

DESCRIPTIF DE SUJET DESTINE AU PROFESSEUR

Objectifs pédagogiques	Initier les élèves à la lecture d'une échelle non linéaire et de les sensibiliser aux dangers liés à l'exposition sonore.
Notions et contenus	Seconde
	<p>1. <u>Emission et perception d'un son</u></p> <p>– Perception du son : lien qualitatif entre amplitude, intensité sonore et niveau d'intensité sonore.</p> <p>– Echelle de niveaux d'intensité sonore.</p>
Capacités exigibles	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Citer les domaines de fréquences des sons audibles, des infrasons et des ultrasons. ▪ Relier qualitativement intensité sonore et niveau d'intensité sonore. ▪ Exploiter une échelle de niveau d'intensité sonore et citer les dangers inhérents à l'exposition sonore.
Prérequis	<p><u>Cycle 4 – Des signaux pour observer et communiquer</u></p> <p>– Caractériser différents types de signaux (sonores).</p> <p>– Notion de fréquence : sons audibles, infrasons et ultrasons.</p>
Type d'activité	Analyse de documents
Description succincte	Activité qui s'appuie sur plusieurs documents pour répondre à la question : Où se placer lors d'un concert ?
Compétences travaillées	<p>S'approprier : Rechercher et organiser l'information en lien avec la problématique étudiée</p> <p>Analyser / Raisonner : Exploiter les informations extraites et les mettre en relation avec ses connaissances</p> <p>Communiquer : Rendre compte de façon écrite, utiliser un vocabulaire adapté</p>
Mise en œuvre	<ul style="list-style-type: none"> • <u>Place dans la progression de la séquence et/ou de l'année</u> : Fin de séquence sur « Emission et perception d'un son » • <u>Cadre de mise en œuvre de l'activité</u> : Activité documentaire à réaliser en classe sur une séance d'1h. Une expérience de cours. Prolongement à la maison par un retour sur la problématique.
Source(s)	D'après le site : http://www.cochlea.org/bruit-attention-danger-l-protection
Auteur(s)	Christelle DEBREE – Lycée Pothier - Orléans

ACTIVITÉ

CONTEXTE

Un concert

Julie veut aller à un concert. Ses parents ne veulent pas qu'elle soit trop proche des haut-parleurs.
Pourquoi ses parents sont-ils si insistants ?



SUPPORT(S) D'ACTIVITÉ

Doc. 1a : Intensité sonore I

L'intensité sonore I est liée à l'amplitude de la vibration sonore.

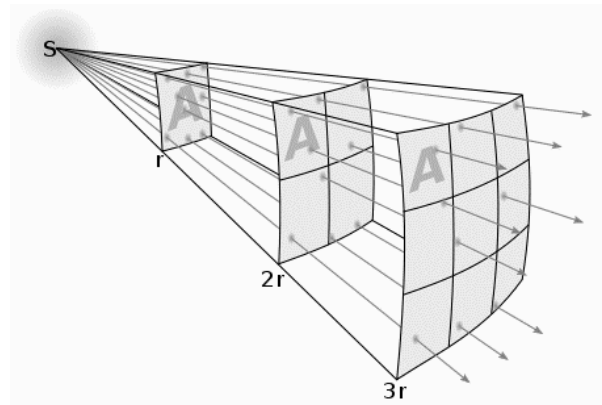
Elle est en réalité définie par : $I = \frac{P}{S}$, où P est la puissance sonore émise (en watts W) et S la surface qui reçoit cette puissance (en m^2). Unité : le $W.m^{-2}$.

Elle est donc directement liée au volume perçu. Lorsqu'il y a plusieurs sources, les intensités sonores s'additionnent.

Le seuil de l'audition de l'audition correspond à une intense sonore reçue $I_0=10^{-12} W.m^{-2}$, celui de la douleur à $I= 1 W.m^{-2}$.

Doc. 1b : Evolution de l'intensité sonore en fonction de la distance

La source S correspond à la position d'un haut-parleur.



