

# Perception d'un son

## Document professeur

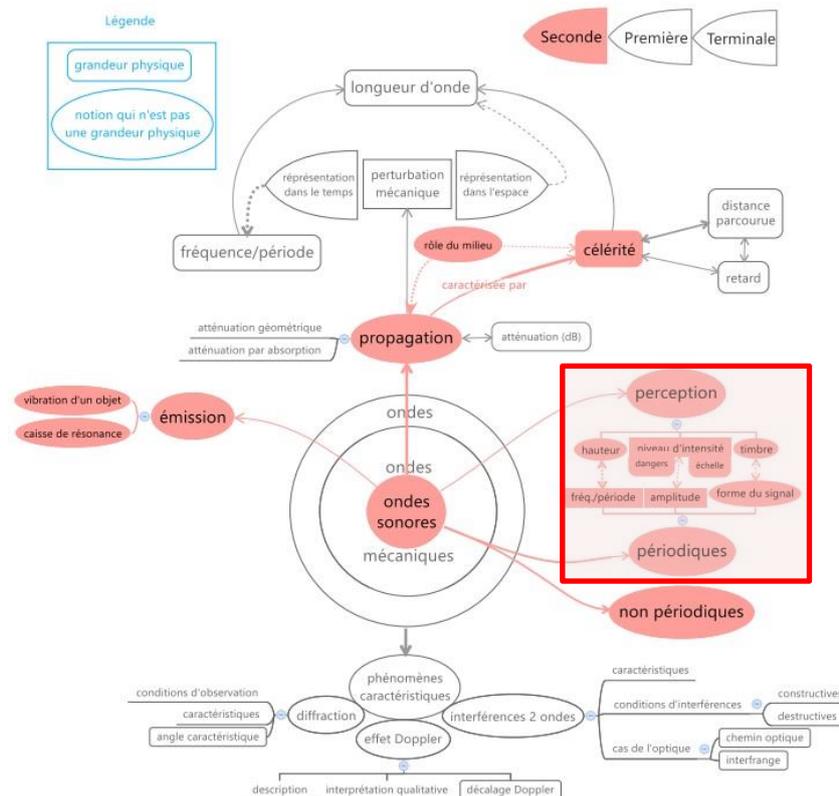
### Préambule

- Partie de programme couverte par le chapitre

1. Émission et perception d'un son	
<p>La partie « Acoustique » vise à consolider les connaissances de collège : des schémas explicatifs de l'émission, de la propagation et de la réception sont maintenant proposés. L'étude de la perception d'un son est l'occasion d'initier les élèves à la lecture d'une échelle non linéaire et de les sensibiliser aux dangers liés à l'exposition sonore.</p> <p>Les domaines d'application sont multiples : musique, médecine, sonar, audiométrie, design sonore, etc. Les outils d'investigation tels que capteurs (éventuellement ceux d'un smartphone), microcontrôleurs, logiciels d'analyse ou de simulation d'un signal sonore, sont également très variés et permettent d'illustrer le caractère opérationnel de la physique-chimie.</p> <p><b>Notions abordées au collège (cycle 4)</b>                      Vitesse de propagation. Notion de fréquence : sons audibles, infrasons et ultrasons.</p>	
Notions et contenus	Capacités exigibles Activités expérimentales support de la formation
Perception du son : lien entre fréquence et hauteur ; lien entre forme du signal et timbre ; lien qualitatif entre amplitude, intensité sonore et niveau d'intensité sonore. Échelle de niveaux d'intensité sonore.	Citer les domaines de fréquences des sons audibles, des infrasons et des ultrasons. Relier qualitativement la fréquence à la hauteur d'un son audible. 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. Enregistrer et caractériser un son (hauteur, timbre, niveau d'intensité sonore, etc.) à l'aide d'un dispositif expérimental dédié, d'un smartphone, etc.

