

# Conception et réalisation d'un appareil de mesure des indices de réduction acoustique aux bruits aériens

Rijalalaina Rakotosaona (1), Roberto Bonalio Antilahy (1), Jean de Dieu Ramaroson (3), Frédéric Randrianarivelo (2), Oliva Andrianaivoravelona (1), Lala Andrianaivo (4), Philippe Andrianary (1),

(1) École Supérieure Polytechnique d'Antananarivo, Département Génie chimique, B.P 1500 Antananarivo 101

(2) École Supérieure Polytechnique d'Antananarivo, Département Science de Matériaux et Métallurgies, B.P 1500 Antananarivo 101

(3) Centre National de Recherches Industrielle et Technologique, Département Matériaux et Génie Civil, BP 6294 Antananarivo 101.

(4) École Supérieure Polytechnique d'Antananarivo, Département Ingénierie Pétrolière, B.P 1500 Antananarivo 101

## Résumé

L'objectif de cette étude est de concevoir et de réaliser un appareil pour évaluer les indices de réduction acoustique aux bruits aériens des matériaux de construction. C'est un appareil de laboratoire. Il permet aux étudiants de l'École Supérieure Polytechnique d'Antananarivo de comprendre les phénomènes d'isolation phonique et permet de comparer la performance acoustique de plusieurs matériaux. L'appareil est composé de deux chambres. La première est la chambre d'émission, suspendue à l'aide des alvéoles en carton intercalées d'ouate de cellulose à l'intérieur d'un coffre. Deux haut-parleurs et un microphone sont installés à l'intérieur de cette chambre. La deuxième est la chambre de réception fabriquée à partir d'un bloc de béton pour éviter toute perturbation acoustique. L'échantillon à analyser est fixé entre les deux chambres. Les joints intermédiaires sont traités avec des produits d'étanchéité. Les valeurs mesurées sont traitées par PC et l'interface de mesure est assurée par sa carte son. Les premiers résultats ont montré que les courbes de réponse des deux microphones installés dans les deux chambres sont superposables. Huit matériaux de natures différentes sont testés. La valeur de l'indice d'affaiblissement est cohérente avec la loi de masse (acoustique).

Mot clés : Bruit aérien, appareil de mesure, isolation phonique

## 1- INTRODUCTION

L'objet du présent travail est de construire un appareil qui permet de déterminer la performance d'isolation acoustique des bruits aériens des matériaux de construction. Cet appareil permet de répondre aux besoins du département Génie Chimique et du Département Sciences des Matériaux et Métallurgie. En effet, plusieurs matériaux d'origine locale ont été étudiés dans ces deux départements et dans la plupart des cas, seules les propriétés mécaniques de ces matériaux ont été analysées. Cet appareil permet alors d'ouvrir d'autre horizon d'étude dans le domaine de la propriété acoustique des matériaux.

## 2- PRINCIPE DE LA MESURE.

La méthode utilisée pour mesurer l'isolement acoustique aux bruits aériens des éléments de construction est décrite dans la norme internationale ISO 140 (ISO 140-3:1995 ; ISO 140-1 :1997). Pour faciliter la compréhension du principe de mesure, voici un petit rappel sur les grandeurs sonores.

### 2-1- Rappel sur les grandeurs sonores

#### 2.1.1- Niveau d'intensité sonore

Le niveau d'intensité sonore est défini par :

$$L = 10 \log \left( \frac{I}{I_0} \right) \quad (1)$$

L : niveau d'intensité sonore (dB)

I : intensité sonore de la source sonore ( $W.m^{-2}$ )

$I_0$  : seuil d'audibilité ( $I_0 = 1,0.10^{-12} W.m^{-2}$ )

### 2.1.2- Temps de réverbération

La durée de réverbération correspond au temps nécessaire pour qu'après l'arrêt d'une source sonore, l'intensité acoustique décroisse de 60 dB (Figure 1). Le temps de réverbération peut être calculé à partir de la formule de « sabin » :

$$T_r = \frac{0,16 V}{A} \quad (2)$$

V : volume du local

A = S .  $\alpha$  : surface d'absorption équivalente du local

S : surface totale des parois du local

$\alpha$  : coefficient d'absorption moyen des parois

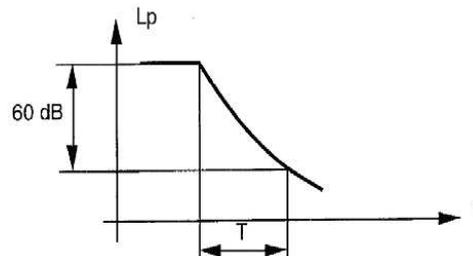


Figure 1 : Illustration du temps de réverbération

### 2.1.3- Indice d'isolation brute

L'indice d'isolation acoustique brut, R, est défini dans la norme ISO 140-3 (ISO 140-3:1995) par l'expression :

$$D = L_1 - L_2 \quad (3)$$

L<sub>1</sub> : niveau de pression acoustique en salle d'émission (dB)

