



# Chapitre 2 : Signaux sonores et périodiques Document professeur

## Préambule

- Partie de programme couverte par le chapitre

### 1. Émission et perception d'un son

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.

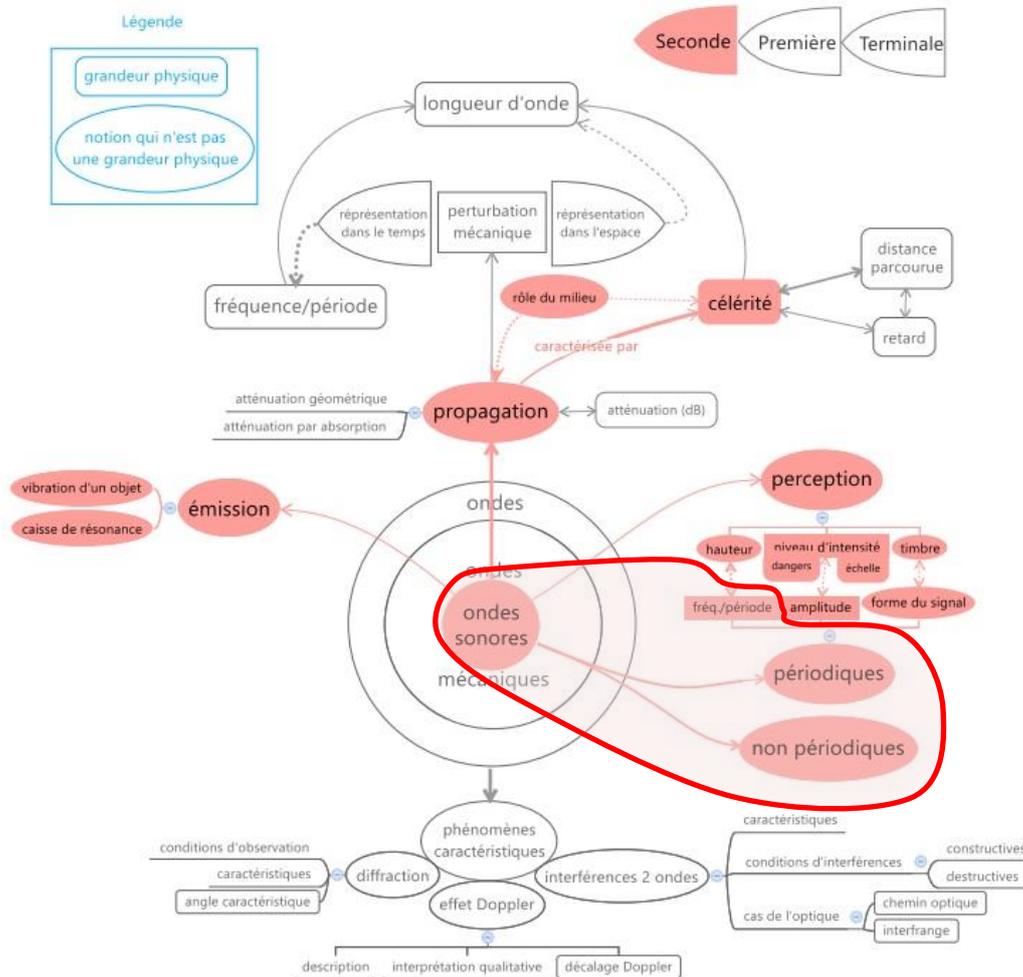
Les domaines d'application sont multiples : musique, médecine, sonar, audiométrie, design sonore, etc. Les outils d'investigation tels que capteurs (éventuellement ceux d'un smartphone), microcontrôleurs, logiciels d'analyse ou de simulation d'un signal sonore, sont également très variés et permettent d'illustrer le caractère opérationnel de la physique-chimie.

#### Notions abordées au collège (cycle 4)

Vitesse de propagation. Notion de fréquence : sons audibles, infrasons et ultrasons.

