

Séquence 3 : Le son / Document prof

Séance 1 : L'origine du son et l'oreille humaine

Objectifs :

- Annoter un schéma de l'oreille
- Savoir comment se propage un son

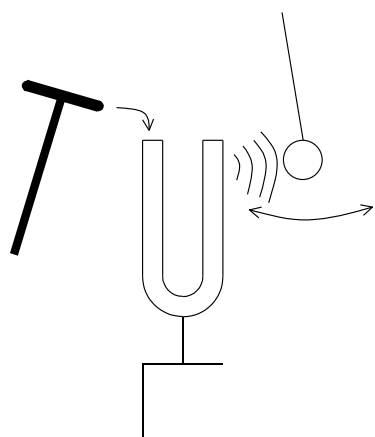
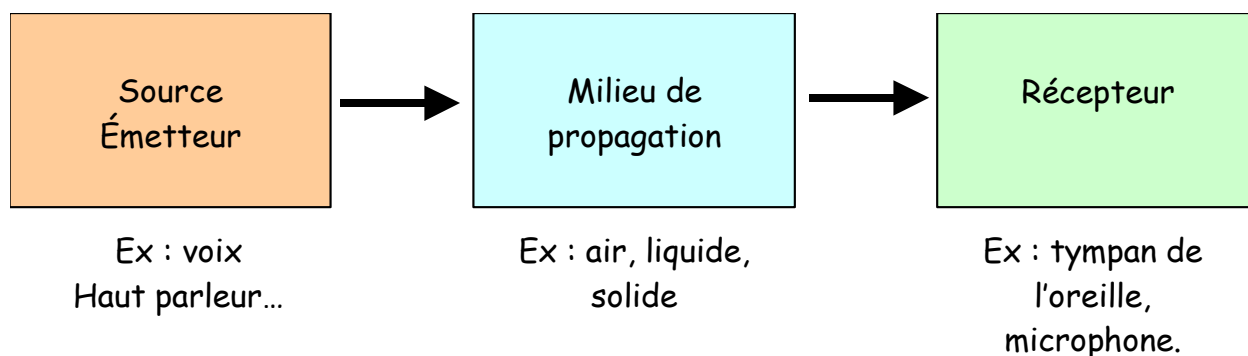
Situation professionnelle : Vous évoluez au sein de la Pouponnière de Dainville comme auxiliaire de soins. Vous vous occupez des nouveaux nés admis récemment. L'infirmière vous demande de porter une attention toute particulière à Manon qui souffre de son oreille droite. Elle a du mal à dormir.

Activité 1 : Comment se propage un son ?

Vidéo de lancement : Qu'est-ce qu'un son ? C'est pas sorcier 2 min 11

<https://www.youtube.com/watch?v=Q58ns2rLXx8>

Le son se transmet au travers de tous les milieux matériels (qu'ils soient gazeux, liquides ou solides). La production d'un son est due à la vibration d'une source (cordes, tuyaux, cordes vocales, etc...) Cette vibration entraîne une variation de pression de l'air qui se propage et qui atteint le récepteur.



La boule d'un pendule approchée d'une des branches d'un diapason en vibration se met à **osciller**. Un transfert d'énergie **mécanique** du diapason au pendule a provoqué la mise en mouvement de ce dernier.

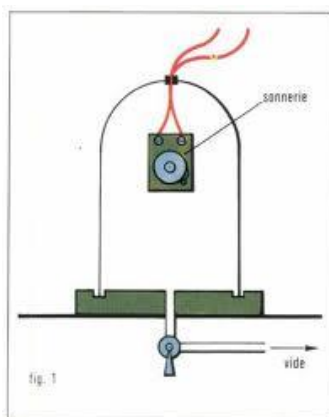
Dans l'air, le diapason transmet de l'énergie **mécanique** aux **molécules** qui l'entourent, celles-ci se mettent à vibrer et donnent naissance à un signal sonore.

Citer un objet qui transforme de l'énergie électrique en signal sonore : **le haut-parleur**.

Citer un objet qui transforme de l'énergie mécanique en signal sonore : **le diapason**.

Le son se propage-t-il dans le vide ?

Expérience :



On dispose à l'intérieur d'une cloche à vide un appareil émettant une source sonore. On effectue le vide dans cette cloche.

Le son se propage-t-il ?

Plus le vide s'effectue sous la cloche, plus le son s'atténue jusqu'à devenir inaudible. Le son ne se propage pas dans le vide.

Activité 2 : L'oreille, organe de perception du son :

Vidéo de lancement : Le système auditif humain 1.19 mn
<https://youtu.be/tGx1syJpp5k>

Travail à faire : A partir du document ci-dessous, compléter le schéma de l'oreille.

L'oreille comprend trois parties.