L<sub>2</sub> : niveau de pression acoustique en salle de réception (dB)

### 2.1.4- Indice de réduction acoustique

Selon la norme ISO 140, l'indice de réduction acoustique s'évalue de la façon suivante :

$$R = L_1 - L_2 + 10 \log \left( \frac{S}{A} \right) \quad (4)$$

L<sub>1</sub> : niveau de l'intensité acoustique moyen dans la chambre d'émission, en dB

L<sub>2</sub> : niveau de l'intensité acoustique moyen dans la chambre de réception, en dB

S : surface de l'échantillon, en m<sup>2</sup> qui est égale à la surface équivalente de l'ouverture de mesure

A : aire d'absorption acoustique équivalente dans la chambre de réception, en m<sup>2</sup>

### 2.1.5- Aire d'absorption acoustique A.

L'aire d'absorption équivalente A qui caractérise le pouvoir absorbant d'un local peut être déterminée, soit à partir du temps de réverbération, soit à l'aide de la relation suivante :

$$A = \sum_i S_i \alpha_i \quad (5)$$

A : l'aire d'absorption équivalente (m<sup>2</sup>)

S<sub>i</sub> : surface des éléments constituant la paroi du local

$\alpha_i$  : coefficient d'absorption à chacune des surfaces qui dépend de la fréquence.

## 2.2- Principe de mesure et d'évaluation de l'indice d'isolation

L'appareil de mesure est composé de deux compartiments contigus : la chambre d'émission et la chambre de réception. L'échantillon est fixé entre les deux chambres. Deux baffles reliés à un générateur de basse fréquence sont installés dans la chambre d'émission. Deux microphones sont placés dans chacune de ces chambres

(émission et réception). Ils sont connectés à un appareil analyseur de spectre (Val, 2002 ; Van Damme, 2008 ; Van Damme, 2010).

On envoie un bruit stable et stationnaire, ayant un spectre continu dans la gamme de 100 à 5 000 Hz, dans la chambre d'émission et on analyse les signaux sonores dans les deux chambres par l'analyseur de spectre. L'indice d'isolation se déduit en utilisant les relations précédentes

Il faut noter que les signaux reçus au niveau de la réception doivent être soustraits au bruit de fond (on prend des mesures en prenant soin d'avoir arrêté la source génératrice de bruit).

L'indice de réduction acoustique peut être déterminé à partir de la relation (4). L'aire d'absorption acoustique peut être évaluée, soit par mesure du temps de réverbération, soit par l'application de la relation (5) (Val, 2002 ; Van Damme, 2008 ; Van Damme, 2010).

### 3- CONCEPTION DE L'APPAREIL

Pour avoir plus de précision, les mesures et l'évaluation de l'indice d'isolation des matériaux de construction se font en grandeur réelle. Le volume de la chambre d'émission et celle de réception dans les laboratoires européens, par exemple, est de 52,31 m<sup>3</sup> et la taille de l'échantillon est de 3,46 m x 3,03m (Ingeniería Acústica, 2000).

Dans notre cas, nous ne pouvons pas réaliser une mesure en grandeur réelle. En effet, pour le moment, l'investissement dans un tel projet ne présente aucun avantage car d'habitude les matériaux testés (issus des thèses et des mémoires des étudiants) sont de petites tailles. Nous sommes alors contraints de faire un appareil de petite taille qui peut être utilisé par les étudiants pour leurs travaux pratiques. On peut aussi l'utiliser pour comparer les performances acoustiques de plusieurs matériaux et pour avoir des données pour la modélisation des propriétés acoustiques d'un matériau.

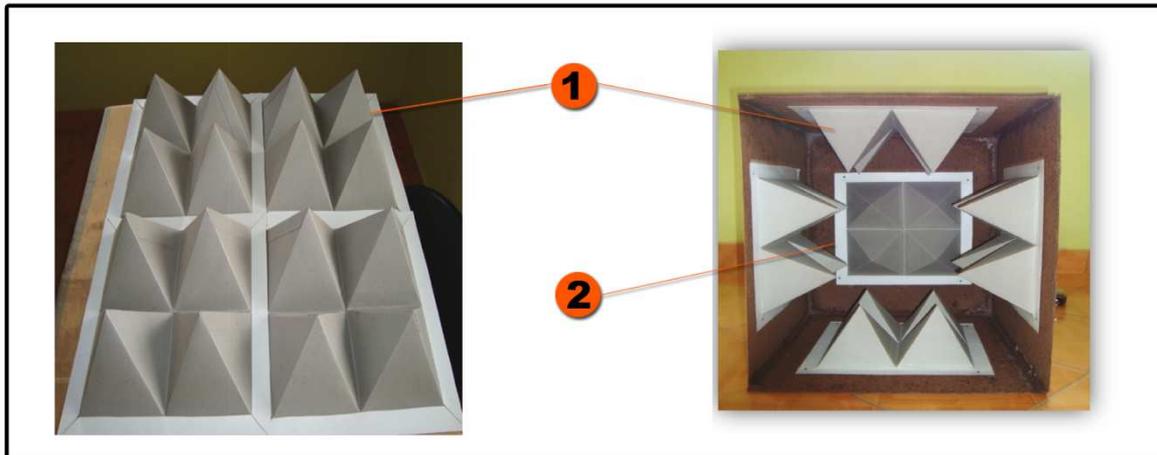
#### 3.1- La chambre de réception et la chambre d'émission