Notions et contenus	Capacités exigibles Activités expérimentales support de la formation
Signal sonore périodique, fréquence et période. Relation entre période et fréquence.	Définir et déterminer la période et la fréquence d'un signal sonore notamment à partir de sa représentation temporelle. <i>Utiliser une chaîne de mesure pour obtenir des informations sur les vibrations d'un objet émettant un signal sonore.</i> <i>Mesurer la période d'un signal sonore périodique.</i> <i>Utiliser un dispositif comportant un microcontrôleur pour produire un signal sonore.</i> <b>Capacités mathématiques</b> : identifier une fonction périodique et déterminer sa période.

- Positionnement du chapitre dans la carte conceptuelle.



**Activité 1 : à la recherche de phénomènes périodiques***Définir un événement périodique*

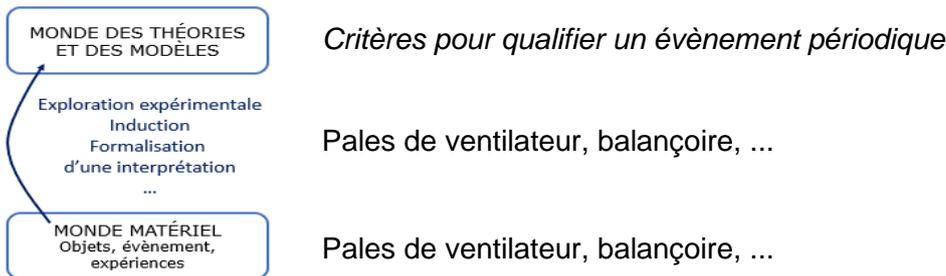
LIEN AVEC LA FICHE CCM	CÔTÉ PRATIQUE
<p><b>SAVOIRS VISÉS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Événement périodique</li> <li><input type="checkbox"/> Cycle ;</li> </ul> <p><b>CAPACITÉS VISÉES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> <b>Distinguer</b> un événement périodique d'un événement non périodique.</li> </ul>	<p><b>DURÉE</b> 20 min</p> <p><b>RESSOURCES DISPONIBLES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Feuille de consignes ;</li> <li>▪ Feuille modèle (utiliser en fin d'activité) ;</li> </ul> <p><b>REMARQUES AU SUJET DU MATÉRIEL</b> On pourra avantageusement disposer d'une balle de ping-pong et, encore mieux, d'un ventilateur en marche.</p>

**CARACTÉRISTIQUES DE L'ACTIVITÉ****ACTION DIDACTIQUE :**

Expliciter et prendre en compte des idées quotidiennes

**LIENS ENTRE REPRÉSENTATIONS :**

- Formulation écrite
- Perception visuelle formulation avec des mots

**MODÉLISATION :** Induction**SAVOIR EN JEU**

Le savoir en jeu porte sur la reconnaissance d'un cycle dans chaque cas ; cette description doit aller au-delà de « c'est pareil, il fait la même chose ... ». Il s'agit de distinguer la durée du cycle et sa « forme », ici la trajectoire de l'objet en question. Cela permet ensuite d'introduire qu'un événement est périodique si le cycle se reproduit identique à lui-même sur une même durée.

**CORRIGÉ ET COMPORTEMENT ET PRODUCTIONS DES ÉLÈVES****En rouge** un exemple de production attendue**En vert**, des commentaires ou remarques *pour l'enseignant*

Il existe plusieurs types de journaux ou revues que l'on appelle quotidien, hebdomadaire, mensuel.

1. On appelle ces journaux, des périodiques. Expliquer pourquoi.

**Évènement (sortie du journal) se fait à intervalle de temps identique.**Parmi les quatre mouvements ci-dessous, **un seul est périodique**.