Doc. 2 : Le niveau d'intensité sonore L

Le niveau d'intensité sonore L sert à exprimer combien de fois une intensité sonore est plus grande qu'une autre de référence. Elle se mesure en décibels (dB) avec un sonomètre.

Le niveau d'intensité sonore augmente de 10 dB chaque fois que l'intensité sonore est multipliée par 10.

Remarque : Cette relation se traduit mathématiquement en utilisant la fonction logarithme (\log) accessible sur les calculatrices avec la touche \log . Ainsi, le niveau sonore L correspond à une intensité sonore I , vaut :

$$L=10.\log\left(\frac{I}{I_0}\right) \text{ avec } I_0=10^{-12} W.m^{-2}$$

Doc. 3 : L'ennemi n° 1 de nos cellules sensorielles : le bruit !

Attention !! nous avons à la naissance qu'un capital très limité de cellules sensorielles (Cellules ciliées) (moins de 15.000) ! Et ces cellules une fois détruites ne "repoussent" pas !

https://www.youtube.com/watch?time_continue=27&v=mZmlUvHomrA

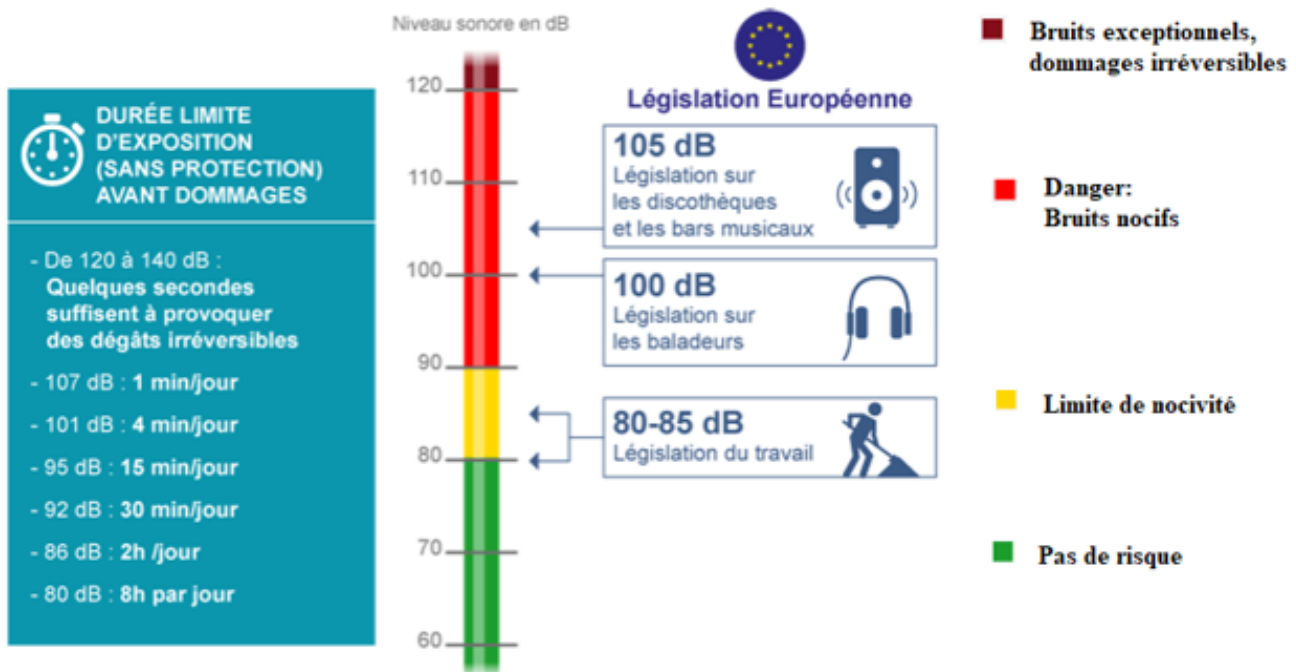
Cette animation (à visualiser) représente, à l'échelle d'une de nos cellules sensorielles, les dégâts causés par les sons (bruits) trop forts.