La chambre d'émission se trouve à l'intérieur d'un coffre en bois aggloméré (isorel) de 0,5 cm d'épaisseur (Figure 2). Elle est suspendue à l'aide des alvéoles en carton. Le vide entre eux est rempli de matériaux absorbants en ouate de cellulose afin de réduire au minimum le temps de la réverbération de la chambre et d'isoler la chambre d'émission. Cette chambre est équipée de deux haut-parleurs reliés à la carte son d'un PC qui permet de produire un bruit sonore large bande (Antilahy, 2012).

La chambre de réception est constituée d'un bloc de béton épais ayant une masse volumique et une masse surfacique élevées afin de minimiser les effets de la perturbation sonore venant de l'extérieur. Cette chambre est équipée d'un microphone qui est aussi relié à un ordinateur via le port micro de la carte son pour mesurer le niveau sonore à l'intérieur de la chambre (Antilahy, 2012). Les dimensions du dispositif de mesure sont présentées dans le tableau suivant :

Tableau 1: Caractéristiques du dispositif de mesure

	Longueur (m)	Largeur (m)	Hauteur (m)	Volume (m <sup>3</sup> )
Chambre d'émission	0,28	0,24	0,20	0,01344
Chambre de réception	0,28	0,24	0,20	0,01344
Segment d'essai	0,28	-	0,20	-



1 : alvéoles 2 : Chambre d'émission

Figure 2 : Chambre d'émission

L'échantillon est posé entre les deux chambres. Un joint en mousse de polyuréthane est fixé sur les deux faces de la plaque du matériau à analyser pour éviter toute fuite sonore. Pour assurer la fiabilité des valeurs mesurées, tous les raccords ont été traités avec un produit d'étanchéité afin de réduire les transmissions sonores parasites et latérales. Le plan de fabrication et les dimensions de chaque chambre sont présentés sur la Figure 2 et le Tableau 1.

### 3.2- Matériels de mesure et traitement de données

Les matériels de mesure (Antilahy, 2012) sont composés de :

1)- deux microphones, dont l'un est placé dans la chambre d'émission et l'autre dans la chambre de réception. Nous avons utilisé un microphone électret de marque générique. La mise en œuvre du microphone est représentée sur les schémas suivants (Figures 3 et 4).



Figure 3 : Photo du microphone électret

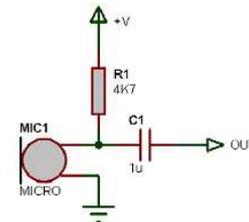


Figure 4 : Schéma du montage du microphone

2)- deux haut-parleurs placés dans la chambre d'émission. Ils permettent de transformer les signaux électriques provenant de la carte son en vibration acoustique. Ces deux haut-parleurs sont de marque générique.



Figure 5 : Photo des haut-parleurs dans la chambre d'émission

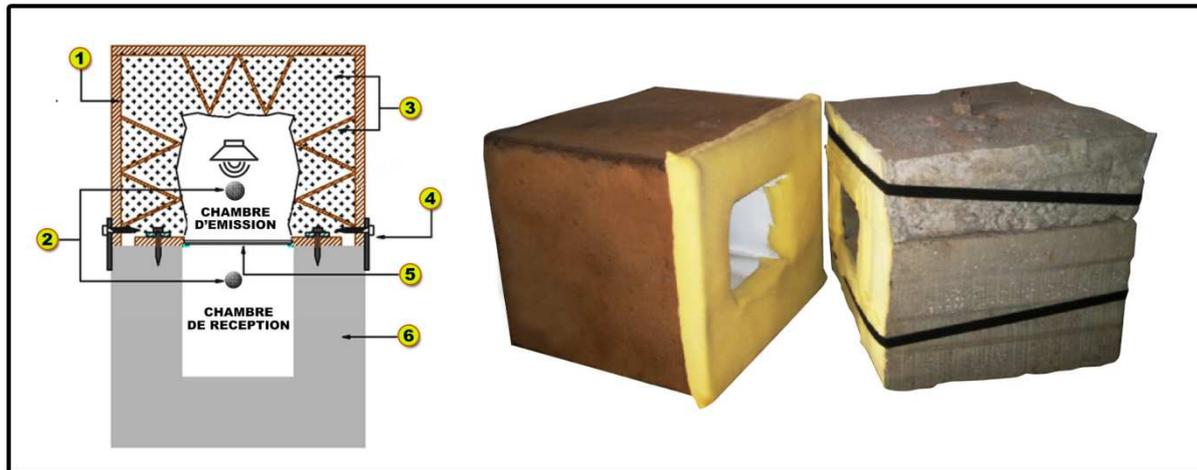
3)- un ordinateur doté d'une carte son. La carte sert d'interface d'acquisition de donnée. Elle permet en même temps d'envoyer des signaux sonores dans le haut-parleur de la chambre d'émission et de recevoir le son dans la chambre de réception via le microphone. Voici les caractéristiques de la carte son utilisée pendant l'expérimentation :