2. Cocher pour chacun des mouvements soit périodique soit non périodique

Un coureur à pied qui parcourt 10 km en faisant des tours sur une piste de 400 m.	Une balançoire se balance après avoir été abandonnée.	Une balle de ping pong rebondit plusieurs fois sur le sol	Les pales d'un ventilateur tournent.
---	---	---	--------------------------------------



<input type="checkbox"/> Non périodique	<input type="checkbox"/> Non périodique	<input type="checkbox"/> Non périodique	<input type="checkbox"/> Périodique
Le temps mis pour réaliser un tour de piste ne sera pas le même à chaque tour.	Le mouvement (rebond ou balançoire) ne sera pas tout à fait le même à chaque fois (perte d'amplitude).		

On introduit le mot **cycle** de manière précise (en référence au texte du modèle).

3. Justifier votre réponse pour chaque mouvement que vous avez jugé non périodique.

*Lire les définitions du modèle §A*

4. Pour le mouvement périodique, préciser (*phrase ou schéma*) ce que représente un cycle.

Dans le cas du mouvement des pales, un cycle c'est lorsqu'une pale (et donc toutes les autres) a fait un tour (entier). Il faut éviter d'introduire la période avant cette question car alors les élèves risquent de répondre « la période ».

5. Donner des exemples d'évènements périodiques dans la vie courante. Pour chaque exemple préciser le cycle.

## Activité 2 : Comment la membrane d'un haut-parleur vibre-t-elle ?

*Mesurer la période et la fréquence d'un mouvement périodique*

LIEN AVEC LA FICHE CCM	CÔTÉ PRATIQUE
<p><b>SAVOIRS RETRAVAILLÉS :</b></p> <p><input type="checkbox"/> Évènement périodique, vibration</p> <p><b>SAVOIRS VISÉS</b></p> <p><input type="checkbox"/> Période</p> <p><input type="checkbox"/> Fréquence</p> <p><input type="checkbox"/> Relation entre la période et la fréquence;</p> <p><b>CAPACITÉS VISÉES</b></p> <p><input type="checkbox"/> <b>Proposer</b> et <b>réaliser</b> une manipulation pour <b>déterminer</b> la période ou la fréquence d'un évènement périodique</p>	<p><b>DURÉE</b> 40 min</p> <p><b>RESSOURCES DISPONIBLES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Feuille de consignes</li> <li>▪ Feuille modèle</li> <li>▪ Expérience déjà montée ou Manip prof</li> </ul> <p><b>REMARQUES AU SUJET DU MATÉRIEL</b></p> <p><b>Matériel à disposition :</b> Un haut-parleur branché sur un générateur électrique basse fréquence (GBF); un chronomètre; il est important de masquer l'indication de la fréquence sur le GBF si celui-ci dispose d'un afficheur. Régler la fréquence sur une valeur comprise entre 0,5 et 2 Hz et bien donner la consigne de ne pas toucher au bouton de réglage de la fréquence pendant toute l'activité.</p>

