

NOM

Prénom

Classe

Date

### Fiche d'activité : Addition des niveaux d'intensité sonore

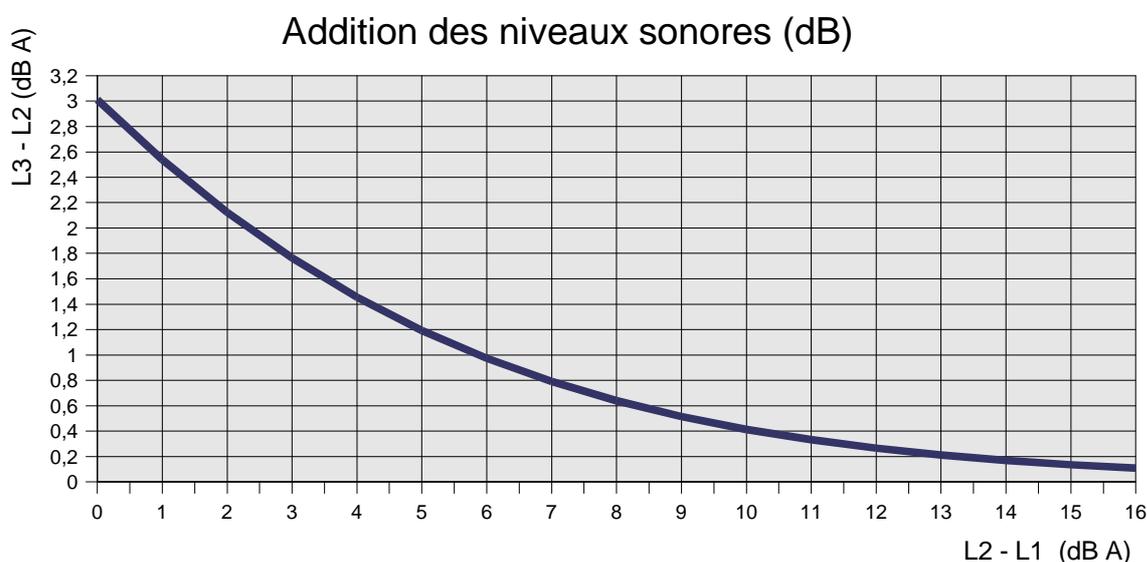
Pour additionner les niveaux d'intensité sonore de deux sources différentes, on procède comme suit :  
 On calcule la différence de niveau  $L_2 - L_1$  entre les deux sources.  
 On lit sur l'abaque ci-dessous le niveau à ajouter à celui de la source le plus élevé.  
 On obtient alors le niveau sonore total.

Exemple : Dans un bureau, le bruit en provenance de l'atelier a un niveau d'intensité égal à 54 dB. Quel est le niveau total d'intensité sonore lorsque l'imprimante, donnée à 61 dB par le fabricant, est mise en marche ?

On calcule  $61 - 54 = 7$  dB d'écart.

L'abaque indique 0,8 dB à ajouter à la source de niveau le plus élevé.

Le niveau total sera donc  $61 + 0,8 = 61,8$  dB lorsque l'imprimante fonctionnera.



#### Exercice

Dans un bureau, fonctionnent tour à tour une imprimante et un ventilateur. On effectue la mesure de leurs niveaux d'intensité sonore depuis le siège du bureau et on trouve respectivement  $L = 60$  dB (A) et  $L = 45$  dB (A)

Calculer le niveau d'intensité sonore produit par leur fonctionnement simultané.