Jusqu'à 80-85 dB, la cellule ne souffre pas et notre capital audition n'est pas altéré. Au-delà, ce sont d'abord les cils qui sont petit à petit détruits, jusqu'à une disparition totale ; ensuite, la cellule meurt et notre capital auditif est définitivement altéré : c'est la surdité, qui peut être totale si toutes nos cellules sensorielles ont subi le même sort.

D'après le site :

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

Doc. 4 : Sons et bruits dangereux : Relation niveau/durée, législation



D'après le site :

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

CONSIGNES DONNÉES À L'ÉLÈVE

Version très guidée, utilisant tous les documents :

1. Indiquer le domaine de fréquence des sons audibles.
2. Quel est le nom des cellules transmettant le signal sonore ? Quelles sont les particularités de ces cellules ?
3. A partir de quel niveau d'intensité sonore, le bruit est-il nocif ? Pourquoi ?
4. Quel niveau sonore maximal doivent respecter les discothèques, salles de concert et autres cinémas ? Pourquoi ?
5. D'après le document 1, indiquer la relation liant l'intensité sonore pour un récepteur de surface S situé à une distance r du haut-parleur à l'intensité sonore pour le même récepteur de surface S situé à une distance $2r$ du récepteur.

6. Expérience en classe :

Vous allez écouter le son d'un haut-parleur. Le professeur va faire varier le domaine de fréquence du signal sonore. Indiquer à quelle fréquence, vous n'entendez plus de signal sonore. Commenter.

7. Retour sur la problématique :

Expliquer à Julie l'insistance de ses parents. Que lui conseillez-vous ?

Version question ouverte :

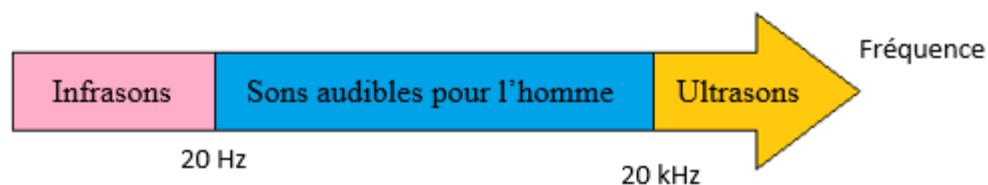
A l'aide des documents mis à disposition, expliquer à Julie l'insistance de ses parents. Que lui conseillez-vous ?

REPÈRES ÉVENTUELS POUR L'ÉVALUATION

Correction possible :

1. Indiquer le domaine de fréquence des sons audibles.
Les sons audibles évoluent entre 20 Hz et 20 KHz. Ajouter le **document** suivant si besoin.

Doc. D'aide : Domaine de fréquence des sons audibles



2. Quel est le nom des cellules transmettant le signal sonore ? Quelles sont les particularités de ces cellules ?

Le nom des cellules transmettant le signal sonore sont les cellules ciliées. Elles vibrent sous l'influence d'une onde sonore, mais se cassent de manière irrémédiable si le son possède une trop forte intensité, d'après le **document 3**.

3. A partir de quel niveau d'intensité sonore, le bruit est-il nocif ? Pourquoi ?

Le bruit est nocif à partir de 90 dB car il détruit les cellules ciliées, d'après le **document 4**.

4. Quel niveau sonore maximal doivent respecter les discothèques, salles de concert et autres cinémas ? Pourquoi ?

D'après le **document 4**, les discothèques, salles de concert et autres cinémas doivent respecter un niveau sonore maximal de 105 dB car au-delà de 120 dB les bruits produisent des dommages irréversibles sur l'audition.

5. D'après le document 1, indiquer la relation liant l'intensité sonore pour un récepteur de surface S situé à une distance r du haut-parleur à l'intensité sonore pour le même récepteur de surface S situé à une distance 2r du récepteur.

D'après le **document 1a**, $I = \frac{P}{S}$ avec P, la puissance sonore émise.

Soit S, la surface que reçoit cette puissance à une distance r.

Ainsi à une distance r, $I_r = \frac{P}{S}$ et à une distance de 2r, $I_{2r} = \frac{P}{4S}$, d'après le **document 1b**.