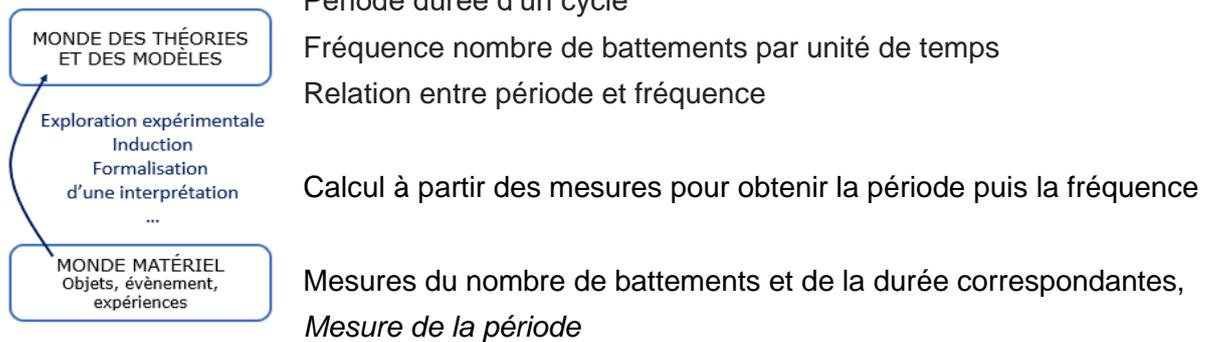
### CARACTÉRISTIQUES DE L'ACTIVITÉ

**ACTIONS DIDACTIQUES :** Réaliser et exploiter une expérience quantitative (avec prise de mesures)

### LIENS ENTRE REPRÉSENTATIONS :

Formulations orale et écrite  Valeurs mesurées  relations formelles entre grandeurs scalaires

### MODÉLISATION : FORMULATION

**SAVOIR EN JEU**

Le savoir en jeu porte sur le lien à construire entre les mesures faites (une grande partie des élèves éventuellement avec l'aide du professeur arrivent à réaliser les mesures) et leur interprétation en termes de période et fréquence. Pour de nombreux élèves ce passage des mesures obtenues à la détermination des valeurs de la période et la fréquence est difficile ; c'est un savoir important que cette activité vise à construire chez les élèves pour donner du sens aux deux grandeurs période et fréquence, au-delà d'une simple détermination graphique ultérieure (sur ces déterminations graphiques, les élèves peuvent réussir sans comprendre ce qu'il mesure). Il nécessite une compréhension approfondie des définitions de ces grandeurs pour interpréter et traiter les mesures faites.

**CORRIGÉ ET COMPORTEMENT ET PRODUCTIONS DES ÉLÈVES**

**En rouge** un exemple de production attendue

**En vert**, des commentaires ou remarques pour l'enseignant ;

1.

Comment appelle-t-on la durée d'un cycle (aller-retour) ?

**La période (voir définition sur la fiche modèle)**

2. Comment appelle-t-on le nombre de cycles (d'aller-retour) par seconde ?

**La fréquence (voir définition sur la fiche modèle)**

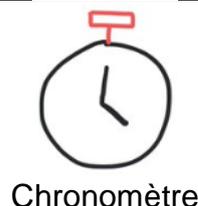
3. Avec quelle unité le ventilateur indique-t-il généralement la fréquence de rotation des pâles (activité 1) ?

**En tours par minute**

**Matériel à disposition** : Un haut-parleur branché sur un générateur électrique basse fréquence (GBF) ; un chronomètre

4. Mesurer le plus **précisément** possible la période et la fréquence du haut-parleur. Écrire clairement les mesures, les calculs et les valeurs de  $T$  et  $f$ . Expliquer par écrit ce que vous avez fait pour qu'un autre groupe puisse refaire votre expérience.

*Appeler le professeur pour validation éventuelle*



**PROTOCOLE EXPÉRIMENTAL :**

- Déclencher le chronomètre en position haute du haut-parleur ;
- Compter 10 aller-retours ;
- Arrêter le chronomètre en position haute à la fin du 10<sup>ème</sup> aller-retour ;

Temps mis pour faire 10 aller-retour (en s)	Temps mis pour un aller-retour : T (en s)	Nombre d'aller-retour par seconde : f (en Hz)	Valeur de la fréquence relevée sur le GBF
9,98	0,998 = 1,0	1,0	1
20,42	2,0	0,5	0,5
39,56	4,0	0,25	0,25
100,08	10,0	0,10	0,1
Trop rapide			2

**CALCUL DE LA FRÉQUENCE : « nombre de fois que le cycle se reproduit en 1 seconde ».**

- 1 aller-retour en 2s** : donc en 1 seconde il fait la moitié d'un cycle, donc la fréquence est de 0,5 Hz.
- 1 aller-retour en 4s** : donc en 1 seconde il fait le quart d'un cycle, donc la fréquence est de 0,25 Hz.
- 1 aller-retour en 10s** : donc en 1 s, il fait 1/10<sup>ème</sup> d'un cycle, donc la fréquence est de 0,10 Hz.