#### Résolution

1. On nomme  $L_1$  le niveau de la source la moins sonore.  $L_1 =$                        $L_2 =$
2. On calcule la différence  $L_2 - L_1$  :
3. On lit sur l'abaque le niveau à ajouter à  $L_2$  :
4. On conclut en rédigeant une phrase :

## Confort de travail en fonction du niveau sonore, méfaits du bruit, valeurs limites d'exposition.

Niveau L (dB A)	Exemple courant	Effet psychologique et physiologique. Temps limite $t_{max}$ d'exposition avant apparition de séquelles physiques
140	Fusée Ariane au décollage à 10 m	seuil intolérable :  destruction immédiate de l'oreille
130	Réacteur d'avion	 séquelles immédiates au niveau de l'oreille interne. Port d'une protection obligatoire
120	Voiture F1	$t_{max} = 4$ secondes  Port d'une protection obligatoire
110	Baladeur à plein volume	$t_{max} = 1$ minute  Port d'une protection obligatoire
100	Marteau piqueur	$t_{max} = 15$ minutes  Port d'une protection obligatoire
90	moto à 2m	$t_{max} = 2$ heures  Mise à disposition de protections obligatoire
80	restaurant scolaire	Travail intellectuel impossible. Tendance à devenir agressif. Migraines au bout d'une demie journée.
70	rue animée	Travail intellectuel difficile, le niveau sonore stressant et fatigant ne permettant pas de se concentrer.
60	conversation normale	Travail intellectuel possible
50	bureau calme	Travail intellectuel possible
40	séjour calme	Travail intellectuel possible
30	chambre à coucher	Travail intellectuel possible
20	Bruit de fond dans le désert.	Travail intellectuel possible
10	Bruit résiduel dans une chambre sourde	Travail intellectuel possible
0	bruit d'une fourmi qui marche sur du sable	Seuil inaudible, niveau de référence. Ce niveau ne se rencontre pas dans la nature.

### Remarques :

Lorsque la puissance sonore est multipliée par 2, le niveau L augmente de 3 dB

Lorsque la puissance sonore est multipliée par 10, le niveau L augmente de 10 dB.

NOM

Prénom

Classe

Date

**T.P.** (durée 1h)**1. But du TP**

Le but du TP est d'apporter expérimentalement une réponse à la question :

« **Le niveau sonore  $L$  (dB) est-il proportionnel à la tension  $U$  (V) qui alimente le haut-parleur ?** »

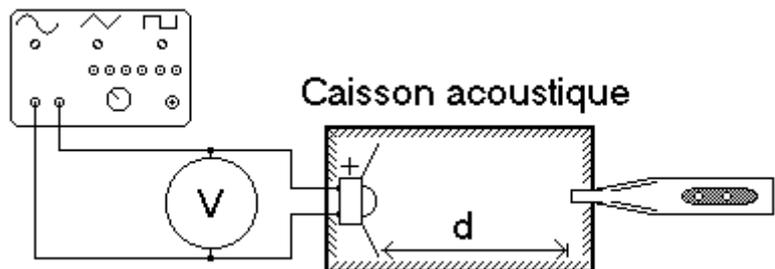
**2. Matériel**

- 1 générateur de fonctions basse fréquence
- 1 haut-parleur.
- 1 sonomètre.
- 1 voltmètre et ses connecteurs.
- des connecteurs en nombre suffisant.

**3. Montage**

Réaliser le montage ci-contre :

Réglages :  $f = 500$  Hz,  $d = 20$  cm

**4. Relevé de mesures**

Reporter dans le tableau ci-dessous, la valeur de  $L$  mesurée pour les différentes valeurs de  $U$ .

$U$ (V)	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
$L$ (dB)						