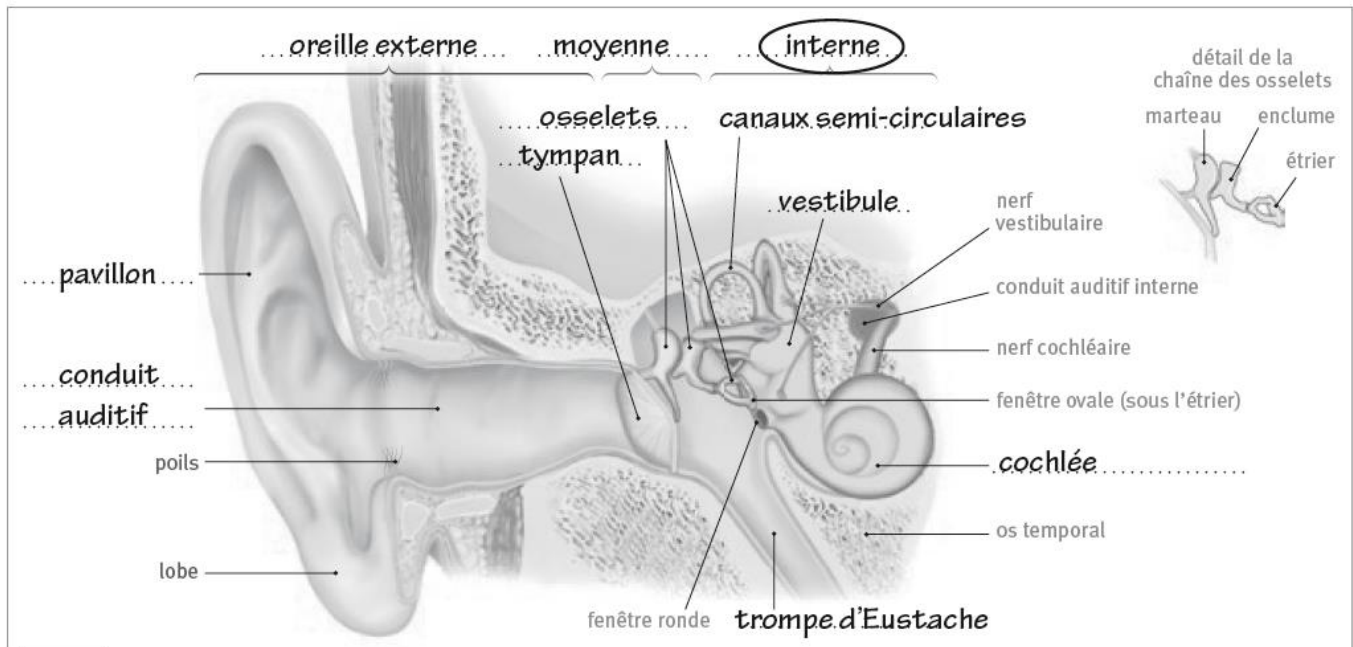
- **L'oreille externe** est composée du pavillon, du conduit auditif externe et du tympan. Le **pavillon** de l'oreille possède des replis cartilagineux qui dirigent les sons vers le conduit auditif. Le **conduit auditif externe** est situé dans l'os temporal. Il se termine par la membrane du tympan. La peau du conduit auditif est recouverte de poils et d'une sécrétion cireuse, le cérumen, qui retiennent les poussières. Le **tympan** est une membrane fine, translucide, capable de vibrer.
- **L'oreille moyenne** est située derrière le tympan. C'est une cavité remplie d'air, recouverte d'une muqueuse. Sa paroi la plus interne est percée de

deux orifices : la fenêtre ovale et la fenêtre ronde, recouvertes d'une membrane. Un conduit aplati, la **trompe d'Eustache**, relie l'oreille moyenne au pharynx. Son ouverture au cours de la déglutition ou d'un bâillement permet de rééquilibrer la pression de l'air de chaque côté du tympan et ainsi de permettre sa vibration. La chaîne des **osselets** : le marteau, l'enclume et l'étrier, relie le tympan à la fenêtre ovale. Elle transmet les vibrations à la fenêtre ovale.

- **L'oreille interne** est située à l'arrière de l'œil. Elle comprend la **cochlée** (ou limaçon), contenant les cellules sensorielles de l'audition, le **vestibule** et les **canaux semi-circulaires** abritant, les récepteurs de l'équilibre.

Document 1 : La structure de l'oreille

Nathan technique



Document 2 : Le schéma de l'oreille

A retenir :

L'oreille est l'organe de perception des sens. Elle participe à l'ouïe. Cet organe est indispensable au développement de la parole et permet la communication. Vous devez être capable d'annoter le schéma.

Séquence 3 : Le son / Document prof

Séance 2 : La transmission des sons

Objectifs :

- Indiquer le rôle des différentes parties de l'oreille
- Expliquer la transmission des sons dans l'oreille, l'origine de l'influx nerveux auditif et la transmission au cerveau
- Déterminer la période ou la fréquence d'un son pur.

Situation professionnelle : Vous évoluez au sein de la Pouponnière de Dainville comme auxiliaire de soins. Vous vous occupez des nouveaux nés admis récemment. L'infirmière vous demande de porter une attention toute particulière à Manon qui souffre de son oreille droite. Elle a du mal à dormir.

