



1

Récepteurs et émetteurs sonores

A) Je connais le principe du haut-parleur

- **haut-parleur** = une bobine, un aimant permanent et une membrane solidaire de la bobine (pièces principales)
- **mouvement de la bobine due à la tension** aux bornes du haut-parleur :
 - la bobine subit de la part de l'aimant une **force électromagnétique** qui la pousse vers l'avant ou vers l'arrière suivant le sens du courant
 - la membrane (solidaire de la bobine) **suit le mouvement** de celle-ci
- mouvement de la membrane = création de **vibrations sonores** :
 - de **même fréquence que celle de la tension**
 - et dont l'**amplitude varie comme celle de la tension**
- fréquence du courant = 20 Hz à 20 000 Hz → production d'un **son audible**

B) Je connais le principe du microphone

- **microphone électrodynamique** : vibrations sonores causant le mouvement d'une membrane, et de la bobine qui lui est solidaire
- mouvement de la bobine par **phénomène d'induction électromagnétique** = champ magnétique entraînant l'**apparition d'une tension** aux bornes du microphone
- tension créée : **amplitude et fréquence proportionnelles** à celles des vibrations sonores

C) Je connais la définition d'un transducteur

- **transducteur** : convertit une grandeur physique en une autre
- **haut-parleur** = un transducteur électro-acoustique
 - une tension électrique entraîne un déplacement de la bobine devant l'aimant (par des forces électromagnétiques), ce qui induit une vibration sonore dans l'air
- **microphone** = un transducteur acousto-électrique
 - le son induit un déplacement de la bobine devant l'aimant, ce qui entraîne l'apparition d'une tension induite

D) Je connais le fonctionnement de la voix et de l'oreille humaine

- **parties du corps** qui interviennent dans la voix :
 - les poumons
 - cordes vocales

- résonateurs (gorge, nez, bouche)
 - étapes de la **production d'un son** par la voix :
 - le souffle d'air expiré venant des poumons
 - la vibration des cordes vocales
 - la résonance des cavités entraînant une vibration de l'air
 - différentes parties de l'**oreille** :
 - oreille externe (pavillon, conduit auditif, tympan)
 - l'oreille moyenne (marteau, enclume et étrier)
 - l'oreille interne (cellules ciliées)
 - **perception** d'un son par l'oreille :
 - la vibration de l'air entraînant la vibration du tympan
 - vibration des osselets
 - vibrations des cellules ciliées
 - signal électrique
 - **grandeurs physiques** définissant un son :
 - la hauteur
 - le timbre
 - l'intensité sonore
 - **fréquence** : différencie un son aigu d'un son grave
 - **oreille humaine** : perception des sons entre **20 et 20 000 Hz**
 - **niveau d'intensité sonore** : se définit à partir du rapport de l'intensité sonore du son I et de l'intensité acoustique de référence fixée à $I_0 = 10^{-12} \text{ W.m}^{-2}$. Il s'exprime en décibel (dB)
 - $L = 10 \times \log\left(\frac{I}{I_0}\right)$
 - si $I = I_0$, alors $L = 10 \log(1) = 0 \text{ dB}$
-

2

Instruments de musique

A) Je connais les différents instruments de musique

- trois types d'instruments de musique :
 - les instruments **à cordes**
 - les instruments **à vent**
 - les **percussions**
- **différentes parties** d'un instrument :
 - un système vibrant, dit « oscillateur »
 - un système de couplage avec l'air, dit « résonateur ou caisse de résonance »

- **système vibrant** : l'oscillateur mécanique crée le son, qui résulte de sa vibration
 - **système résonant** : le couplage permet de transmettre le son à l'air environnant pour le rendre audible
-

B) Je connais le fonctionnement d'un instrument à cordes

- **instruments à corde** : système vibrant = une corde pincée (guitare), frappée (piano) ou frottée (violon)
 - pour des **fréquences particulières**, notées f_n , l'amplitude des oscillations est plus importante ; ce sont les **fréquences propres** de vibrations de la corde
 - on parle d'**oscillations forcées**
 - **mode propre de vibration** dont la fréquence est la plus basse : mode fondamental
 - **fréquence fondamentale** notée f_0
 - autres modes propres de vibration : **modes harmoniques de fréquence f_n**
 - on parle plus souvent d'harmonique de rang n
 - **fréquence d'une harmonique de rang n** :
 - $f_n = n \times f_0$
 - avec n un entier positif
 - **onde stationnaire** : onde ne se propage pas le long de la corde (apparition de noeuds et de ventres)
 - **distance d entre deux ventres de vibration (ou deux noeuds de vibration consécutifs)** :
 - $d = \frac{\lambda}{2}$
 - avec λ la longueur d'onde de l'onde stationnaire
-

C) Je connais le fonctionnement d'un instrument à vent et d'un instrument à percussion