- Marque : Créative Sound Blaster X-Fi Xtreme Audio PCI-E
- Qualité de lecture et d'enregistrement maximale : 24-bit / 96kHz
- Rapport signal/bruit (RSB)104dB

Plusieurs auteurs ont utilisé la carte son d'un ordinateur pour mesurer et visualiser des signaux électriques. L'avantage de la carte son est d'avoir un taux d'échantillonnage et de quantification élevé (96 khz). Par contre, pour avoir un niveau réel du signal, le niveau du bruit et les fréquences exactes de coupure du filtre à l'entrée, il faut étalonner la carte avec un générateur de basse fréquence. Dans notre cas, nous n'avons pas besoin du niveau réel de signal, car l'indice d'affaiblissement acoustique, est basé sur la différence entre le signal incident et le signal transmis (Gingl et Kocsis, 2011 ; Krauss, 1997).

4)- Un logiciel d'acquisition de donnée : Nous avons utilisé le logiciel Spectrum Analyser Pro live 2001 distribué par PAS PRODUCT. Il peut traiter les signaux sonores provenant du microphone et peut indiquer les niveaux sonores pour chaque tiers d'octave entre 20Hz et 24 kHz. Le logiciel peut être aussi utilisé pour générer des bruits stationnaires dans la chambre d'émission (Krauss, 1997 ;Baggen, H. 2004).

Le dispositif de mesure est présenté sur la figure 6 suivante.



1 : Coffre en bois aggloméré 2 : Microphones 3 : Ouate de cellulose 4 : Fixation 5 : Échantillon 6 : Chambre de réception en béton.

Figure 6: Schéma et photo des chambres (émission et de réception)

#### 4- Essai de l'appareil

##### 4.1- Mode opératoire

Le mode opératoire des expériences est comme suit :

- Installer les deux haut-parleurs dans la chambre d'émission.
- Installer les deux microphones dans chacun des chambres (émission et réception)
- Lancer le logiciel et générer un bruit blanc stable et stationnaire ayant un spectre continu dans la gamme de 100 à 5000 Hz. Cette gamme de fréquence se décompose en tiers d'octave avec des fréquences centrales comprise entre 100 et 5000 Hz.
- Configurer l'analyseur spectral avec une réponse exponentielle. La constante de temps d'intégration est fixée à 0,125 s.

##### 4.1- Courbe de réponse de deux microphones

Cette expérimentation permet de déterminer les courbes de réponse en fréquence des deux microphones. On génère un bruit stationnaire dans la bande de tiers d'octave à l'aide du logiciel. Les signaux seront ensuite captés

par les deux microphones et seront traités par le logiciel d'analyseur spectral. Ce dernier affiche les niveaux sonores des microphones pour chaque tiers d'octave. Le résultat est présenté sur la figure 7 suivante.

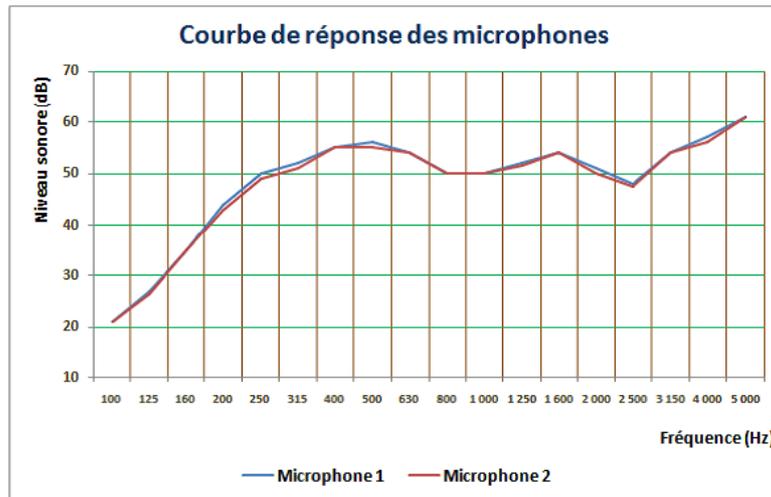


Figure 7 : Courbe de réponse des microphones (à gauche)