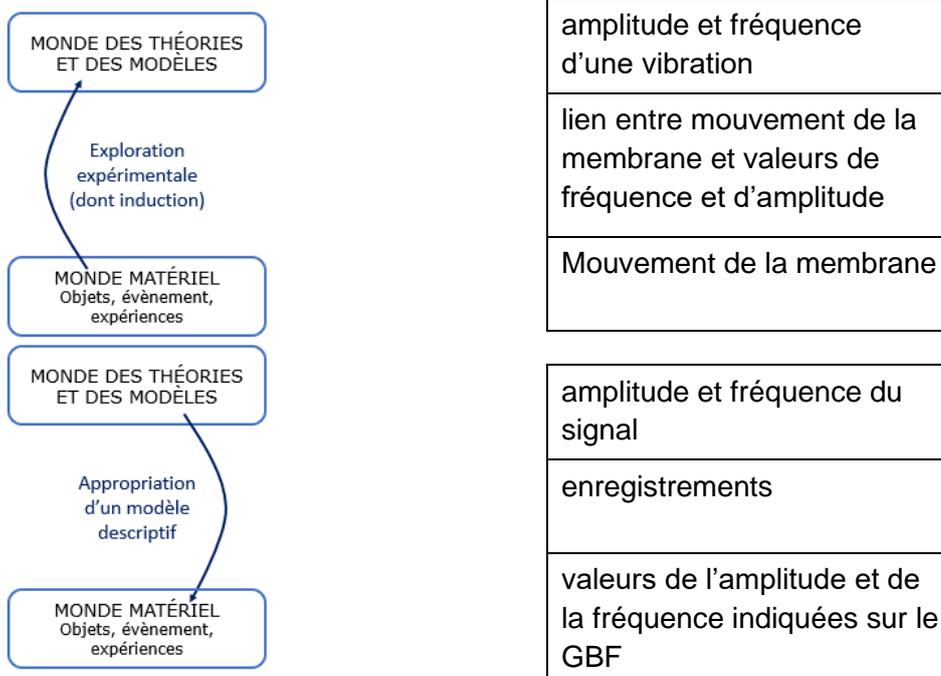
Nous avons choisi de ne parler que de niveau d'intensité sonore et pas d'intensité sonore afin de n'introduire qu'une seule grandeur. La distinction entre les deux notions ne présente pas d'intérêt pour les situations étudiées en seconde, elle sera approfondie dans l'enseignement de spécialité de terminale.

- Positionnement du chapitre dans la carte conceptuelle.



**Activité 1 : ça vibre***Caractérisation d'une vibration par sa fréquence et son amplitude*

LIEN AVEC LA FICHE CCM	CÔTÉ PRATIQUE
<p><b>SAVOIRS RETRAVAILLÉS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> vibration</li> <li><input type="checkbox"/> phénomène périodique</li> <li><input type="checkbox"/> fréquence</li> </ul> <p><b>SAVOIRS VISÉS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> amplitude</li> <li><input type="checkbox"/> son aigu, son grave</li> <li><input type="checkbox"/> son faible, son fort</li> <li><input type="checkbox"/> lien entre l'amplitude et la fréquence de vibration de la source et l'amplitude et la fréquence du signal enregistré</li> </ul> <p><b>CAPACITÉS RETRAVAILLÉES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> <b>Enregistrer des sons et visualiser leur représentation temporelle.</b></li> </ul>	<p><b>DURÉE</b> : 30 MIN</p> <p><b>RESSOURCES DISPONIBLES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> feuille de consigne</li> <li><input type="checkbox"/> matériel</li> </ul> <p><b>REMARQUES AU SUJET DU MATÉRIEL</b></p> <p>On pourra utiliser la vidéo fournie ou proposer 3 vidéos réalisées avec un HP et un GBF. On peut aussi faire visualiser en direct en classe trois situations simulées avec le vibreur du simulateur <i>SimulaSON</i> (comme sur la vidéo fournie). Lors de l'appel, le professeur peut d'ailleurs être amené à faire utiliser le simulateur pour vérifier les réponses aux questions 2 et 3.</p> <p>Attention, à partir de la question 5 (sons audibles), à plusieurs groupes, cela devient vite bruyant...</p>

**CARACTÉRISTIQUES DE L'ACTIVITÉ****ACTIONS DIDACTIQUES***Réaliser et exploiter une expérience qualitative exploratoire***MODÉLISATION****LIENS ENTRE REPRÉSENTATIONS :**