- **son** = une onde mécanique progressive longitudinale : succession de compressions – dilatations des molécules présentes dans l'air
 - **vibration d'une colonne d'air** : modes propres de vibration dont les fréquences dépendent de sa longueur et prennent des valeurs multiples de la fréquence f_0 du mode fondamental : $f = n \times f_0$ avec n un entier positif
 - plus la longueur de la colonne d'air est grande plus la fréquence est petite donc plus le son est grave
 - remarques :
 - fréquence fondamentale f_0 : fréquence de vibration libre de l'air dans le tuyau
 - $f = \frac{n}{2L} \times v$
 - v la vitesse de propagation de l'onde dans la colonne d'air, autrement dit de la célérité du son dans l'air ($v = 340$ m/s).
 - la température et la densité de l'air influent sur la vitesse de l'onde sonore dans la colonne :
 - quand la température baisse, la densité de l'air change et la vitesse du son augmente
 - **instruments à percussion** : sons non périodiques
 - pas de relation entre les fréquences
 - on parle de **spectre inharmonique**
-

D) Je connais le fonctionnement d'un instrument électronique

- la production d'un son par un instrument électronique (type synthétiseur) se fait par des **techniques analogiques ou numériques**
 - **synthétiseurs analogiques**, constitués des éléments suivants : oscillateur, amplificateur, filtre, générateur d'enveloppe et clavier
 - **oscillateurs** : circuits électriques comprenant une bobine et un condensateur créant le son de base, en lui donnant sa hauteur
 - on a alors un **signal sonore sinusoïdal**
 - **amplificateurs et filtres** : donnent une forme au signal créé, en lui ajoutant des harmoniques d'amplitudes différentes
 - ceci fournit **le timbre** du son synthétisé
-

E) Je sais caractériser le son provenant d'un instrument

- **son simple** : son représenté par une courbe sinusoïdale
- **son complexe** : somme de sons simples correspondant à une courbe périodique quelconque
- fréquence la plus basse du son complexe s'appelle **le fondamental** : elle donne la fréquence perçue du son appelée **hauteur** du son
- **harmoniques** = autres fréquences : elles constituent ce que l'on appelle **le timbre** du son
- **spectre de fréquence du son** : diagramme qui représente l'amplitude relative des harmoniques en fonction de la fréquence des harmoniques présents dans le son
- grâce à ce spectre de fréquence, on peut distinguer :
 - un son pur (un seul pic correspondant à la **fréquence du fondamental**)
 - et un son complexe (existence de **plusieurs harmoniques**)
- **je connais les caractéristiques d'un son musical** :
 - **hauteur** : fréquence sonore (nombre de vibrations périodiques par seconde) que l'on mesure en hertz
 - plus la vibration est rapide, plus le son est dit aigu
 - plus la vibration est lente, plus le son est dit grave
 - **correspond à la note jouée par l'instrument**
 - **intensité** : permet de distinguer un son fort d'un son faible
 - **timbre** : le nombre de fréquences harmoniques ainsi que leurs intensités respectives
- **je connais les notions de gamme et d'harmonie** :
 - **gamme musicale** : écarts de fréquence entre les notes qui composent la gamme
 - grand nombre de gammes, mais la gamme la plus utilisée est basée sur **la gamme tempérée** :
 - 12 notes séparées chacune d'un demi-ton
 - rapports de fréquence identiques entre deux notes successives
 - **fréquence du La** de la 4^e octave (noté La4) fixée à 440 Hz comme référence
- **accords de 2 notes harmonieux** :
 - l'octave = rapport de fréquence est 2

- la tierce = rapport de fréquence est $5/4$
 - la quinte = rapport de fréquence est $3/2$
 - la quarte = rapport de fréquence est $4/3$
-

3

Sons et architecture

A) Je connais les phénomènes de réflexion, d'absorption et de transmission des ondes sonores

- **chaque fois qu'une onde sonore rencontre un obstacle :**
 - une partie de l'onde est **réfléchie**
 - l'autre partie est **transmise**
 - ces phénomènes dépendent de la **nature du matériau** rencontré et de son **épaisseur**
 - onde ni réfléchie ni transmise = **onde absorbée** :
 - plaque métallique : grande **réflexion**
 - gaze (tissu très fin) : grande **transmission**
 - laine de roche : grande **absorption**
 - **isolation phonique** d'un matériau : se détermine par l'étude expérimentale de ces trois phénomènes
 - plus l'absorption acoustique du matériau est grande, plus c'est un bon isolant phonique
-

B) Je connais le phénomène de réverbération des ondes sonores dans un auditorium

- **réverbération** : persistance du son dans un lieu après l'interruption de la source sonore.
 - **auditorium** : lieu construit selon des normes acoustiques et aménagé pour écouter un orateur ou des œuvres musicales ou théâtrales
 - **temps de réverbération** : choix du local dépend de l'usage auquel il est destiné
 - trop de réverbération diminue l'intelligibilité de la parole et trop peu nuit à l'effet d'harmonie de la musique
 - **objet anéchoïque** : ne produit pas d'écho (ou de réverbération)
-