Activité 1 : La période et la fréquence d'un son

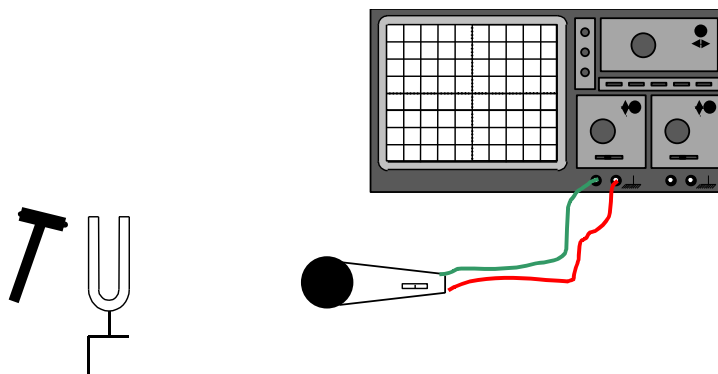
I) Déterminer la période et la fréquence d'un son :

Vidéo de lancement : Qu'est-ce qu'un son ? C'est pas sorcier 2 min 11

<https://www.youtube.com/watch?v=Q58ns2rLXx8>

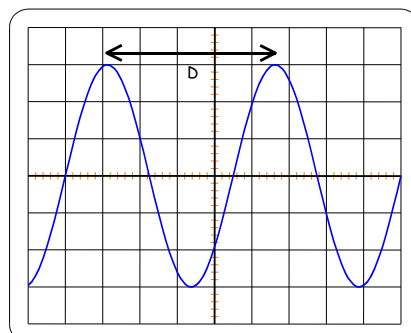
1) La période et la fréquence d'un son :

On réalise un montage composé d'un oscilloscope relié à un micro. On règle la base de temps de l'oscilloscope sur 0,5 ms/div. Après avoir allumé l'oscilloscope, on frappe légèrement une des branches du diapason avec le marteau. On règle la verticalité du signal de sorte que celui-ci occupe environ les trois quarts de l'écran.



Une courbe apparaît sur l'écran de l'oscilloscope, celle-ci est **périodique**. On frappe à nouveau sur une des branches du diapason de façon à pouvoir déterminer la distance entre deux crêtes successives.

On obtient la courbe suivante.



Calculer la période du signal en s afin de déterminer la fréquence du son.

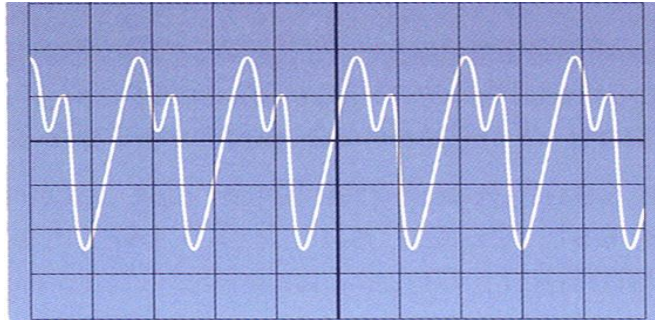
$$D = 4,5 \text{ div.}$$

$$0,5 \text{ ms} = 0,0005 \text{ s}$$

$$T = 4,5 \times 0,0005 = 0,00225 \text{ s} \quad f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0,00225} = 444,44 \text{ Hz}$$

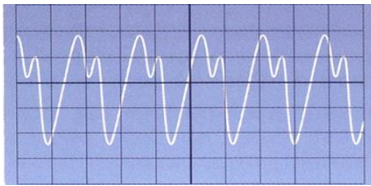
Tant que le son persiste, la distance entre deux crêtes successives du signal reste **constante**. Le type de courbe obtenu est **une sinusoïde**. Le fait d'obtenir **une sinusoïde** indique que le son est **pur**.

Voici la courbe d'un son complexe.

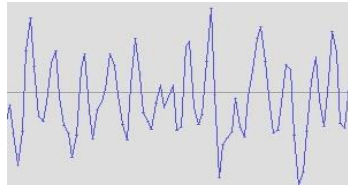


2) Différence entre son et bruit :

Un son présente un signal périodique (« composé de motifs qui se répètent régulièrement ») que l'on appelle son « timbre ». Si le signal n'est pas périodique, il s'agit d'un bruit.



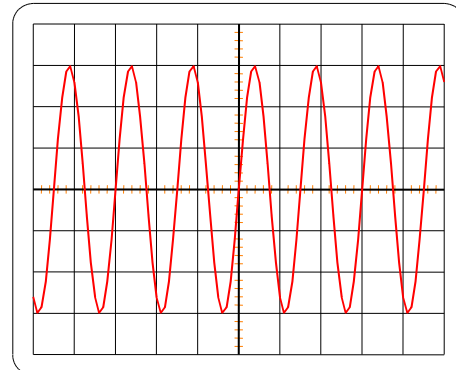
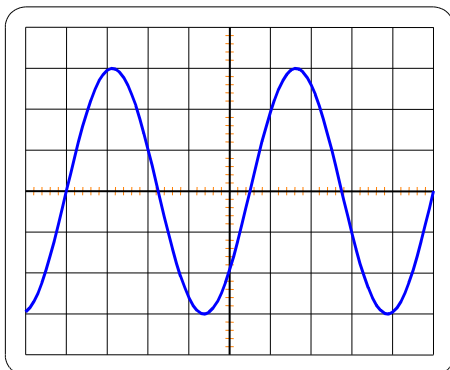
Un son



Un bruit

3) Qu'est-ce que la hauteur d'un son ?