Les résultats montrent que les courbes de réponse des deux microphones sont presque superposables. Ce qui implique que l'utilisation de ces deux microphones dans nos essais ne nécessite pas de corrections du signal. La chute du niveau sonore jusqu'à 250 Hz montre que les deux microphones ne sont pas performants pour capter la basse fréquence. Ce résultat est prévisible, car le microphone que nous avons utilisé fait partie des microphones de marque générique. Néanmoins ce problème n'affecte pas beaucoup sur nos résultats futurs, il faut juste prendre quelques précautions lors de l'analyse des résultats. Dans ce cas, il ne faut tenir en compte que les fréquences médium et la haute fréquence.

Il est aussi important de noter que nous n'avons pas étalonné l'entrée de la carte son. C'est-à-dire que la valeur de la puissance sonore affichée par le logiciel n'est pas sûre si c'est la puissance réelle du son à l'entrée de la carte. Donc, toutes les mesures de la puissance sonore données dans la suite de l'étude sont des valeurs relatives. Si nous prenons l'hypothèse que les coefficients de correction (pour chaque fréquence) de niveau soient constants, ceci s'élimine lors du calcul de l'indice de l'affaiblissement acoustique.

#### 4.2- Essai à blanc

L'objectif de ces expérimentations est de comparer la courbe de réponse des deux microphones placés sur la chambre d'émission et celle de la chambre de réception. Les niveaux sonores sur les deux chambres sont représentés sur la figure 8.

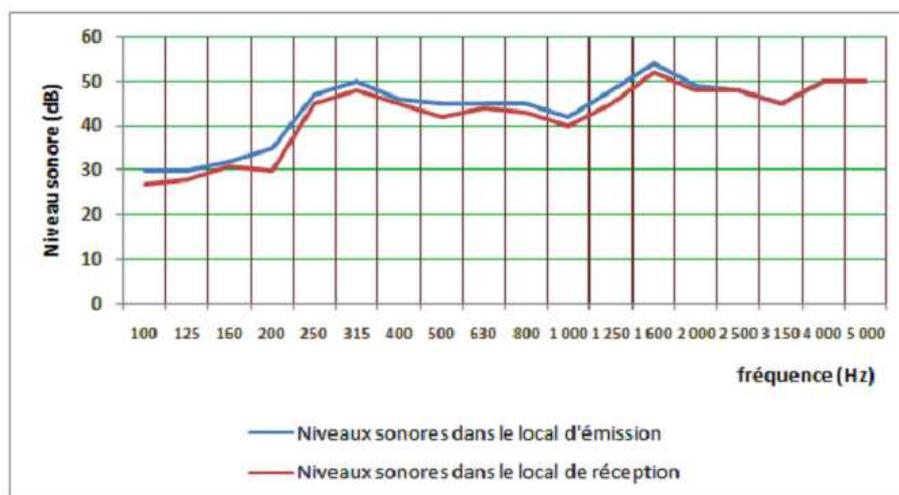


Figure 8 : Niveau sonore dans le local d'émission et réception

Le résultat montre que l'écart entre ces deux courbes est très faible. Ces décalages peuvent être dus à plusieurs raisons : distance entre les deux microphones, défaut d'étanchéité, transmission latérale à travers les murs et la transmission parasite trop importante, etc. Dans une première approximation on peut négliger cet écart, sinon, il faut faire une correction du signal au niveau de la réception.

#### 4-2- Description des matériaux à analyser

Huit produits (contre-plaqué, mousse de polyuréthane, carrelage, moquette, bois de pin, carton, carreau plastique, laine de verre) ont été testés pour évaluer leurs performances acoustiques. Ce sont tous des produits courants. Les caractéristiques du produit testé sont présentées sur le tableau 2 suivant.

Tableau 2 :Caractéristiques du produit à tester

Matériaux	Dimension Longueur x hauteur (cm)	Masse (kg)	Masse se rapportant à la surface (kg/m <sup>2</sup> )	Epaisseur (mm)
Contreplaqué	28 x 26	0,165	2,266	5
Mousse de polyuréthane	42 x 23	0,035	0,362	40
Carrelage	24,5 x 21	0,935	15,173	10
Moquette	38,5 x 27,3	0,058	0,552	3
Bois de pin	25,4 x 19,2	0,405	8,305	16
Carton	27 x 19	0,082	1,598	7
Carreau plastique	30 x 30	0,330	3,667	2
Laine de verre	43 x 23	0,124	1,254	35

#### 4-3-Evaluation de l'aire d'absorption acoustique équivalente.

L'aire d'absorption acoustique équivalente peut être déterminée par la relation (5). Les parois du local de réception sont constitués de matériau à tester et ses murs en bloc de béton, on peut donc réduire l'expression de l'aire d'absorption acoustique équivalente par :

$$A = S_1 \alpha_1 + S_2 \alpha_2$$

A : aire d'absorption équivalente en m<sup>2</sup> ;

S<sub>1</sub>: Surface des parois en béton du local ; soit 0,2708m<sup>2</sup>

α<sub>1</sub>: Coefficients d'absorption du béton.