Les élèves adoptent deux stratégies différentes selon qu'ils veulent mesurer la période ou la fréquence. Dans un cas comme dans l'autre, la valeur non mesurée doit donner lieu à un calcul qui doit pouvoir donner du sens à la formule générale qui sera vue entre période et fréquence.

5. Comparer la valeur de la fréquence obtenue à celle affichée sur le GBF.

Les deux valeurs sont (quasiment) identique, aux erreurs de mesure près.

6. A partir de vos mesures et des définitions de fréquences et période, proposer une relation mathématique entre la fréquence et la période.

Suivant le niveau de la classe, la question 5 est prise en charge par l'enseignant.

<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Temps mis pour faire 1 aller-retour (un cycle) : période, T</li> <li>▪ Nombre d'aller-retour (cycle) en 1s : fréquence, f</li> </ul>	La période et la fréquence sont des grandeurs inverses l'une de l'autre :	
	$T = \frac{1}{f}$	$f = \frac{1}{T}$

Nombre de cycle	de	1	f	$f = \frac{1 \times 1}{T}$
Temps (en seconde)	(en	T	1	

**Lire le paragraphe B du modèle.**



### Activité 3 : Mesures de périodes et de fréquences

Détermination de la période et de la fréquence d'un événement périodique.

#### LIEN AVEC LA FICHE CCM

##### SAVOIRS RETRAVAILLÉS

- Période ;
- Fréquence ;
- Évènement périodique ;
- cycle
- Relation entre la période et la fréquence;

##### CAPACITÉS VISÉES

- Exploiter une observation pour identifier** le cycle et la période (ou la fréquence) d'un événement périodique
- Calculer** la période à partir de la fréquence ou la fréquence à partir de la période, en utilisant la relation entre ces grandeurs physiques
- Déterminer** graphiquement une période sur un enregistrement.

#### CÔTÉ PRATIQUE

**DURÉE** 20 min

##### RESSOURCES DISPONIBLES

- Feuille de consignes
- Feuille modèle

##### REMARQUES AU SUJET DU MATÉRIEL

#### CARACTÉRISTIQUES DE L'ACTIVITÉ

##### ACTION DIDACTIQUE :

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

##### LIENS ENTRE REPRÉSENTATIONS :

- Formulation écrite
- Représentation graphique : lecture des axes, analyse du graphe  Valeurs et relation formelle

##### MODÉLISATION : Exploiter $f=1/T$

MONDE DES THÉORIES ET  
DES MODÈLES 

Mesure de la période à partir d'un cycle

Relation entre fréquence et période

#### SAVOIR EN JEU

La notion de cycle est abordée sur les graphes après avoir été mise en œuvre sur des situations concrètes (activité 1 : pâles de ventilateur). La propriété qu'un cycle se reproduit exactement est particulièrement en jeu dans le cas du 3<sup>ème</sup> graphe. L'interprétation du graphe avec l'axe de temps est indispensable, pour reconnaître un cycle et déterminer sa durée par exemple Utiliser un graphe pour déterminer la valeur d'une grandeur (T ou f) et la relier à l'autre grandeur (f ou T) en respectant les unités est à construire ici.

#### COMPORTEMENT ET PRODUCTIONS DES ÉLÈVES

Activité que les élèves arrivent à réaliser de manière aisée. Malgré tout, les élèves rencontrent encore des difficultés pour distinguer grandeurs/unités.

De même pour la lecture du graphique qui peut être difficile pour certain.