La hauteur d'un son est liée à sa fréquence. Elle indique si un son est grave ou aigu.



Observons les deux courbes précédentes. Un son aigu a une fréquence **élevée** et un son grave une fréquence **basse**. Laquelle des deux courbes correspond à une fréquence plus haute que l'autre ? (Pour vous aider, la première courbe a la même fréquence que précédemment, calculer la fréquence de la deuxième. La base de temps de l'oscilloscope est 0,5 ms/div.)

$$D = 1,5 \text{ div.}$$

$$T = 1,5 \times 0,0005 = 0,00075 \text{ s}$$

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0,00075} = 1\,333,33 \text{ Hz}$$

La **deuxième** courbe a une fréquence plus élevée que la **première**, le son de cette courbe est donc plus **aigu** que l'autre. On associe un son aigu à une période **courte** et à une fréquence **élevée**.

4) Note de musique et fréquence :

Chaque note de musique a une fréquence particulière et correspond à un son pur. La fréquence du diapason correspond à une note particulière. Quelle est-elle ?

Note/octave	0	1	2	3	4	5	6	7
Do	32,70	65,41	130,81	261,63	523,25	1046,50	2093,00	4186,01
Do#	34,65	69,30	138,59	277,18	554,37	1108,73	2217,46	4434,92
Ré	36,71	73,42	146,83	293,66	587,33	1174,66	2349,32	4698,64
Ré#	38,89	77,78	155,56	311,13	622,25	1244,51	2489,02	4978,03
Mi	41,20	82,41	164,81	329,63	659,26	1318,51	2637,02	5274,04
Fa	43,65	87,31	174,61	349,23	698,46	1396,91	2793,83	5587,65
Fa#	46,25	92,50	185,00	369,99	739,99	1479,98	2959,96	5919,91
Sol	49,00	98,00	196,00	392,00	783,99	1567,98	3135,96	6271,93
Sol#	51,91	103,83	207,65	415,30	830,61	1661,22	3322,44	6644,88
La	55,00	110,00	220,00	440,00	880,00	1760,00	3520,00	7040,00
La#	58,27	116,54	233,08	466,16	932,33	1864,66	3729,31	7458,62
Si	61,74	123,47	246,94	493,88	987,77	1975,53	3951,07	7902,13

La note jouée par le diapason correspond au **La₃**. Observer la fréquence de cette même note dans l'octave suivante. Que pouvez-vous dire de celle-ci ?

Lorsque l'on monte d'une octave, la fréquence double.

Exercice : Les voix humaines s'échelonnent entre 30 et 2000 Hz environ du grave à l'aigu. Basse, ténor, alto, soprano... On qualifie la voix d'un chanteur, ou d'une chanteuse, par sa tessiture, c'est à dire les notes chantées avec aisance à l'intérieur de son étendue vocale, de la note la plus basse à la plus aiguë. Le tableau ci-dessous donne différentes tessitures.

Sexe (en majorité)	Registre musical	Tessiture en Hz
Femme	Mezzo-soprano	220 Hz à 950 Hz
Homme	Ténor	130 Hz à 500 Hz
Femme	Soprano	250 Hz à 1100 Hz
Homme	Basse	70 Hz à 350 Hz
Homme	Baryton	100 Hz à 420 Hz
Femme	Alto	160 Hz à 900 Hz

Répondre aux questions :

- Quel registre musical est le plus grave ? **Basse**
- Quel registre musical est le plus aigu ? **Soprano**
- Classer les registres musicaux du plus grave au plus aigu.
Basse – Baryton – Ténor – Alto – Mezzo-soprano – Soprano