- Déplacement de la membrane (ou de sa représentation) ➡ valeurs de l'amplitude ou de la fréquence
- graphe ➡ formulation écrite



- Valeur fréquence ou amplitude ➔ perception auditive
- graphe ➔ perception auditive

**SAVOIR EN JEU**

Le savoir en jeu dans les deux premières questions porte sur les relations du déplacement d'un objet qui vibre (la membrane) et des valeurs des grandeurs physiques de fréquence et amplitude (en partant de ces valeurs pour observer le mouvement). Il est en effet essentiel pour la suite de l'étude que les élèves donnent du sens aux concepts de fréquence et d'amplitude uniquement sur le mouvement vibratoire en distinguant bien les deux grandeurs d'influence de la vibration. Dans le langage courant cette distinction n'est pas toujours évidente car l'augmentation de l'une comme de l'autre conduit par exemple à dire que « ça vibre plus vite ». L'indépendance des deux grandeurs est à construire.

Le savoir en jeu dans les questions 3 et 4 porte sur les relations entre les valeurs d'amplitude et de fréquences lues sur le GBF et la forme du graphe qui visualise le signal enregistré. La forme du graphe sera globalement « vue » par les élèves, mais il s'agit d'interpréter avec les termes adaptés

- la hauteur maximale de la sinusoïde en la reliant à la valeur de l'amplitude
- le nombre de cycles par unité de temps sur le graphe en la reliant à la valeur de la fréquence

**CORRIGE, COMPORTEMENT ET PRODUCTIONS DES ÉLÈVES**

1. Indiquer la video pour laquelle l'amplitude est la plus grande.

**Vidéo 1**

2. Décrire comment le déplacement de la membrane est modifié quand on augmente l'amplitude à une fréquence donnée.

La membrane va plus haut et se déplace plus vite (car elle doit parcourir une distance plus grande en un même temps).

3. Décrire comment le déplacement de la membrane est modifié quand on augmente la fréquence à une amplitude donnée.

La membrane se déplace plus vite (car elle doit parcourir la même distance en un temps plus court).

4. A votre avis, si on augmentait la fréquence jusqu'à une valeur d'environ 100 Hz,
  - a. Verrait-on le déplacement ?
  - b. Entendrait-on un son ?

On ne pourrait plus voir le déplacement mais on commencera à entendre un son.

**On utilise maintenant un haut-parleur alimenté par un générateur basse fréquence (GBF) réglé à une fréquence supérieure à 20 Hz.**

Le logiciel **Regressi** ainsi qu'un microphone permet de visualiser le signal enregistré.

Ecoutez le son émis par le haut-parleur et observer le signal.

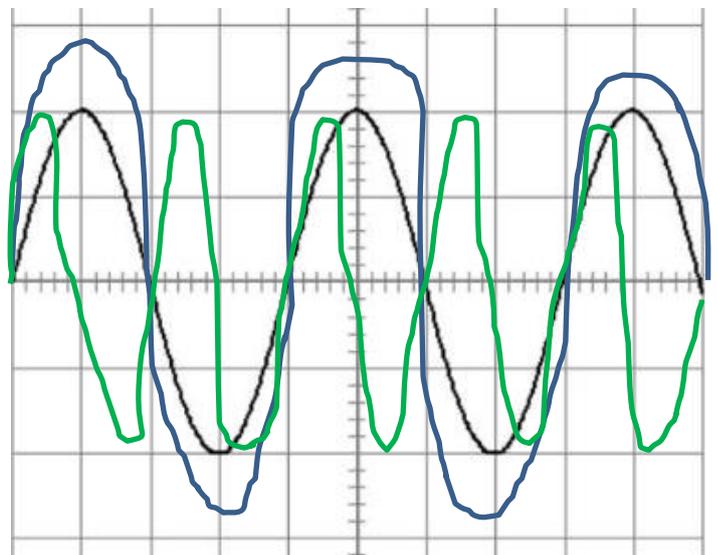
Refaire un enregistrement dans les cas suivants et noter les différences avec le premier enregistrement.

- 5- Amplitude plus grande (sans modifier la fréquence).

Quelle différence sur l'enregistrement ?  
Représentez-le qualitativement sur le graphe ci-dessous en bleu.