#### CORRIGÉ

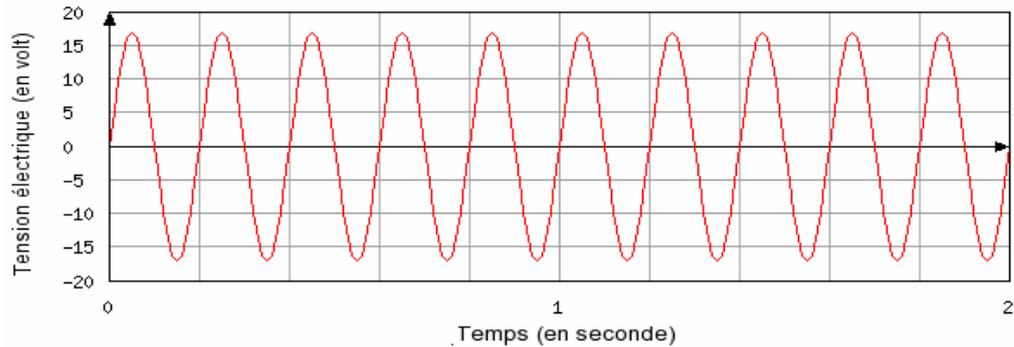


En rouge un exemple de production attendue

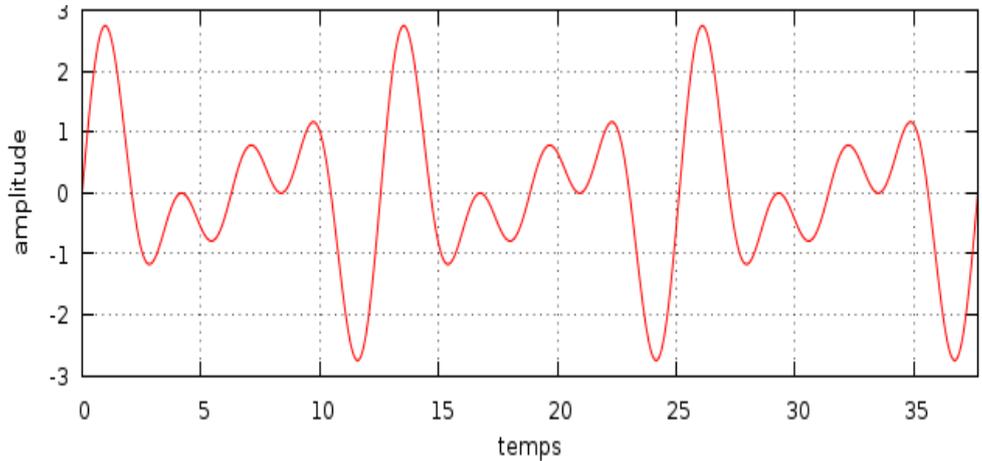
En vert, des commentaires ou remarques pour l'enseignant ;

1. Parmi les trois représentations graphiques ci-dessus, quels sont celles qui correspondent à un évènement périodique ?

**Graphe 1** : évolution d'une tension électrique au cours du temps



**Graphe 3** : enregistrement d'un son à l'aide du logiciel d'acquisition.



2. Pour le premier des évènements périodiques répondre aux questions suivantes :

- a. Quelle est la grandeur physique portée sur l'axe des ordonnées ?  
Quelle est son unité ?

<b>Graphe</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>2</b>
<b>Grandeur</b>	<b>tension</b>		<b>élongation</b>
<b>Unité</b>	<b>volt</b>		<b>cm</b>

- b. Quelle est la grandeur physique portée sur l'axe des abscisses ?  
Quelle est son unité ?

<b>Grandeur</b>	<b>Le temps</b>
<b>Unité</b>	<b>seconde</b>

- c. Des deux grandeurs *fréquence* ou *période*, quelle est celle qui est mesurable sur cet enregistrement ?

Sur l'axe des abscisses.