**5. Exploitation des mesures**

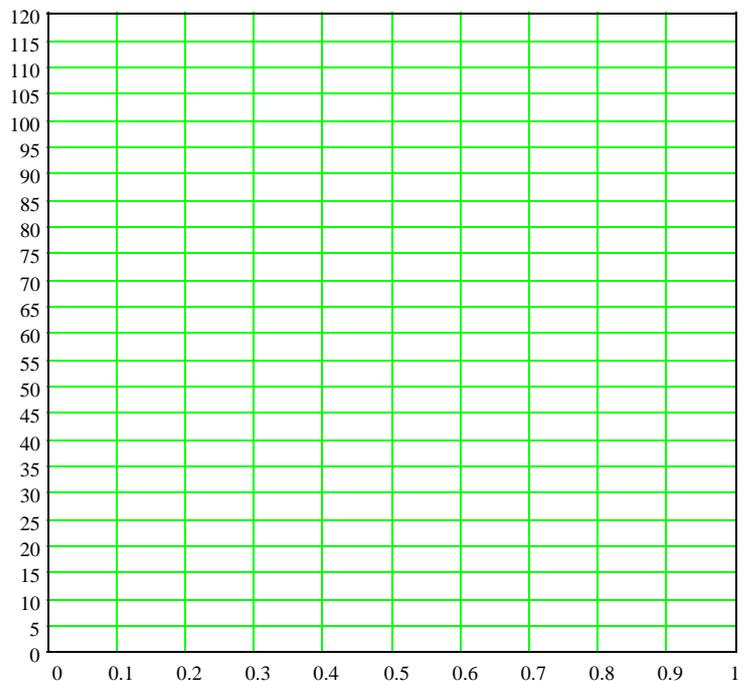
Tracer dans la zone quadrillée ci-contre la représentation graphique de  $L$  (en ordonnées) en fonction de  $U$  (en abscisses).

**6. Conclusion**

$L$  est-il proportionnel à  $U$  ?

Pourquoi ?

Comment aurait-on pu le prouver avec des calculs, sans tracer le graphique ?



NOM

Prénom

Classe

Date

## TP Forme d'un signal, timbre d'un son

### 1. Approche

Lorsque deux instruments de musique jouent la même note, ce qui permet de distinguer l'instrument qui joue, est le **timbre** du son produit.

### 2. But du TP

Montrer que c'est la **forme du signal** qui est responsable du **timbre du son** produit.

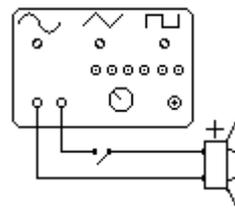
### 3. Matériel

- 1 GBF capable de délivrer des signaux de formes différentes.
- 1 HP impédance 8•
- 1 interrupteur
- 3 Connecteurs banane .

### 4. Montage

Réaliser le montage ci-contre avec les réglages suivants pour le GBF :

- signal de forme sinusoïdale
- volume sonore confortable
- fréquence 500 Hz



### 5 Ecoutes comparatives

A quel instrument le son du signal sinusoïdal vous fait-il penser ?

-----

Sans modifier la fréquence, choisir un signal de forme triangulaire  
A quel instrument le son du signal triangulaire vous fait-il penser ?

-----

Sans modifier la fréquence, choisir un signal de forme rectangulaire  
A quel instrument le son du signal rectangulaire vous fait-il penser ?

-----

### 6. Inventez une conclusion simple

-----

Document professeur : Compléments sur l'addition des niveaux sonores

Deux sources de niveaux respectifs  $L_1$  et  $L_2$  émettent simultanément.  
Le niveau produit par leur fonctionnement simultané est noté  $L_3$ .

Partons de la définition du niveau sonore  $L = 10 \log \left( \frac{I}{I_0} \right)$  avec  $I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$ .

et considérons que ce sont les énergies des sources  $E$  qui vont s'ajouter donc leurs puissances respectives  $P$  et par conséquent leurs intensités acoustiques  $I$

Les puissances étant fonction du carré des variations de pressions  $p$ , on peut d'ailleurs résumer

$$E_3 = E_1 + E_2 \quad P_3 = P_1 + P_2 \quad p_3^2 = p_1^2 + p_2^2 \quad I_3 = I_1 + I_2$$

Dans le but de rendre possible la composition des niveaux sonores quelles que soient leurs valeurs, on a été amené à poser les conventions et notations suivantes :

- On ne considère que deux sources à la fois, de niveaux respectifs  $L_1$  et  $L_2$ .
- La propriété d'associativité permettra de combiner les résultats obtenus avec d'autres sources supplémentaires.
- On choisit les deux sources étudiées de telle manière que  $L_2 \geq L_1$ .
- La variable d'entrée pertinente sera la différence  $(L_2 - L_1)$  et la variable de sortie donnée par l'abaque sera la variation de niveau sonore  $(L_3 - L_2)$  à appliquer à la source de niveau le plus élevé  $L_2$  afin d'obtenir le niveau total  $L_3$ .