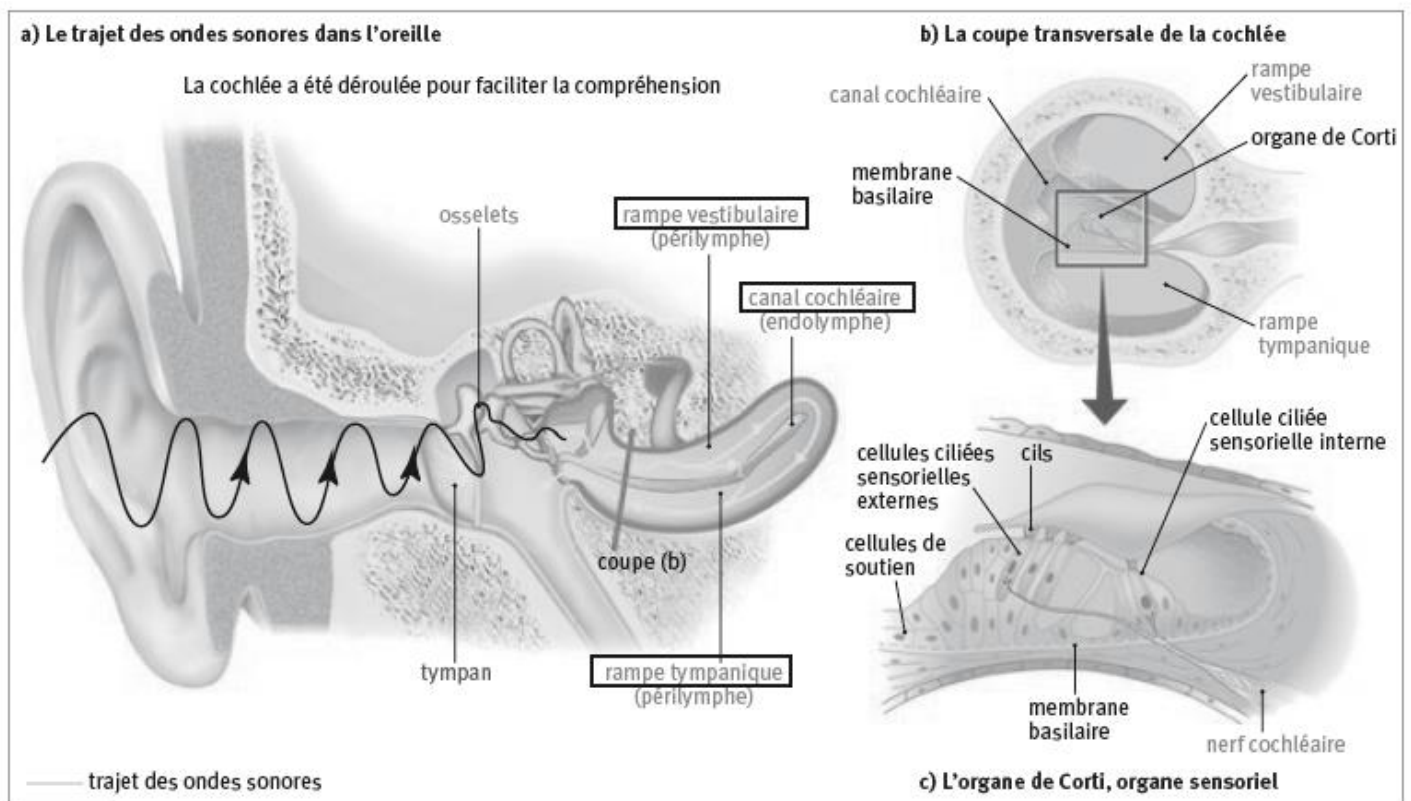
Activité 2 : La perception du son

Vidéo de lancement : Fonctionnement de l'oreille humaine

- L'oreille externe capte les ondes sonores. Le pavillon dirige les sons vers le conduit auditif externe, tel un entonnoir. Les sons pénètrent dans le conduit auditif et frappent la membrane du tympan, qui vibre.
- Dans l'oreille moyenne, le tympan transmet les vibrations aux osselets. La chaîne des osselets amplifie les vibrations et les transmet à la fenêtre ovale.
- Dans l'oreille interne, les vibrations transmises

par la fenêtre ovale modifient la pression des liquides contenus dans la cochlée et se propagent dans les membranes jusqu'à l'organe de Corti. Celui-ci porte les cellules ciliées réceptrices de l'audition. Les vibrations des membranes entraînent le fléchissement des cils portés par les cellules réceptrices auditives (mouvement mécanique). Le fléchissement des cils déclenche la production d'un message nerveux (impulsion électrique).

Document 1: Le trajet du son dans l'oreille (source Nathan technique)



Document 2 : Schéma de transmission des sons dans l'oreille

1) Lire le document 1, puis relier les différentes parties de l'oreille à leurs rôles respectifs.

- | | | | |
|-----------------|---|---|---|
| Oreille externe | * | → | * Transmet et amplifie les vibrations entre le tympan et la fenêtre ovale. |
| Oreille moyenne | * | → | * Capte les sons provenant du milieu environnant, les dirige vers le conduits auditif et le tympan. |
| Oreille interne | * | → | * Transforme les vibrations en message nerveux et Contient les récepteurs de l'équilibre. |

- 2) Tracer, en rouge sur le document 2, le trajet suivi par les ondes sonores, du conduit auditif externe jusqu'à la fenêtre ovale.
- 3) Observer le document 2a, encadrer le nom des trois conduits constitutifs de la cochlée.
- 4) Observer le document 2b, Donne le rôle de l'organe de Corti.

L'organe de Corti transforme l'onde sonore en influx nerveux grâce au fléchissement des cils des cellules ciliées.

A retenir :

L'audition est la perception des sons et leur interprétation.

Elle est assurée par les 3 parties de l'oreille, les voies nerveuses et le cerveau.