D'où : $\frac{I_r}{I_{2r}} = \frac{P}{S} \times \frac{4S}{P} = 4$. Ainsi, $I_r = 4 \times I_{2r}$

6. Expérience en classe :

Vous allez écouter le son d'un haut-parleur. Le professeur va faire varier le domaine de fréquence du signal sonore. Indiquer à quelle fréquence, vous n'entendez plus de signal sonore. Commenter.

Cette expérience est très facilement réalisable. On s'aperçoit que les élèves ont une acuité auditive supérieure au professeur. Ils entendent des fréquences, que le professeur n'entend plus. Certains élèves arrivent à entendre des fréquences assez élevées. Cela se traduit souvent par des sifflements très désagréables pour eux.

7. Retour sur la problématique : (Travail à la maison ou question ouverte unique)

Expliquer à Julie l'insistance de ses parents. Que lui conseillez-vous ?

Julie, je comprends l'insistance de tes parents. Notre professeur, nous a fait faire un travail sur le niveau d'intensité sonore et au travers des différentes questions et documents fournis, je vais te donner mon argumentation. Je te fournis ces documents.

Dans un premier temps, d'après le **document 4**, le niveau d'intensité sonore lors d'un concert ne doit pas dépasser 105 dB. Il faut savoir, d'après le **document 4** que si l'on s'expose à 107 dB, il ne faut pas le subir plus d'une minute par jour afin de ne pas avoir des effets négatifs sur l'acuité auditive. Alors, tu as bien compris qu'un concert d'environ d'une heure et demie n'est pas sans effet sur ton acuité auditive. D'après, la vidéo du **document 3** que j'ai visualisé, si le niveau d'intensité sonore est trop élevé les cellules

ciliées sont détruites et ne repoussent pas. Ainsi, cela se traduit par une diminution de l'acuité auditive, voire une perte d'audition.

Je pense que tu comprends pourquoi tes parents ne souhaitent pas que tu sois trop près des hauts parleurs lors du concert. De plus, d'après le **document 1**, on peut voir que l'intensité sonore est divisée par 4 pour une distance à la source multipliée par 2.

Grâce à cette argumentation, Julie, je comprends que tes parents soient si insistants. En étant trop proche des haut-parleurs, le niveau d'intensité sonore sera très élevé et tu risques d'avoir des effets nocifs sur ton acuité auditive. Tes cellules ciliées risquent d'être détruites de manière trop importante et en vieillissant, cela peut avoir un réel impact sur ta vie quotidienne car la capacité auditive se détériore en plus avec l'âge. En conclusion, Julie, il ne faut pas que tu te situes à côté des haut-parleurs lors du concert et il est préférable que tu portes des bouchons d'oreille.

Critères et indicateurs de réussite :

Domaine de Compétences évaluées	Indicateurs de réussite correspondant au niveau A
S'approprier (APP) Rechercher et organiser l'information en lien avec la problématique étudiée	<ul style="list-style-type: none"> • Savoir relier les informations des documents aux questions posées. • Savoir énoncer le domaine de fréquence des sons audibles • Savoir retrouver le niveau d'intensité sonore correspondant au seuil de perception. • Repérer le nom des cellules permettant de transmettre le signal sonore et trouver leur particularité.
Analyser/Raisonner (ANA) Exploiter les informations extraites et les mettre en relation avec ses connaissances	<ul style="list-style-type: none"> • Savoir exploiter le document 1 afin de trouver la relation mathématique en I_r et I_{2r}. • <i>Savoir déterminer le domaine de fréquence pour lequel l'oreille humaine peut entendre une dizaine de décibel et savoir relier ce domaine au domaine de la parole.</i> • Trouver à partir de quel niveau d'intensité sonore le bruit est nocif et savoir l'expliquer. • <i>Repérer le lien entre niveau d'intensité sonore et durée d'exposition et proposer une explication.</i> • <i>Repérer le niveau d'intensité sonore autorisé dans le domaine du travail et savoir l'expliquer.</i> • Savoir interpréter les limites autorisées des niveaux des intensités sonores dans les discothèques, salles de concert et cinémas. • <i>Savoir expliquer la perte auditive des personnes âgées et le manque de compréhension de celle-ci face à des types de voix particuliers.</i>
Communiquer (COM) Rendre compte de façon écrite, utiliser un vocabulaire adapté	<ul style="list-style-type: none"> • Savoir faire une synthèse argumentée des différentes informations obtenues lors des questions précédentes • Savoir présenter une réponse argumentée mettant en lien les références aux documents • Le compte-rendu comporte une introduction, une conclusion et des paragraphes distincts. • Le compte-rendu ne comporte un nombre limité de fautes d'orthographe. • Le vocabulaire scientifique est utilisé à bon escient.