Réaliser cette mesure.  $5T = 1 \text{ s} \rightarrow T = \frac{1}{5}$        $T = 0,20 \text{ s}$

- d. Calculer l'autre grandeur associée : *fréquence* ou *période*.

$$f = \frac{1}{T}$$

$$f = \frac{1}{0,20}$$

$$f = 5,0 \text{ Hz}$$

**Lire le paragraphe C du modèle.**

**Activité 4 : Mais quelle est cette note ?***Détermination de la période et de la fréquence d'un signal sonore*

LIEN AVEC LA FICHE CCM	CÔTÉ PRATIQUE
<p><b>SAVOIRS VISÉS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Signal sonore périodique.</li> </ul> <p><b>SAVOIRS RETRAVAILLÉS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Période</li> <li><input type="checkbox"/> Fréquence</li> <li><input type="checkbox"/> Relation entre la période et la fréquence;</li> </ul> <p><b>CAPACITÉS VISÉES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> <b>Analyser</b> un signal sonore à l'aide d'un logiciel d'acquisition.</li> </ul> <p><b>CAPACITÉS RETRAVAILLÉES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> <b>Calculer</b> la fréquence à partir de la période, en utilisant la relation entre ces grandeurs physiques</li> <li><input type="checkbox"/> <b>Déterminer</b> graphiquement une période sur un enregistrement.</li> </ul>	<p><b>DURÉE</b> 40 min</p> <p><b>RESSOURCES DISPONIBLES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Feuille de consignes</li> <li>▪ Feuille modèle</li> <li>▪ Expérience déjà montée</li> <li>▪ Son</li> <li>▪ Notice audacity,</li> <li>▪ Ordinateur pour acquisition et traitement</li> </ul> <p><b>REMARQUES AU SUJET DU MATÉRIEL</b></p> <p>Diapason sur caisse de résonance, Microphone branché sur une platine d'acquisition (ou sur la carte son de l'ordinateur) Logiciel Audacity qui permet l'acquisition et l'analyse d'un son (une fiche d'utilisation est fournie).</p>

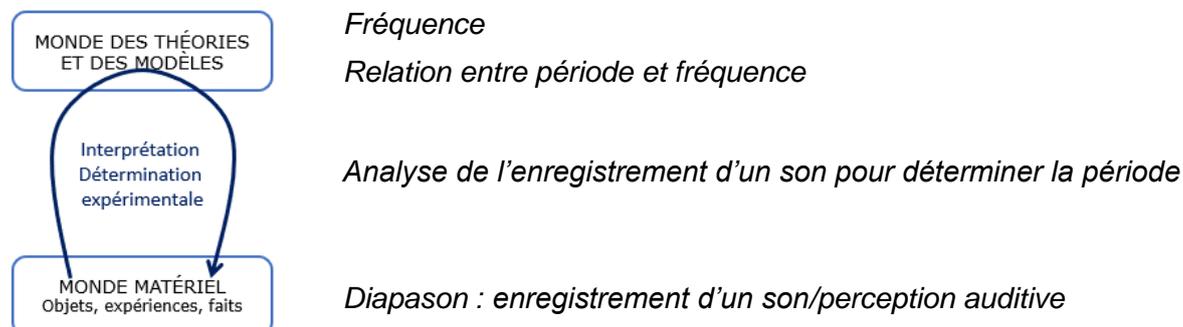
**CARACTÉRISTIQUES DE L'ACTIVITÉ****ACTION DIDACTIQUE :**

Réaliser une expérience quantitative (avec prise de mesures)

Utiliser un modèle pour interpréter quantitativement une expérience

**LIENS ENTRE REPRÉSENTATIONS :**

- Perception auditive → note → fréquence

**MODÉLISATION :** Exploitation expérimentale**SAVOIR EN JEU**

Dans cette activité, les élèves utilisent des concepts (et leur relation) déjà introduits sur une situation nouvelle : le son comme évènement périodique.

Ils étendent le champ d'application des concepts : phénomènes périodiques, période, fréquence et relation entre période et fréquence.



