

# TD 1 ACOUSTIQUE

## Exercice 1

Mathieu habite un studio et la guitare est son passe-temps favori. Pour régler son instrument, il émet un "la<sub>3</sub>" ce qui correspond à l'émission d'une onde sonore de longueur d'onde  $\lambda$ . La célérité du son dans l'air à 20 °C étant notée  $c$ ,  $c = 340 \text{ m/s}$  ;  $\lambda = 77,27 \text{ cm}$

- 1) exprimer littéralement la fréquence  $f$  du son émis en fonction de  $c$  et  $\lambda$ .
- 2) Calculer  $f$ .

Une fois la guitare accordée, Mathieu joue en s'accompagnant d'un synthétiseur. On considère que pour ne pas gêner les voisins, le niveau sonore global à l'intérieur ne doit pas dépasser 50 dB(A).

En un point du studio, on fait, au sonomètre, l'analyse du son par bande d'octave.

Le tableau suivant donne les niveaux mesurés d'intensité acoustique ainsi que les valeurs des pondérations acoustiques, par octave, exprimées en dB(A).

fréquence (Hz)	125	250	500	1000	2000
niveau d'intensité $L$ en dB	43	45	51	39	30
pondération en dB(A)	-16,1	-8,6	-3,2	0	+2

- 3) Que signifie dB(A) ?
- 4) Calculer les niveaux pondérés pour chaque bande de fréquences.

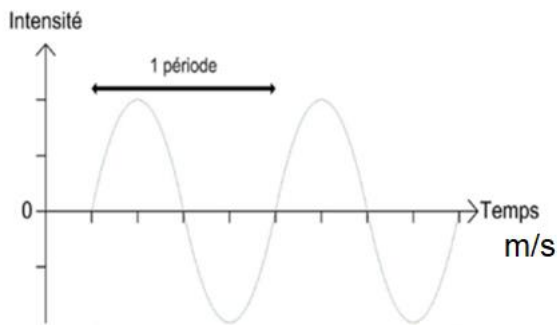
fréquence (Hz)	125	250	500	1000	2000
niveau d'intensité $L$ en dB	43	45	51	39	30
pondération en dB(A)	-16,1	-8,6	-3,2	0	+2
niveau pondéré en dB					

- 5) Calculer le niveau sonore résultant en dB(A) et conclure.

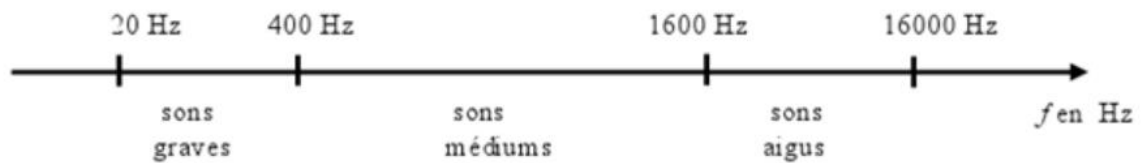
fréquence (Hz)	125	250	500	1000	2000
niveau d'intensité $L$ en dB	43	45	51	39	30
pondération en dB(A)	-16,1	-8,6	-3,2	0	+2
niveau pondéré en dB					
$I/I_0$					

Exercice 2

Le graphique suivant représente l'oscillogramme d'une onde sonore se propageant dans l'air à la température 20°C



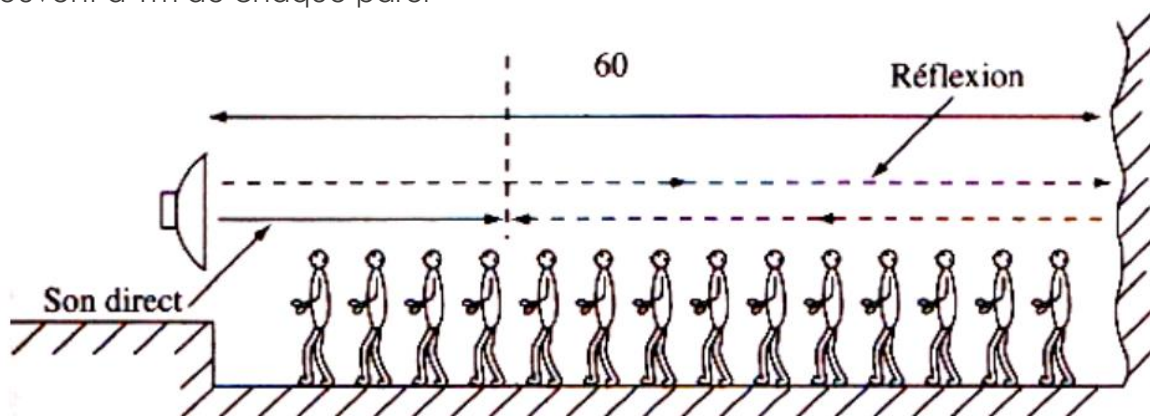
- 1) Déterminer la période  $T$  et la fréquence  $f$  du son émis.
- 2) A l'aide du schéma ci-dessous, déterminer la nature du son :



- 3) Déterminer la célérité du son dans l'air
- 4) Déterminer la longueur d'onde  $\lambda$  du signal sonore en mètre.