- 4- Fréquence plus grande (sans modifier l'amplitude).

Quelle différence sur l'enregistrement ?  
Représentez-le qualitativement sur le graphe ci-dessous en vert.



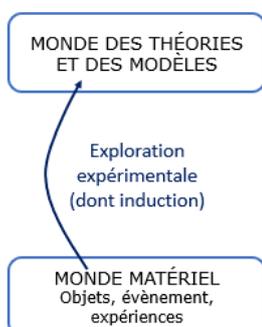
**Activité 2 : Jouer de plus en plus aigu ou de plus en plus fort**

*La hauteur d'un son est liée à la fréquence, le niveau d'intensité sonore à l'amplitude*

LIEN AVEC LA FICHE CCM	CÔTÉ PRATIQUE
<p><b>SAVOIRS RETRAVAILLÉS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> fréquence</li> <li><input type="checkbox"/> amplitude</li> </ul> <p><b>SAVOIRS VISÉS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> hauteur</li> <li><input type="checkbox"/> son aigu, son grave</li> <li><input type="checkbox"/> niveau d'intensité sonore</li> <li><input type="checkbox"/> le caractère aigu ou grave d'un son est une notion relative (il faut comparer)</li> <li><input type="checkbox"/> le caractère fort ou faible d'un son est une notion relative (il faut comparer)</li> <li><input type="checkbox"/> lien entre la fréquence et la hauteur d'un son</li> <li><input type="checkbox"/> lien entre l'amplitude du signal et le niveau d'intensité sonore</li> </ul> <p><b>CAPACITÉS VISÉES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> <b>Identifier</b> la grandeur (fréquence ou amplitude) permettant de modifier la hauteur</li> <li><input type="checkbox"/> <b>Exploiter</b> les représentations temporelles de signaux sonores pour comparer leurs hauteur, intensité, timbre.</li> </ul>	<p><b>DURÉE</b> : 30 MIN</p> <p><b>RESSOURCES DISPONIBLES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> feuille de consignes</li> <li><input type="checkbox"/> graphes d'enregistrement</li> <li><input type="checkbox"/> trois sons de diapason : son1, son 2 plus fort, son 3 plus aigu</li> <li><input type="checkbox"/> son 4 : fréquence de 440 Hz amplitude de 0,8</li> <li><input type="checkbox"/> son 5 : fréquence de 440 Hz amplitude de 0,2</li> <li><input type="checkbox"/> son 6 : fréquence de 1000 Hz amplitude de 0,8</li> </ul> <p><b>REMARQUES AU SUJET DU MATÉRIEL</b></p>

**CARACTÉRISTIQUES DE L'ACTIVITÉ****ACTIONS DIDACTIQUES**

Réaliser et exploiter une expérience qualitative exploratoire

**MODÉLISATION**

lien entre fréquence et hauteur et lien entre amplitude et niveau d'intensité sonore

analyser les graphiques des enregistrements en les reliant à la perception sonore

sons conduisant à des perceptions différentes (différentes hauteurs et de différents niveaux d'intensité sonore)

**LIENS ENTRE REPRÉSENTATIONS**

- perception auditive, visualisation de graphes ➡ formulation écrite

**SAVOIR EN JEU**



Lien entre la perception (aigu/grave et fort/faible), les grandeurs liées à la perception (hauteur et niveau d'intensité sonore) et les grandeurs physiques (fréquence et amplitude).

Ces liens n'ont rien d'évidents pour les élèves, il faut les construire.

Le « pour aller plus loin » est là pour développer le lien entre la perception sonore et la représentation graphique du son.

### CORRIGE ET COMPORTEMENT ET PRODUCTIONS DES ÉLÈVES

Les élèves ont tendance à confondre le caractère aigu/grave et le caractère fort/faible d'un son. Cela peut partiellement s'expliquer au regard des diagrammes de Fletcher, qu'on n'évoquera pas ici pour une modélisation simplifiée.