Cette convention nous conduit donc à travailler avec les rapports  $\frac{I_3}{I_2}$  et  $\frac{I_2}{I_1}$  ou leurs inverses.

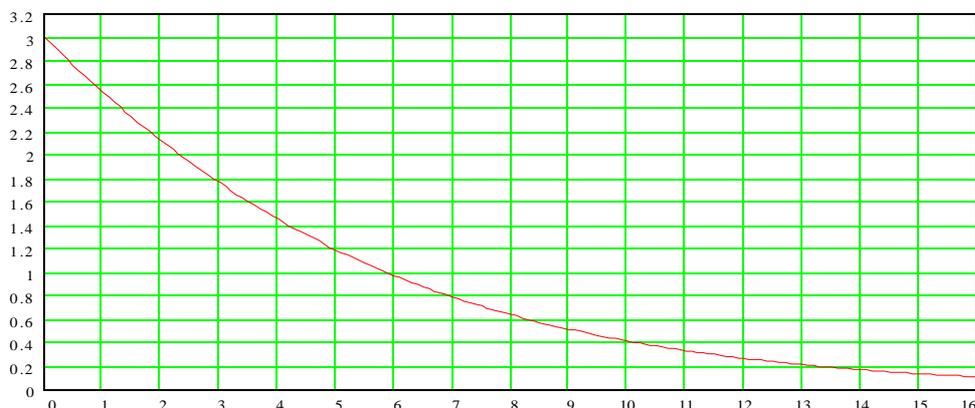
$$I_3 = I_1 + I_2 \quad \frac{I_3}{I_2} = \frac{I_1}{I_2} + 1 \quad 10^{\frac{L_3}{10}} = 10^{\frac{L_1}{10}} + 10^{\frac{L_2}{10}}$$

$$\frac{10^{\frac{L_3}{10}}}{10^{\frac{L_2}{10}}} = \frac{10^{\frac{L_1}{10}}}{10^{\frac{L_2}{10}}} + 1 \quad 10^{\frac{L_3 - L_2}{10}} = 10^{\frac{L_1 - L_2}{10}} + 1$$

On arrive finalement à la relation

$$L_3 - L_2 = 10 \log \left( 1 + 10^{-\left(\frac{L_2 - L_1}{10}\right)} \right)$$

dont la représentation graphique est donnée ci-dessous.



Document professeur.**Compléments sur les méfaits du bruit et valeurs limites d'exposition.**

En dessous de 70dB, on suppose qu'il n'y a pas de fatigue pour l'ouïe

Entre 80 et 85 dB, l'effet de fatigue fait son apparition.

Une exposition prolongée à un niveau sonore de 95 dB(A) donne lieu à une baisse de la sensibilité auditive puis à une récupération progressive qui s'étale sur une durée allant de quelques heures à presque un mois.

Les notations adoptées dans la NF S 31-013 d'avril 1985, sont les suivantes :

$L_{EX,d}$  = niveau d'exposition sonore quotidienne (sur 8 heures), mesuré en dB(A)

$L_{AEQ}$  = niveau d'exposition sonore, mesuré en dB(A)

$L_{PC}$  = niveau de pression de crête mesuré en dB(C)

Le tableau ci-contre donne  $t_{d \max}$ , temps d'exposition maximum en fonction du niveau de bruit  $L_{AEQ}$  mesuré équivalent à  $L_{EX,d} = 85$ dB sur 8h qui est la valeur limite.