Exercice 3

On organise un concert en plein air. L'espace est longue de 60m, au fond à l'extrémité opposée de la scène se trouve une paroi rocheuse susceptible de produire un écho (voir figure ci-contre). Le premier et le dernier spectateur se trouvent à 1m de chaque paroi



Déterminer la distance minimale  $d_{min}$  par rapport à la paroi rocheuse où il ya risque d'écho pour les spectateurs, (l'écho est perceptible si le son arrive 0.05 secondes après le son direct). On donne la célérité du son dans l'air est  $c = 340$  m/s

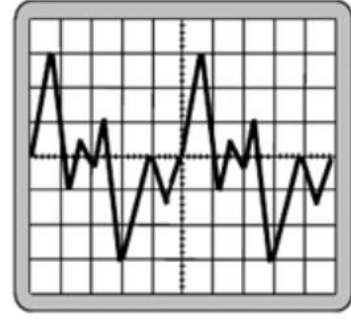
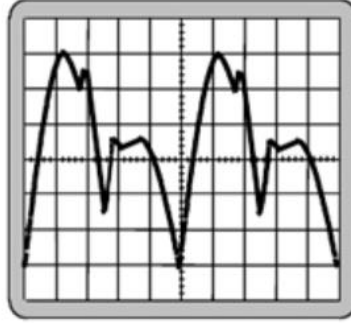
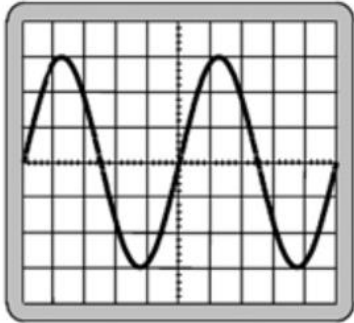
**Exercice 4**

On a relevé les oscillogrammes de trois vibrations sonores et on a conservé les mêmes réglages :

**Son 1 : « la » d'un diapason**

**Son 2 : « la » d'une flûte**

**Son 3 : « la » d'un saxophone**



1) Pour chaque question, cocher la ou les bonnes réponses :

a- Le son 1 est-il :

Le son 2 est-il :

Le son 3 est-il :

SINUSIOIDAL ?

SINUSIOIDAL ?

SINUSIOIDAL ?

PERIODIQUE ?

PERIODIQUE ?

PERIODIQUE ?

2) b- Les oscillogrammes ont des formes différentes. Cette différence caractérise-t-elle

LA HAUTEUR ?

LE TIMBRE ?

L'INTENSITE ?

**Exercice 5**

Soit un bruit dont le spectre un tiers d'octave est le suivant :

f (Hz)	100	125	157	200	250	315	400	500	630
$L_p$ (dB)	70	65	67	75	60	70	72	72	72
f (Hz)	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000
$L_p$ (dB)	77	75	70	65	62	57	55	55	50

1) Donner le spectre du bruit par bande d'octave

2) Calculer le niveau de pression total du bruit

3) Calculer le niveau de pression total pondéré en dB(A)

**Exercice 6**

1) a une distance  $d = 4,9$  m d'une source sonore isotrope on enregistre une puissance  $P = 6.10^{-3}$  W.

a) Calculer l'intensité sonore  $I_1$  à cette distance de la source.

b) Le niveau sonore correspondant  $N_1$  valant 73 dB, trouver l'intensité minimale audible  $I_0$ .

c) Calculer la pression acoustique  $p_1$  en ce point sachant que  $p_0$ , la pression acoustique minimale audible vaut  $p_0 = 2.10^{-5}$  Pa.

2) On s'éloigne d'une distance  $x$  du point où  $P_1$ ,  $N_1$ ,  $I_1$ ,  $p_1$  ont été mesurés. On enregistre alors un affaiblissement phonique  $L_p = 3$  dB. De quelle distance  $x$  s'est-on éloigné ?

**Exercice 7**

On a fait au sonomètre l'analyse d'un bruit par bande d'octave. Le tableau suivant donne les niveaux de pression acoustique mesurés dans chaque bande ainsi que la pondération A correspondante en décibels. Calculer le niveau sonore résultant en dB(A).