S<sub>2</sub>: Surface du matériau à tester ; soit 0,0352m<sup>2</sup>

α<sub>2</sub>: Coefficients d'absorption du matériau à tester.

Les coefficients d'absorption (Tableau 3) pour chaque fréquence des produits à tester sont connus (Van Damme, 2008).

Tableau 3 : Coefficient d'absorption à la fréquence centrale de la bande d'octave des matériaux étudiés.

Matériaux	Coefficient d'absorption à la fréquence centrale de la bande d'octave					
	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
béton	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	0,04
Contreplaqué	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Mousse de polyuréthane	0,15	0,35	0,75	0,74	0,8	0,8
Carrelage	0,05	0,08	0,02	0,03	0,04	0,04
Moquette	0,1	0,15	0,25	0,3	0,3	0,3
Bois de pin	0,05	0,05	0,05	0,1	0,1	0,1
Carton	0,15	0,44	0,45	0,44	0,53	0,59
Carreau plastique	0,02	0,03	0,03	0,04	0,06	0,05
Laine de verre	0,15	0,38	0,68	0,63	0,69	0,53

On peut donc calculer l'aire d'absorption équivalente de la chambre de réception pour chaque bande de tiers d'octave. Le résultat de calcul est présenté sur le tableau 4 suivant.

Tableau 4 : Aire d'absorption équivalente (m<sup>2</sup>) à la fréquence centrale de la bande d'octave de chaque matériau étudié.

Matériaux	Aire d'absorption équivalente (m <sup>2</sup> ) à la fréquence centrale de la bande d'octave					
	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1.000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
Contreplaqué	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Mousse de polyuréthane	0,01	0,02	0,04	0,03	0,03	0,03
Carrelage	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Moquette	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02
Bois de pin	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Carton	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03
Carreau plastique	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Laine de verre	0,01	0,02	0,03	0,03	0,03	0,02

#### 4-4-Correction de bruit de fond

Le niveau sonore global noté  $L_{\text{global}}$  est une somme logarithmique des valeurs des niveaux sonores  $L_i$

$$L_{\text{global}} = 10 \log \left( \sum_i 10^{(L_i/10)} \right)$$

C'est à partir de cette relation, que l'on effectue les corrections au bruit de fond au niveau du local de réception pour chaque essai. On considère que dans la salle, il n'existe que deux sources de bruit : le bruit de fond et le bruit provenant de la source génératrice de bruit. A cet effet, on effectue la mesure du niveau sonore dans la chambre de réception avec la source sonore en marche. Puis en prenant soin d'avoir arrêté ce dernier, on mesure le niveau sonore du bruit de fond. Une fois le bruit de fond mesuré, on applique les corrections appropriées par l'expression :

$$L_{\text{corrigé}} = 10 \log \left( \sum_i 10^{(L_1/10)} - 10^{(L_2/10)} \right)$$

Avec  $L_{\text{corrigé}}$  : niveau sonore après correction au bruit de fond

$L_1$  : niveau sonore mesuré dans le locale de réception.

$L_2$  : niveau sonore de bruit de fond dans le locale de réception

Pour chaque matériau, six mesures de bruit de fond sont réalisées. Les valeurs utilisées dans les calculs de l'indice de réduction seront la moyenne des six mesures effectuées (Figures 9 à 14).