	Son 1	$f = 711 \text{ Hz}$	Son 2	$f = 711 \text{ Hz}$	Son 3	$f = 901 \text{ Hz}$
		$A = 0,5$		$A = 1$		$A = 0,5$
1. Son le plus aigu						x
2. Son le plus fort			x			
3. Fréquence la plus grande						x
4. Amplitude la plus grande			x			

5. Dédire du tableau la grandeur physique liée à la hauteur d'un son. Corriger si nécessaire la réponse à la question 3.

La grandeur physique liée à la hauteur du son est donc la fréquence (regarder les croix !).

6. Compléter la phrase : *Un son est d'autant plus aigu que sa fréquence est élevée.*  
 7. Dédire du tableau la grandeur physique liée au niveau d'intensité sonore. Corriger si nécessaire la réponse à la question 4.

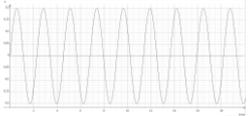
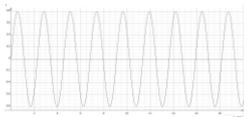
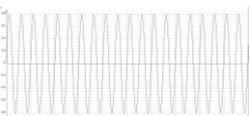
La grandeur physique liée au niveau d'intensité sonore est donc l'amplitude (regarder les croix !).

8. Compléter la phrase : *Un son est d'autant plus fort que son amplitude est grande.*



#### Pour aller plus loin...

9. Ecouter les sons 4, 5 et 6. Parmi les trois graphes suivant, identifier le graphe correspondant à chaque son :

Graphe	Son
Graphe 1 	son 5
Graphe 2 	son 4
Graphe 3 	son 6

### Activité 3 : Reconnaître le son d'un instrument...avec les yeux

*Timbre d'un instrument et forme du signal*

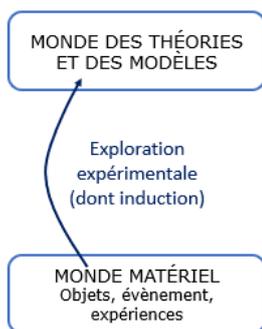
LIEN AVEC LA FICHE CCM	CÔTÉ PRATIQUE
<p><b>SAVOIRS RETRAVAILLÉS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> fréquence</li> <li><input type="checkbox"/> relation entre la fréquence et la période</li> </ul> <p><b>SAVOIRS VISÉS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> timbre</li> <li><input type="checkbox"/> lien entre la forme du signal et le timbre</li> </ul> <p><b>CAPACITÉS VISÉES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> <b>Exploiter</b> les représentations temporelles de signaux sonores pour comparer leurs hauteur, intensité, timbre.</li> </ul>	<p><b>DURÉE</b> 15 MIN</p> <p><b>RESSOURCES DISPONIBLES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> feuille de consigne</li> <li><input type="checkbox"/> enregistrements</li> </ul> <p><b>REMARQUES AU SUJET DU MATÉRIEL</b></p>

#### CARACTÉRISTIQUES DE L'ACTIVITÉ

##### ACTIONS DIDACTIQUES

Utiliser un modèle sur une situation donnée non observée ou non observable

##### MODÉLISATION



lien entre forme du signal et timbre
analyser les graphiques des enregistrements
écouter des sons correspondant à la même note mais de différents instruments

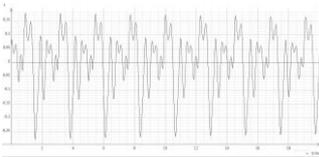
##### LIENS ENTRE REPRÉSENTATIONS

- perception auditive, visualisation de graphes ➡ formulation écrite

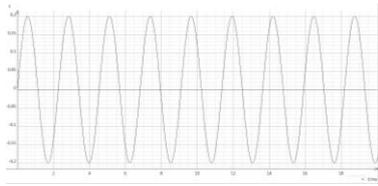
#### SAVOIR EN JEU

Le son qu'on entend ne dépend pas que de la fréquence et de l'amplitude mais aussi du timbre. Ce timbre est lié à la forme du signal. Ainsi pour rendre compte de la perception il faut de nouveaux concepts (timbre, hauteur,..)