## COMPOTEMENT ET PRODUCTIONS DES ÉLÈVES

## CORRIGÉ

En rouge un exemple de production attendue

En vert, des commentaires ou remarques pour l'enseignant ;

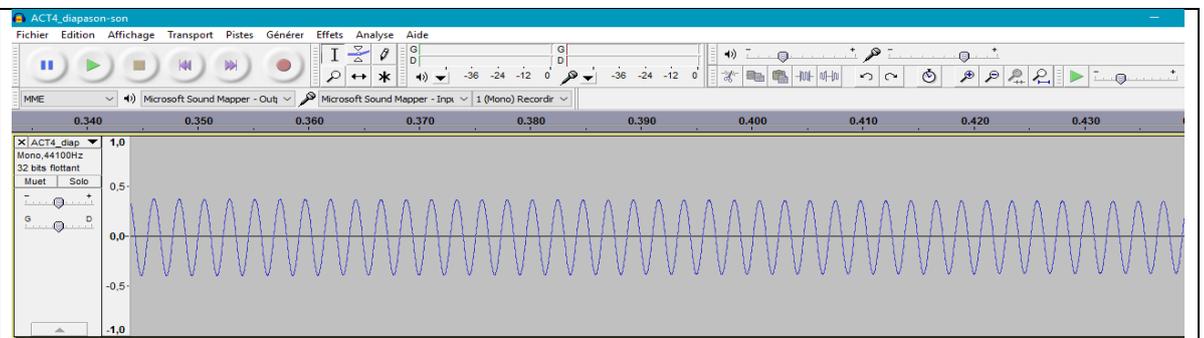
 Pour donner mon point de vue...

D'après vos connaissances, le son peut-il être un phénomène périodique ? 1- OUI 2- NON

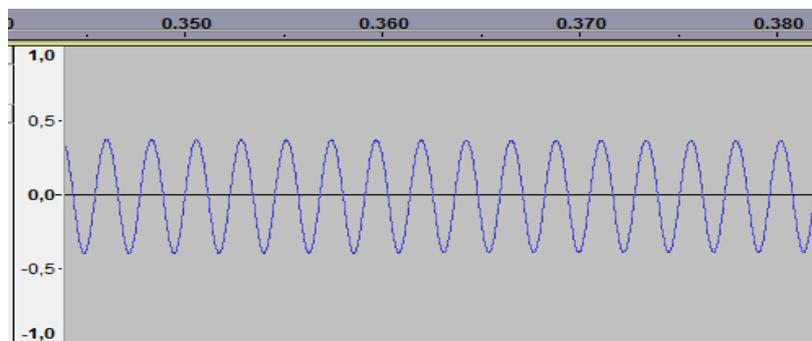
**Matériel à disposition** Diapason sur caisse de résonance,  
Microphone branché sur une carte d'acquisition (ou sur la carte son de l'ordinateur)  
Logiciel Audacity (ou Regressi ou application Phyphox sur smartphone) qui permet l'acquisition et l'analyse d'un son (une fiche d'utilisation est fournie).

Réaliser l'acquisition du son sur 1 seconde environ.

Réaliser l'acquisition.



1. Visualiser le signal obtenu sur **0,2 seconde**. Ce signal peut-il être considéré comme périodique ?



2. Que peut-on mesurer facilement ?  la fréquence  la période

la période : axe des abscisses

3. Faire cette mesure le plus précisément possible et indiquer par écrit vos mesures et vos calculs.



10T = 0,023 s  
 T = 0,0023 s  
 T = 2,3 ms

4. On donne ci-dessous les fréquences des notes de la troisième octave de la gamme tempérée.

$$f = \frac{1}{T}$$

$$f = \frac{1}{0,0023}$$

$$f = 435 \text{ Hz}$$

Note jouée	Do <sub>3</sub>	Ré <sub>3</sub>	Mi <sub>3</sub>	Fa <sub>3</sub>	Sol <sub>3</sub>	La <sub>3</sub>	Si <sub>3</sub>
Fréquence (Hz)	261,6	293,7	329,6	349,2	392,0	440,0	493,9

Identifier la note jouée.

*Lire le dernier paragraphe du modèle.*