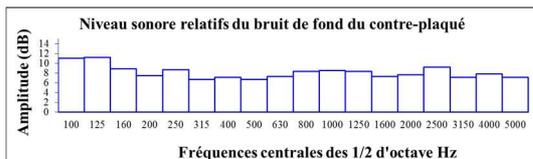


Figure 9 : Bruit de fond enregistré pour le contre-plaqué

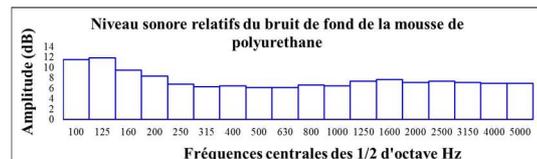


Figure 10 : Bruit de fond enregistré pour la mousse

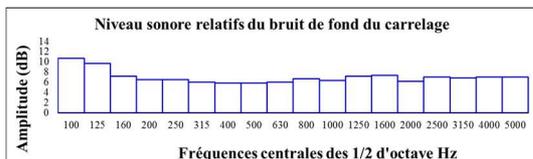


Figure 11 : Bruit de fond enregistré pour le carrelage

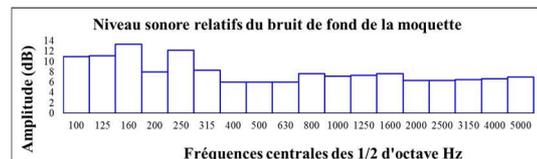


Figure 12 : Bruit de fond enregistré pour la moquette

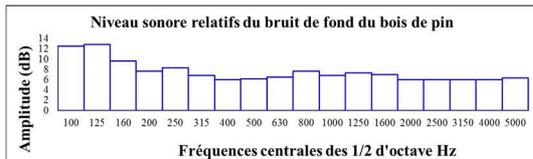


Figure 13 : Bruit de fond enregistré pour le bois de pin

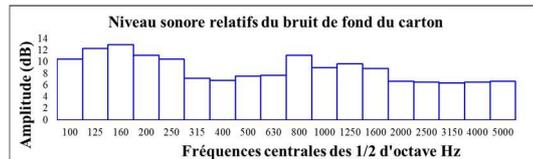


Figure 14 : Bruit de fond enregistré pour le carton

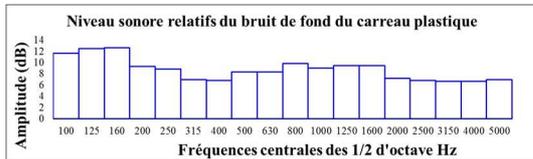


Figure 15 : Bruit de fond enregistré pour le carreau plastique

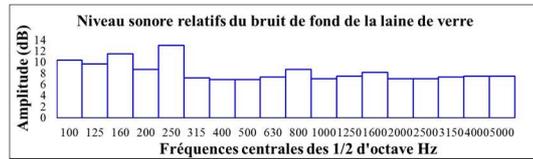


Figure 16 : Bruit de fond enregistré pour la laine de verre

### 4.3- Indice de réduction pour chaque matériau

Le calcul de l'indice de réduction acoustique nécessite la connaissance du temps de réverbération. En fait, nous n'arriverons pas à mesurer le temps de réverbération de la chambre de réception, ce qui nous amène à utiliser la relation 5 pour déterminer l'aire d'absorption acoustique. Conformément à la norme ISO 140, tous nos résultats sont la moyenne des six essais effectués pour chaque échantillon de produit testé.

Les mesures ont été effectuées à la température ambiante  $T=18^{\circ}\text{C}$  et à une pression atmosphérique. Il est à noter que ces mesures ne tiennent pas compte des transmissions indirectes (transmission latérale et transmission parasite), mais seulement de la transmission directe.

Les caractéristiques des chambres d'essai sont présentées dans le tableau 5 suivant.

Tableau 5 :Caractéristique des chambres d'essai

Surface du segment d'essai	0,0496 m <sup>2</sup>
Volume de la chambre d'émission	0,0109 m <sup>3</sup>
Volume de la chambre de réception	0,0109 m <sup>3</sup>

Les résultats des indices de réduction acoustique pour chaque échantillon sont présentés par les figures 17 à 24 suivantes.