L'oreille externe : capte les sons

L'oreille moyenne : transmet les vibrations

L'oreille interne : transforme les vibrations en influx nerveux

Séquence 3 : Le son / Document prof

Séance 3 : Les dangers du son et sa prévention

Objectifs :

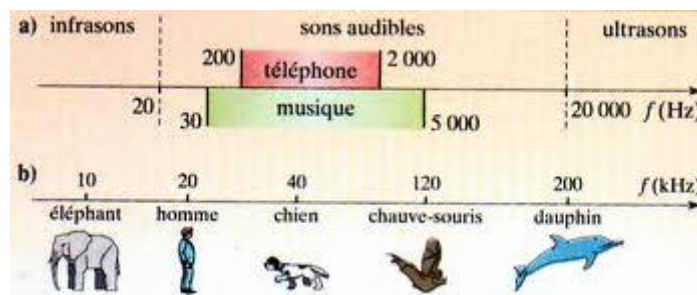
- Définir otite, citer les mécanismes d'apparition, justifier les facteurs favorisant l'otite, énoncer les signes cliniques, les conséquences et évolution potentielles, indiquer les moyens de prévention et de traitement
- Énoncer les différents types de surdité et les causes, proposer les moyens de prévention
- Exploiter une échelle de niveau d'intensité acoustique

Situation professionnelle : Vous évoluez au sein de la Pouponnière de Dainville comme auxiliaire de soins. Vous vous occupez des nouveaux nés admis récemment. L'infirmière vous demande de porter une attention toute particulière à Manon qui souffre de son oreille droite. Elle a du mal à dormir.

Activité 1 : Toutes les fréquences sont-elles audibles ?

Une norme s'est imposée selon laquelle l'oreille humaine percevrait les sons dans des fréquences comprises entre 20 Hz et 20 000 Hz. Cette normalisation ne correspond pas à la réalité psychoacoustique de chacun, c'est seulement une moyenne.

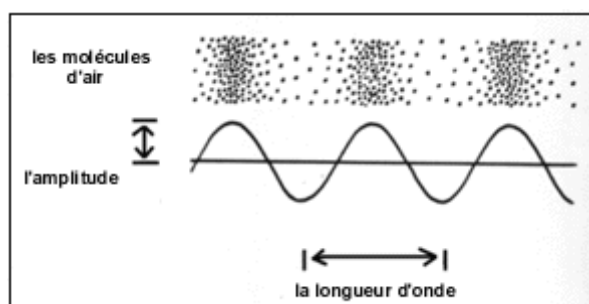
Les sons audibles pour l'homme sont **graves** si la fréquence est comprise entre 20 Hz et 300 Hz, ils sont **médiums** jusque 5 000 Hz et **aigus** au delà.



Hormis les sons audibles par l'homme, on remarque qu'ils existent les infrasons dont la fréquence est **inférieure** à 20 Hz et les ultrasons dont la fréquence est **supérieure** à 20 000 Hz.

Le niveau d'intensité acoustique :

Le son est une onde, comme une vague sur l'eau. Plus la vague est haute, plus elle sera puissante; elle possède beaucoup plus d'énergie qu'une petite vague! De la même façon, un son fort transporte plus d'énergie et fait davantage bouger nos tympanes et tous les mécanismes de nos oreilles. Si le son est trop fort, qu'il transporte trop d'énergie, il peut casser notre système auditif et nous rendre sourds.



Pour mesurer la force du son, on parle de l'amplitude de l'onde. Lorsqu'une onde est dessinée sur un graphique, l'amplitude correspond à la hauteur de l'onde. Mais à quoi correspond la hauteur d'une onde dans la vie ?

Pour mesurer cette amplitude, on doit mesurer l'énergie que transporte le son. Si on parle à voix basse, les ondes ou vagues de sons qui voyagent dans l'air feront vibrer les tympans de ceux qui nous écoutent, mais très peu. Ainsi, des appareils permettent de savoir quelle pression fera le son de notre chuchotement ou de notre cri.

La grandeur traduisant l'intensité de la sensation auditive est le niveau d'intensité acoustique L (de l'anglais « Level » : niveau). Il s'exprime en **décibels** (dB) et est mesuré par un sonomètre.

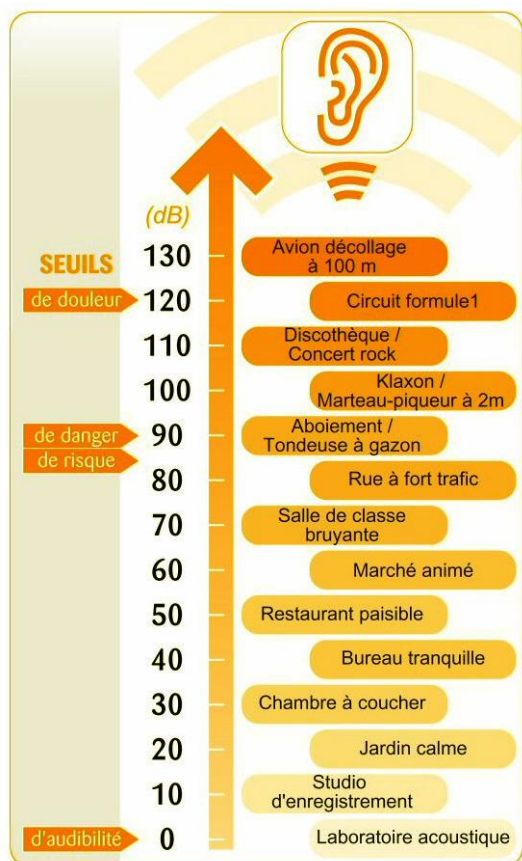


L'échelle du bruit :

L'agression sonore TDC Canopé 13 min 08

<http://www.reseau-canope.fr/tdc/tous-les-numeros/le-son/videos/article/lagression-sonore.html>

Pour mieux comprendre les différents niveaux sonores, l'échelle du bruit permet de se projeter dans une situation donnée. Aussi appelée « échelle des décibels », celle-ci se base sur des logarithmes : 3 décibels supplémentaires suffisent ainsi à doubler le niveau sonore, alors que 10 décibels le multiplient par 10.