Les indicateurs notés en italique et bleu correspondent aux réponses des questions supplémentaires (voir ci-dessous : pour aller plus loin ...)

Niveau A : les indicateurs choisis apparaissent dans leur (quasi)totalité

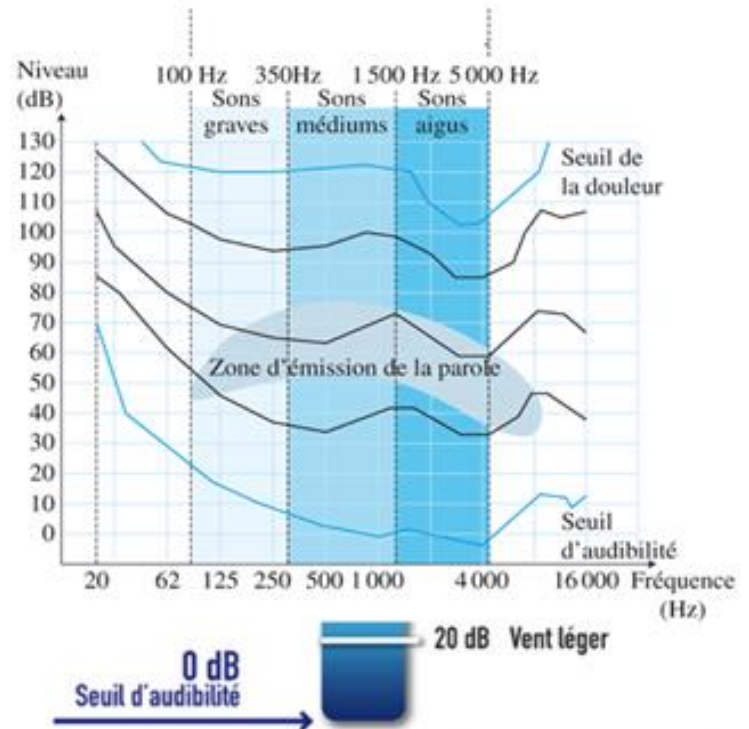
Niveau B : les indicateurs choisis apparaissent partiellement

Niveau C : les indicateurs choisis apparaissent de manière insuffisante

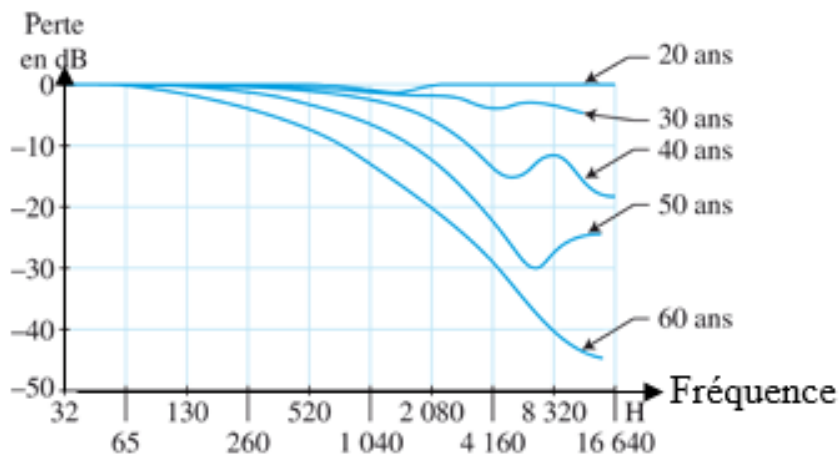
Niveau D : les indicateurs choisis ne sont pas présents