Le texte de référence relatif au contrôle de l'exposition au bruit est l'article 232-8 du décret 88-405 du 21 avril 1988, ainsi que sa circulaire d'application du 6 mai 1988.

$L_{AEQ}$	$t_{dMAX}$
84 dB	9 h
85 dB	8 h
86 dB	6 h
87 dB	5 h
88 dB	4 h
89 dB	3 h
91 dB	2 h
94 dB	1 h
97 dB	30 min
100 dB	15 min
104 dB	5 min
111 dB	1 min

En résumant, on peut dire que

– Si  $L_{EX,d} < 85$ dB(A) et  $L_{PC} < 135$  dB(C)

alors aucune mesure n'est obligatoire.

– Si  $85$  dB(A)  $\leq L_{EX,d} < 90$ dB(A) ou  $135$  dB(C)  $\leq L_{PC} < 140$  dB(C)

alors des protecteurs individuels doivent être gratuitement mis à la disposition de l'utilisateur qui doit d'ailleurs avoir fait l'objet d'un examen médical préalable.

– Si  $L_{EX,d} \geq 90$  dB(A) ou  $L_{PC} \geq 140$  dB(C)

alors L'employeur doit prendre toutes les dispositions pour que les protecteurs individuels soient effectivement utilisés.

On voit donc l'intérêt de la protection collective que constituent l'isolation acoustique et la correction acoustique d'un local, toutes deux réductrices du niveau de bruit moyen.

A titre indicatif, la formule, exploitable au niveau bac pro permettant de calculer  $L_{EX,d}$  en fonction de  $L_{AEQ}$  et  $t_d$

est : 
$$L_{EX,d} = L_{AEQ} + 10 \log \left( \frac{t_d}{8} \right)$$

$$L_{EX,d} = L_{AEQ} + 10 \log \left( \frac{t_d}{8} \right)$$

**Calcul du niveau d'exposition sonore quotidienne sur 8 heures  $L_{EX,d}$**

	1 min	5 min	15 min	30 min											
L <sub>aeq</sub> \ T <sub>d</sub> (h)	0,0167	0,0833	0,25	0,5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
80	53,2	60,2	64,9	68,0	71,0	74,0	75,7	77,0	78,0	78,8	79,4	80,0	80,5	81,0	
82	55,2	62,2	66,9	70,0	73,0	76,0	77,7	79,0	80,0	80,8	81,4	82,0	82,5	83,0	
84	57,2	64,2	68,9	72,0	75,0	78,0	79,7	81,0	82,0	82,8	83,4	84,0	84,5	85,0	
86	59,2	66,2	70,9	74,0	77,0	80,0	81,7	83,0	84,0	84,8	85,4	86,0	86,5	87,0	
88	61,2	68,2	72,9	76,0	79,0	82,0	83,7	85,0	86,0	86,8	87,4	88,0	88,5	89,0	
90	63,2	70,2	74,9	78,0	81,0	84,0	85,7	87,0	88,0	88,8	89,4	90,0	90,5	91,0	
92	65,2	72,2	76,9	80,0	83,0	86,0	87,7	89,0	90,0	90,8	91,4	92,0	92,5	93,0	
94	67,2	74,2	78,9	82,0	85,0	88,0	89,7	91,0	92,0	92,8	93,4	94,0	94,5	95,0	
96	69,2	76,2	80,9	84,0	87,0	90,0	91,7	93,0	94,0	94,8	95,4	96,0	96,5	97,0	
98	71,2	78,2	82,9	86,0	89,0	92,0	93,7	95,0	96,0	96,8	97,4	98,0	98,5	99,0	
100	73,2	80,2	84,9	88,0	91,0	94,0	95,7	97,0	98,0	98,8	99,4	100,0	100,5	101,0	
102	75,2	82,2	86,9	90,0	93,0	96,0	97,7	99,0	100,0	100,8	101,4	102,0	102,5	103,0	
104	77,2	84,2	88,9	92,0	95,0	98,0	99,7	101,0	102,0	102,8	103,4	104,0	104,5	105,0	
106	79,2	86,2	90,9	94,0	97,0	100,0	101,7	103,0	104,0	104,8	105,4	106,0	106,5	107,0	
108	81,2	88,2	92,9	96,0	99,0	102,0	103,7	105,0	106,0	106,8	107,4	108,0	108,5	109,0	
110	83,2	90,2	94,9	98,0	101,0	104,0	105,7	107,0	108,0	108,8	109,4	110,0	110,5	111,0	
112	85,2	92,2	96,9	100,0	103,0	106,0	107,7	109,0	110,0	110,8	111,4	112,0	112,5	113,0	
114	87,2	94,2	98,9	102,0	105,0	108,0	109,7	111,0	112,0	112,8	113,4	114,0	114,5	115,0	
116	89,2	96,2	100,9	104,0	107,0	110,0	111,7	113,0	114,0	114,8	115,4	116,0	116,5	117,0	
118	91,2	98,2	102,9	106,0	109,0	112,0	113,7	115,0	116,0	116,8	117,4	118,0	118,5	119,0	
120	93,2	100,2	104,9	108,0	111,0	114,0	115,7	117,0	118,0	118,8	119,4	120,0	120,5	121,0	
122	95,2	102,2	106,9	110,0	113,0	116,0	117,7	119,0	120,0	120,8	121,4	122,0	122,5	123,0	
124	97,2	104,2	108,9	112,0	115,0	118,0	119,7	121,0	122,0	122,8	123,4	124,0	124,5	125,0	
126	99,2	106,2	110,9	114,0	117,0	120,0	121,7	123,0	124,0	124,8	125,4	126,0	126,5	127,0	