L'échelle du bruit s'étend de 0 dB (seuil d'audibilité) à 130 dB (seuil de la douleur). La plupart des sons de la vie courante sont compris entre 30 et 90 décibels. On trouve des niveaux supérieurs à 90 dB essentiellement dans la vie professionnelle (industrie, armée, artisanat...) et dans certaines activités de loisirs (chasse, musique, sports mécaniques). Les discothèques et salles de concert ont, quant à elles, un niveau sonore maximal autorisé de 105 dB. Certaines sources (avions, fusées, canons) émettent des niveaux supérieurs à 130 dB et pouvant aller jusqu'à 200 dB.

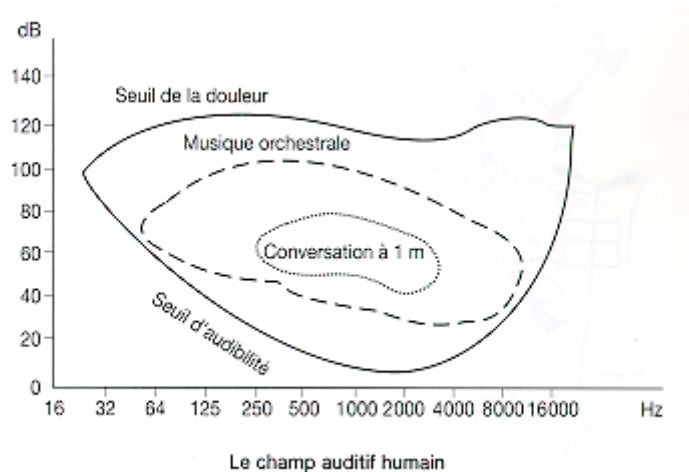
Comment préserver son audition ?

Pour préserver son audition, il est possible de s'éloigner de la source de bruit ou d'utiliser un isolant phonique.

1) Vérifier la décroissance de l'intensité acoustique avec la distance :

Fréquence et décibels :

Le schéma ci-dessous exprime le champ auditif humain, il met en relation la fréquence et l'intensité acoustique.



Question :

- Que peut-on dire d'un son de 60 dB à une fréquence de 50 Hz ? **inaudible**
- Que peut-on dire d'un son de 120 dB à une fréquence de 2000 Hz ? **douloureux**

Le temps d'exposition:

C'est la durée pendant laquelle un travailleur est soumis à un bruit.

La valeur limite d'exposition (VLE) au bruit est la valeur d'exposition à ne pas dépasser pour qu'il y ait compatibilité avec la santé des travailleurs notamment avec la protection de l'ouïe.

Niveau sonore de la phase bruyante en dB(A)	Durée d'exposition quotidienne maximale
85	8 h
88	4 h
91	2 h
94	1 h
97	30 min
100	15 min
103	7 min 30 s
106	3 min 45 s
109	1 min 52 s
112	56 s
115	28 s

Activité 2 : Otites et surdités

Travail à faire : Répondre aux questions suivantes à l'aide du document ci-dessous.

Document : Les caractéristiques des différentes otites

L'otite est une inflammation ou infection de l'oreille externe ou moyenne.

- L'otite externe touche l'oreille externe : le conduit externe et le tympan.

Les mécanismes d'apparition : bouchon de cérumen, infection du conduit externe (eczéma), présence d'eau (*Staphylococcus aureus*).

→ **Les facteurs favorisants :** défense locale perturbée (desquamation, humidité...).

→ **Les signes cliniques :** douleur touchant le pavillon, le conduit, écoulement, perte de l'acuité auditive, démangeaison, douleur à la mastication...

→ **Les évolutions potentielles :** atteinte de la peau, du cartilage environnant.

→ **Les moyens de prévention :** éviter l'humidité en séchant le conduit auditif après les séances de nage, éviter l'utilisation de coton-tige.

→ **Les traitements :** antalgiques, antibiotiques.

- L'otite moyenne peut être une otite aiguë ou séreuse.

L'otite aiguë est une infection ORL (oto-rhino-laryngée). Elle apparaît le plus souvent suite à une rhinopharyngite. La paroi mucociliaire de la trompe d'Eustache, qui est une barrière naturelle, est altérée, des bactéries (*Haemophilus influenzae*) peuvent remonter dans l'oreille moyenne et proliférer.

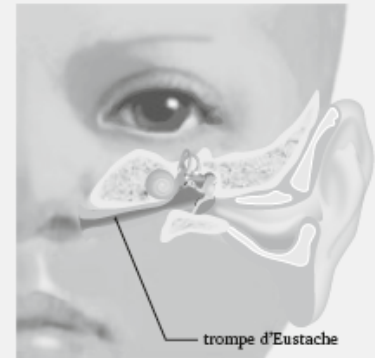
L'otite séreuse est due à la présence d'un liquide jaune épais stérile qui s'accumule autour des osselets. Cette affection est causée par un mauvais fonctionnement de la trompe d'Eustache.