Pour les élèves rapides ou pour compléter le travail à la maison en sensibilisant les élèves aux dangers du bruit, on peut ajouter les documents et questions suivantes :

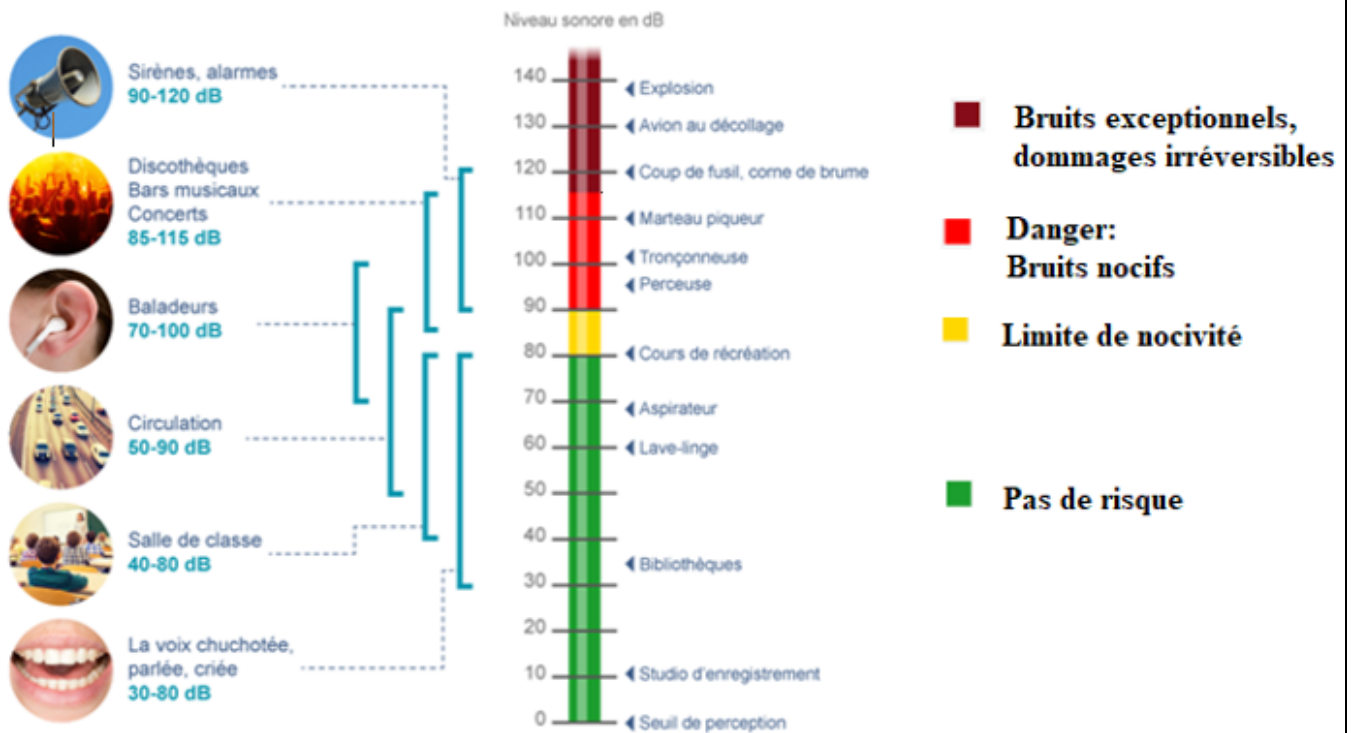
Doc. 5 : Sensibilité de l'oreille humaine



Doc. 6 : Capacités auditives et détérioration avec l'âge d'après la tendance statistique



Doc. 7 : Echelle des niveaux d'intensité sonore



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

Questions supplémentaires possibles :

