure permettant de mesurer cette grandeur est le sonomètre.
2. Cette grandeur dépend également de la fréquence du son.
3.
 - a. Par lecture graphique, pour une fréquence de 1000 Hz, le niveau sonore correspondant :
 - au seuil d'audibilité est d'environ 5 dB;
 - au seuil de douleur est d'environ 120 dB.
 - b. Plusieurs réponses possibles : tous les points appartenant à la courbe où se situe le point (3000 Hz; 80 dB) : par exemple, (1000 Hz; 90 dB) ou (400 Hz; 85 dB) ou (10 000 Hz; 95 dB)...
 - c. Pour un son de 3000 Hz, le seuil de douleur se situe à environ 107 dB.
 - d. D'après la législation Européenne, nous sommes dans la zone de sons nocifs où sont présents des limites notamment sur les discothèques et les bars.
4. D'après le document 4, il faut également prendre en compte la durée d'exposition pour évaluer la nocivité d'un son.

Analyser

5. Sur une journée complète, les élèves sont exposés à de nombreux sons et bruits : sonnerie du lycée, bruit de la classe, bruit à la cantine, sons issus d'un baladeur, circulation... Ils peuvent les identifier et cibler que certains sons pour notre étude : sonnerie du lycée, bruit de la classe, bruit à la cantine, sons issus d'un baladeur.
6. Les deux grandeurs à relever sont la durée du bruit et le niveau d'intensité sonore associé.
7. Protocole : Les élèves doivent estimer la durée d'exposition aux bruits sélectionnés puis mesurer leur intensité sonore à l'aide de leur smartphone avec l'application soundmeter ou avec un sonomètre classique du lycée.
Ils rentrent ensuite les valeurs dans la calculatrice (fichier tableur au préalable installé sur un ordinateur) qui leur donne le niveau d'exposition quotidien.
8. Exemple d'étude : Nous sommes partis d'un lycéen de notre lycée ayant cours de 8h à 18h et mangeant à la cantine le midi. Les élèves ont à estimer les durées d'exposition pour chaque type de bruit suivant leurs habitudes puis ils mesurent les niveaux sonores ou se servent des données du professeur ou du document 1.
9. Sonnerie du lycée : dans notre lycée de 8h à 18h nous avons compté 13 sonneries. Sachant qu'une sonnerie dure 10 s, la durée globale d'exposition à la sonnerie sur une journée est donc de 130 s soit 0,036 h. Nous avons mesuré un niveau sonore de 75 dB.
Bruit de classe : nous sommes partis d'une moyenne de 30 minutes de bruit par heure de classe (moyenne intégrant les heures de devoirs et les temps de travail dans le calme) soit une durée globale moyenne d'exposition au bruit de classe de 240 minutes soit 4 h. Nous avons demandé à notre groupe d'élèves de parler comme ils peuvent le faire en classe et ils ont mesuré le niveau sonore de 72 dB.
Baladeurs : la durée d'exposition dépend de chaque élève. Nous sommes partis sur une durée de 1 h par jour et la valeur moyenne indiquée sur le document 1 est de 85 dB.
Cantine : nous sommes partis sur une durée de 30 minutes de passage à la cantine. Le niveau sonore moyen est de 93 dB.

Retrouvez éducol sur



En rentrant ces quatre valeurs sur la calculatrice, nous obtenons un niveau d'exposition quotidien de 82,4 dB :

Estimation de l'exposition sonore partielle d'une tâche et de l'exposition sonore totale

Pour chaque tâche : spécifier une durée en heures (en valeur décimale*) et un niveau de bruit

Repère	Nature de la tâche	Durée quotidienne en heures ^a	Niveau du bruit dB(A)	Observation	Exposition sonore partielle				
					Pa ² .h	Points	%		
1	T1	0,036	75	Sonnerie	0,000	0	0%		
2	T2	4	72	Bruit de classe	0,025	3	5%		
3	T3	1	85	Baladeurs	0,126	13	23%		
4		0,5	93	Cantine	0,399	40	72%		
5									
6									
7									
Durée de travail quotidienne totale (Te) en heures =					5,536	Total =	0,551	56	100%

Niveau acoustique continu équivalent $L_{Aeq,Te}$ = 84,0 dB(A)

Niveau d'exposition quotidienne $L_{EX,8h}$ = **82,4** dB(A)

Interprétation :		
Code de couleur de $L_{EX,8h}$	$L_{EX,8h}$ dB(A)	Interprétation
Vert	< 77	Quasi-certitude d'absence de risque
Orange	[77 à 88]	Pas d'interprétation (besoin de mesures précises)
Rouge	> 88	Risque quasi certain

* Conversion de durées en heures décimales :

Heures	Minutes	Secondes
	24	
Durée en heures (valeur décimale) = 0,4000		

Capture d'écran de la feuille de calcul.

10. Conclusion :

D'après la réglementation européenne, nous sommes dans la limite de nocivité mais nous n'avons pas pris en compte tous les bruits auxquels nous étions soumis sur une journée. Suivant nos habitudes individuelles, certains élèves peuvent donc être au-dessus du seuil de nocivité ce qui aura pour conséquences une perte auditive à terme ou des acouphènes.

Améliorations à votre démarche : mesurer réellement les bruits sur toute la journée dans chaque heure de cours et en dehors.

Solutions pour diminuer l'exposition sonore : changer la sonnerie du lycée afin d'avoir une sonnerie plus faible en décibels, faire moins de bruit en classe pour éviter la fatigue, éviter de porter trop souvent des baladeurs.

Pour les personnes exposées à des bruits très intenses dans leur métier (marteau piqueur...), il existe des casques de protection afin de limiter l'exposition aux bruits.