Fréquence centrale (Hz)	31,5	63	125	250	500	1000	2000	3000
Niveau (dB)	40	50	70	70	75	71	65	50
Pondération (dB)	-39,4	-26,2	-16,1	-8,6	-3,2	0	1,2	1

**Exercice 8**

Après l'installation d'un système de climatisation, on réalise une étude acoustique d'un bureau. On considère que le bruit engendré par le soufflage de l'air est assimilable à une source sonore.

L'équipement aéraulique ne devra pas engendrer un niveau sonore global à l'intérieur du bureau supérieur à 35 dB<sub>A</sub>.

On mesure, par octave, la puissance acoustique de la source et le temps de réverbération au niveau du bureau.

Fréquence $f$ (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
Niveau de puissance $L_w$ (dB)	35	42	41	39	36	36
Temps de réverbération $T$ (s)	0,7	0,6	0,6	0,5	0,5	0,4

Données.

- le volume du bureau est 30 m<sup>3</sup>.

- l'expression du niveau de pression acoustique dans le cas d'un local clos avec réverbération est

$$L_p = L_w + 10 \cdot \log(4/A)$$

$L_p$  est le niveau de pression acoustique en un point en dB.

$L_w$  est le niveau de puissance acoustique en dB.

A est l'aire d'absorption équivalente en m<sup>2</sup>.

- on admet que la formule de Sabine est :

$$T = 0,16 V/A$$

où T est la durée de réverbération en s et V est le volume du local en m<sup>3</sup>.

- les valeurs des pondérations acoustiques, par octave, exprimées en dB<sub>A</sub>, sont

Fréquence f(Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
Pondération (dB <sub>A</sub> )	-16,1	-8,6	-3,2	0	+2	+1

- 1) Calculer le niveau global de puissance acoustique de la source en dB.
- 2) Compléter le tableau ci-dessous puis calculer le niveau de pression acoustique global pondéré en dB<sub>A</sub> en un point du bureau.

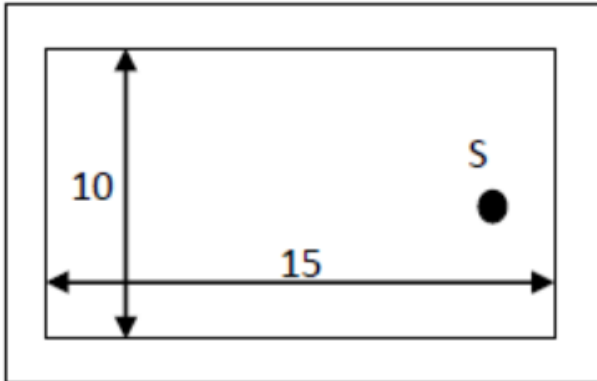
(Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
$L_w$ (dB)	35	42	41	39	36	36
T (s)	0,7	0,6	0,6	0,5	0,5	0,4
A (m <sup>2</sup> )						
$L_p$ (dB)						
Pondération (dB <sub>A</sub> )	- 16,1	- 8,6	-3,2	0	+ 2	+ 1
$L_p$ (dB <sub>A</sub> )						

Quel paramètre peut-on chercher à augmenter pour obtenir un niveau conforme aux exigences ?

**Exercice 9 :**

On considère une salle de conférence dont les caractéristiques sont les suivantes :

Dimensions : Longueur = 15m ; Largeur = 10m ; Hauteur = 4,5m



La salle comprend 10m<sup>2</sup> de porte d'absorption  $a_{\text{porte}}=0.07$ , elle est équipée de 50 fauteuils en velours d'aire d'absorption  $A_{\text{faut}}=0.39$  qui couvrent le 1/3 de la surface au sol.

Le sol est constitué d'un parquet en bois  $a_s=0.07$ . La paroi arrière (coté source) est revêtue de moquette  $a_{\text{moq}}=0.15$ . Les autres parois sont traitées en panneaux fléchissant  $a_{\text{pf}}=0.03$ . La salle est équipée d'un faux plafond de coefficient d'absorption  $a_{\text{fp}}=0.4$ .

1- Calculer l'air d'absorption équivalente  $A$  de la salle de conférence en complétant le tableau suivant :

Éléments	Coefficient d'absorption $a$	Surface $S$ (m <sup>2</sup> )	$a.S$ (m <sup>2</sup> )
Porte			
Fauteuils			
Moquette			
Parquet			
Panneaux fléchissant			
Faux plafond			
Total			

2-Déduire, en utilisant la formule de SABINE, le temps de réverbération de la salle de conférence à 1000Hz