#### CORRIGE ET COMPORTEMENT ET PRODUCTIONS DES ÉLÈVES

	1- fréquence	2- La différence de timbre se traduit par une différence de la forme du signal : les enregistrements n'ont pas le même motif périodique.	3-
la3 de guitare	f=440 Hz		Le timbre d'un son est la sensation physiologique qui permet de distinguer deux sons de même hauteur joués par



la3 de synthétiseur	$f=440$ Hz		<i>des instruments différents. La différence de timbre se traduit alors par des signaux de formes différentes.</i>
---------------------	------------	---	--

## Activité 4 : Attention aux oreilles

*Niveaux d'intensité sonore et dangers des sons trop forts*

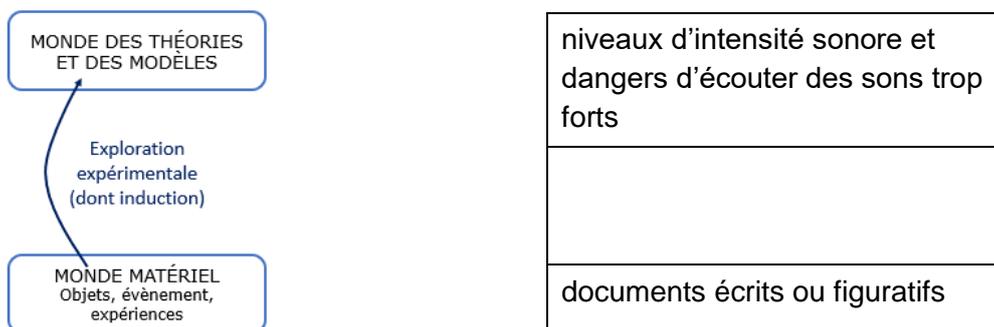
LIEN AVEC LA FICHE CCM	CÔTÉ PRATIQUE
<p><b>SAVOIRS RETRAVAILLÉS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> niveau d'intensité sonore</li> </ul> <p><b>CAPACITÉS VISÉES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> <b>Exploiter</b> une échelle de niveau d'intensité sonore pour identifier un son potentiellement dangereux pour l'oreille humaine.</li> <li><input type="checkbox"/> <b>Exploiter</b> des documents relatifs aux dangers inhérents à l'exposition sonore.</li> <li><input type="checkbox"/> <b>Citer</b> les dangers inhérents à l'exposition sonore et <b>indiquer</b> comment s'en protéger.</li> </ul>	<p><b>DURÉE</b> 30 MIN</p> <p><b>RESSOURCES DISPONIBLES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> feuille de consigne</li> </ul> <p><b>REMARQUES AU SUJET DU MATÉRIEL</b></p>

### CARACTÉRISTIQUES DE L'ACTIVITÉ

#### ACTIONS DIDACTIQUES

*Analyser des documents*

#### MODÉLISATION



#### LIENS ENTRE REPRÉSENTATIONS

- documents longs : écrits ou figuratifs

#### SAVOIR EN JEU

Ici les élèves étendent leur connaissance en utilisant le concept de niveau d'intensité sonore pour interpréter la perception de différents niveaux sonores et les dangers de bruits de niveaux sonores élevés ainsi que de leur durée.



**CORRIGE ET COMPORTEMENT ET PRODUCTIONS DES ÉLÈVES**

1- Quel est le risque d'une exposition au bruit ?

D'après le document 4, le risque est la surdité.

2- D'après le document 1, à partir de quel niveau d'intensité sonore, y a-t-il un risque pour l'audition ?

D'après le document 1, le niveau de risque est 85 dB (décibels).

3- Quels sont les facteurs du danger d'une exposition au bruit ?

D'après le document 2, le niveau sonore et le temps d'exposition sont les facteurs de danger.

5- Se rend-on compte tout de suite que notre audition a été altérée ?

D'après les documents 4, 5, il faut faire des tests pour se rendre compte des premiers effets (non).

6- Quelles précautions doit-on prendre pour éviter ces dangers ?

On peut porter un casque ou des bouchons d'oreilles. On peut s'éloigner de la source sonore.

7- En dehors d'une perte de l'audition, quels autres inconvénients l'exposition au bruit présente-t-elle ?

Un autre danger, ce sont les acouphènes (sensation auditive anormale (bourdonnement, tintement) qui n'est pas provoquée par un son extérieur).