## Niveau d'intensité sonore : échelle et mesure

Le niveau d'intensité sonore se note L (level = niveau en anglais) et s'exprime en décibel (symbole : dB).

0 dB correspond au minimum perceptible par l'oreille. c'est à peu près le bruit que fait une fourmi en marchant sur du sable.

Comme l'oreille ne perçoit que les sons de fréquence comprise entre 20 Hz et 20000 Hz avec un maximum de sensibilité vers 2000 Hz, les acousticiens ont créé une échelle pondérée selon la courbe « A » qui correspond mieux aux effets du bruit sur l'oreille.

Voir la brochure INRS sur [le bruit](#)

Copie du  
programme de CAP 2002**Acoustique (AC.) : ondes sonores (4h), uniquement pour CAP du bâtiment**

Domaine de connaissances	Compétences	Evaluation	
		Conditions	Exemples d'activités
Onde sonore	<p>Identifier expérimentalement un son périodique.</p> <p>Mesurer la période T d'un son périodique.</p>	<p>Le protocole expérimental de l'oscillogramme est fourni.</p> <p>Le protocole expérimental de l'oscillogramme est fourni.</p>	
Caractéristiques d'un son pur.	<p>Utiliser la relation</p> $f = \frac{1}{T}$ <p>Nommer l'unité de fréquence d'un son</p> <p>Classer les sons du plus grave au plus aigu connaissant les fréquences.</p> <p>Nommer l'unité de niveau d'intensité sonore.</p> <p>Mesurer un niveau d'intensité sonore avec un sonomètre.</p>	<p>La relation est donnée.</p> <p>La liste comporte six fréquences au plus</p> <p>L'unité légale est le bel. Le niveau d'intensité sonore peut être exprimé en décibel</p> <p>Le mode d'emploi du sonomètre est fourni.</p>	<p>- Expériences utilisant un GBF, un haut-parleur, un microphone, un oscilloscope et un diapason.</p> <p>- Utilisation d'un sonomètre</p> <p>- Lecture et exploitation de documents techniques.</p>
Absorption des ondes sonores	<p>Comparer expérimentalement le pouvoir absorbant de divers matériaux</p>	<p>Le protocole expérimental est fourni</p> <p>Les matériaux sont fournis</p>	