1. Dans quelle gamme de fréquences l'oreille est-elle capable de discerner un son à partir d'une dizaine de décibels ?
2. Quel peut être l'intérêt pour l'être humain de disposer d'une telle acuité auditive dans cette gamme de fréquences particulière ?
3. Quel est le niveau d'intensité sonore du seuil de perception ?
4. Y-a-t-il un lien entre niveau d'intensité sonore et durée d'exposition sur les capacités auditives ? Justifier.
5. Quel est le niveau d'intensité sonore autorisé dans la législation du travail ? A votre avis, pourquoi ?
6. Expliquer pourquoi les personnes âgées ont souvent plus de mal à comprendre les enfants ou les femmes quand ils leur parlent.

Correction :

1. Dans quelle gamme de fréquences l'oreille est-elle capable de discerner un son à partir d'une dizaine de décibels ?

D'après le **document 5**, en considérant la courbe relative au seuil d'audibilité, on s'aperçoit que l'on peut entendre à partir d'une dizaine de Hertz pour une fréquence comprise entre 250 Hz et 8 000 Hz.

2. Quel peut être l'intérêt pour l'être humain de disposer d'une telle acuité auditive dans cette gamme de fréquences particulière ?

Ce domaine de fréquences est intéressant pour l'être humain car il appartient aux zones de fréquence de la parole, d'après le **document 5**.

3. Quel est le niveau d'intensité sonore du seuil de perception ?

Le niveau d'intensité sonore du seuil de perception est de 0 dB, d'après le **document 7**.

4. Y-a-t-il un lien entre niveau d'intensité sonore et durée d'exposition sur les capacités auditives ? Justifier.

Oui, il y a un lien qui relie le niveau d'intensité sonore et la durée d'exposition sur les capacités auditives. En effet, d'après le **document 4 de la première partie**, plus le niveau d'intensité sonore est important, plus la durée d'exposition doit être réduite. Par exemple, pour une exposition d'un niveau sonore de 92 dB, il ne faut pas s'exposer plus de 30 min par jour. Sinon, il existe des dommages nocifs au niveau des capacités auditives.

5. Quel est le niveau d'intensité sonore autorisé dans la législation du travail ? A votre avis, pourquoi ?

D'après le **document 4 de la première partie**, le niveau d'intensité sonore autorisé dans la législation du travail est situé entre 80 dB et 85 dB. Avec ce même document, pour une exposition à 80 dB, il ne faut pas s'exposer au-delà de 8 h par jour pour ne pas avoir des effets négatifs sur l'acuité auditive. Comme usuellement, une journée de travail correspond à 8h, on comprend alors pourquoi, ces valeurs limites d'exposition ont été choisies.

6. Expliquer pourquoi les personnes âgées ont souvent plus de mal à comprendre les enfants ou les femmes quand ils leur parlent.

D'après les **documents 5 et 7**, la voix chuchotée ou criée a un niveau d'intensité sonore situé entre 30 dB et 80 dB. Aussi, d'après le **document 6**, on voit qu'au-delà de 60 ans, les capacités auditives peuvent être vite détériorées suivant la fréquence rencontrée. La chute peut atteindre 45 dB pour une fréquence de 12 480 Hz. Ainsi, d'après le **document 5**, où il apparaît la zone d'émission de la parole, on s'aperçoit alors que le niveau d'intensité sonore se situe en dessous du seuil d'audibilité. Cela sera vérifié pour les fréquences allant de 4 000 Hz à 12 000 Hz environ. Pour les fréquences un peu plus basses, la personne entendra beaucoup moins bien si l'on regarde les **documents 5 et 6**.

Compléments pour l'argumentation auprès de Julie à l'aide des documents supplémentaires.

D'après le **document 7**, le niveau d'intensité sonore lors d'un concert ne doit pas dépasser 115 dB. Le **document 6**, indique que l'acuité auditive diminue de manière significative à partir de 50 ans pour certaines fréquences. Ainsi, si tu ne veux pas impacter ton capital auditif lors de ce concert, il ne faut pas te situer trop proche des haut-parleurs.