→ **Les signes cliniques :** douleur vive ayant pour origine une pression sur le tympan, bourdonnements d'oreille, hypoacousie, fièvre.

→ **Les évolutions potentielles :** rupture du tympan (cicatrisation spontanée), surdité de transmission.

→ **Les moyens de prévention :** en cas de rhume, se moucher régulièrement une narine à la fois, se laver les fosses nasales avec du sérum physiologique.

→ **Les traitements :** antalgiques, paracentèse (incision du tympan), pour diminuer la pression et la douleur.



- 1) A l'aide du document ci-dessus, souligner les mécanismes d'apparition d'une otite externe.
- 2) Quelle est la cause la plus courante d'une otite moyenne ?
Elle apparaît, le plus souvent, suite à une rhinopharyngite.
- 3) Justifier les moyens de prévention d'une otite aiguë.
Se moucher régulièrement, se laver le nez avec du sérum physiologique pour éviter aux bactéries de remonter par la trompe d'Eustache à l'oreille moyenne.

A retenir :

Définition : inflammation aiguë ou chronique de l'oreille.

Causes : virus ou bactéries (remontent vers l'oreille par la trompe d'eustache)

Facteurs favorisants : infection virale, rhinopharyngite, rhume, pharyngite

Signes cliniques : formation de pus, douleurs intenses, hyperthermie, irritabilité

Traitement : antibiotique (bactéries) ; drains (évacuer le liquide)

Prévention : vaccin à large spectre (agit sur un nombre important de bactéries)

Complications : rupture du tympan, otites séreuses, perte d'audition, otite chronique

Les surdités :

Vidéo de lancement : Le bruit et les jeunes 2 min 36

<https://www.youtube.com/watch?v=bAWJtcEhWu8>

• **La pathologie** : la surdité est une perte de l'audition.

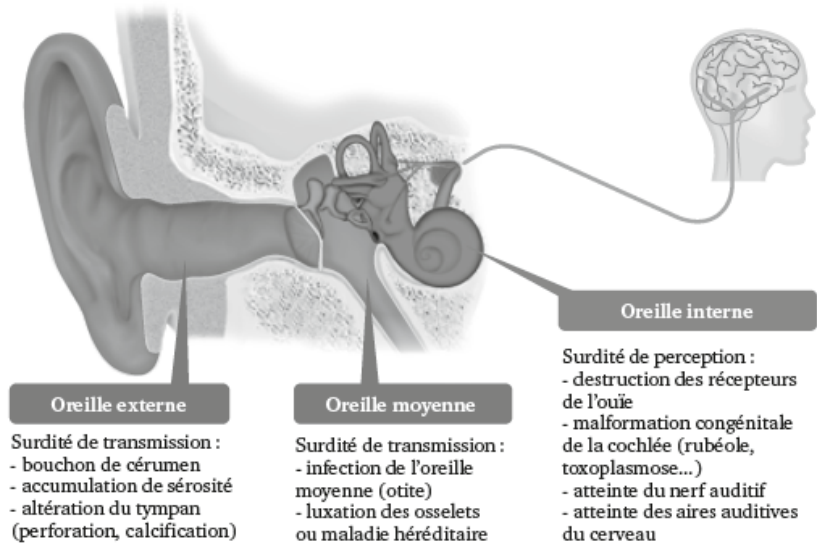
- Lorsqu'elle provient d'une mauvaise propagation des vibrations sonores dans l'oreille externe ou dans l'oreille moyenne, il s'agit de **surdité de transmission**.

- Lorsque qu'elle provient de lésions des structures nerveuses, celles de l'oreille interne (cellules ciliées responsables de la perception des sons), du nerf auditif ou des aires auditives du cerveau, il s'agit alors d'une **surdité de perception** qui touche les sons aigus. On parle de **surdité mixte** lorsque l'oreille externe ou l'oreille moyenne et l'oreille interne sont atteintes.

• **Les moyens de prévention**

– **Pour la surdité de transmission** : pratiquer une hygiène adaptée de l'oreille externe (ne pas introduire profondément de coton-tige dans le conduit auditif), prévenir les otites par une hygiène du nez, surtout en cas de rhume (mouchage, instillation de sérum physiologique).

– **Pour la surdité de perception** : préserver les cellules ciliées réceptrices de l'audition en limitant l'exposition aux bruits d'une intensité supérieure à 80 dB(A) par des mesures collectives ou individuelles (port de protection auditive comme les bouchons d'oreille), dépister le plus précocement la surdité congénitale.



Nathan technique

Document : Surdité de transmission et surdité de perception

- 1) Lire le document ci-dessus et définir la surdité de transmission et la surdité de perception.
La surdité de transmission touche l'oreille externe ou l'oreille moyenne. La surdité de perception touche l'oreille interne.
- 2) Indiquer de quel type de surdité les jeunes sont, le plus souvent, atteints en raison de l'utilisation d'écouteurs audio.
Ils sont atteints de surdité de perception.
- 3) Indiquer les moyens de prévention liés à une surdité touchant l'oreille interne.
Il faut protéger les cellules ciliées par des mesures collectives (réglementation), des mesures individuelles (port de protections auditives).