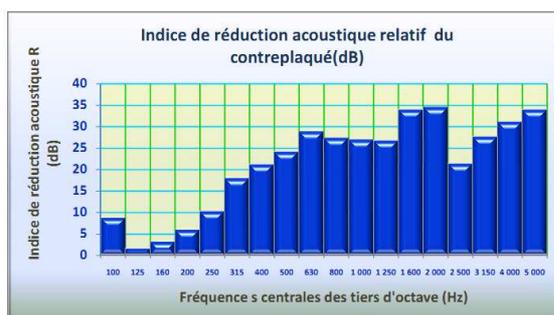


Figure 17 : Indice de réduction acoustique relatif du contre- plaqué

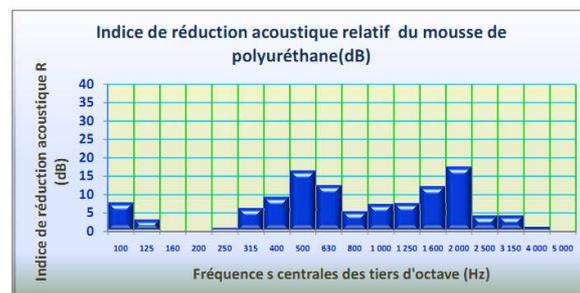


Figure 18 : Indice de réduction acoustique relatif de la mousse de polyuréthane

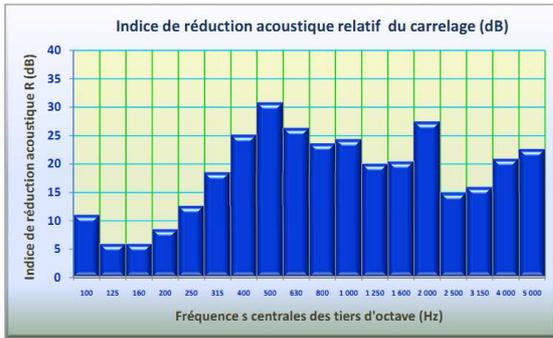


Figure 19: Indice de réduction acoustique relatif du carrelage

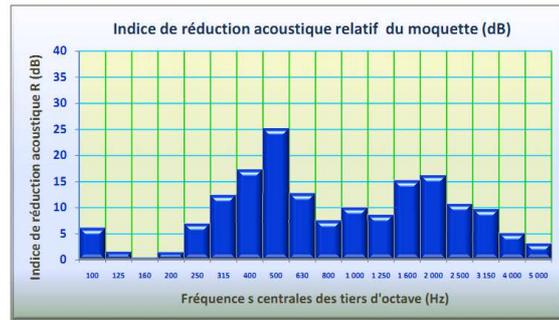


Figure 20 : Indice de réduction acoustique relatif de la moquette

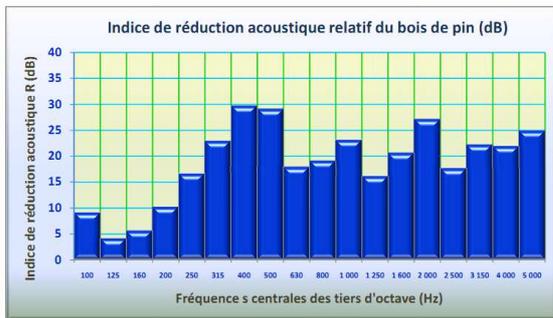


Figure 21 : Indice de réduction acoustique relatif du bois de pin

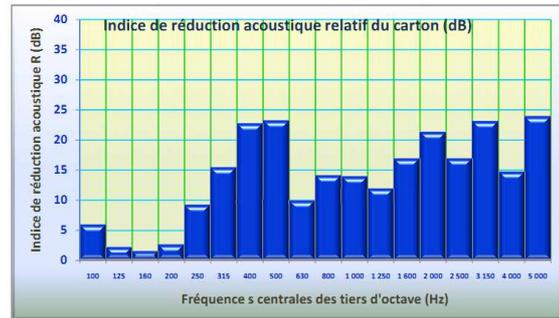


Figure 22 : Indice de réduction acoustique relatif du carton

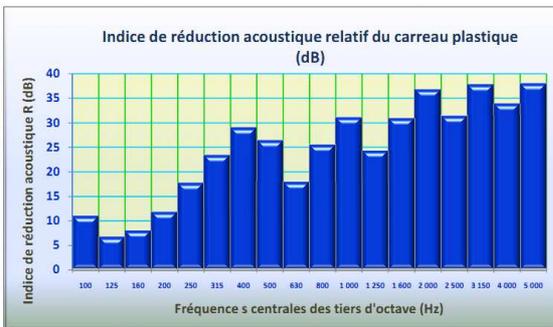


Figure 23 : Indice de réduction acoustique relatif du carreau plastique

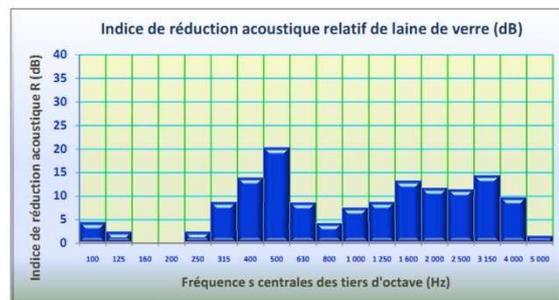


Figure 24 : Indice de réduction acoustique relatif de la moquette

Les indices de réduction acoustique relatifs des échantillons des produits ainsi que leur masse par unité de surface sont présentés en récapitulation dans le tableau 6 ci-dessous.

Tableau 6 : Résultats des indices de réduction acoustique relatifs des matériaux testés.

Matériau	Contre-plaqué	Mousse de Polyuréthane	Carrelage	Moquette	Bois de pin	Carton	Carreauplastique	Laine de verre	
Masse surfacique (kg/m <sup>2</sup> )	2,226	0,362	18,173	0,552	8,305	1,598	6,667	1,254	
Fréquence (Hz)	100	9	8	11	6	9	6	11	4
	125	2	3	6	2	4	2	7	2
	160	3	-5	6	0	6	2	8	-2
	200	6	-5	9	1	10	3	12	-4
	250	10	1	13	7	17	9	18	2
	315	18	6	19	12	23	15	23	9
	400	21	9	25	17	30	23	29	14
	500	24	17	31	25	29	23	26	20
	630	29	13	26	13	18	10	18	9
	800	27	5	24	8	19	14	26	4
	1 000	27	7	24	10	23	14	31	8
	1 250	27	8	20	9	16	12	24	9
	1 600	34	12	20	15	21	17	31	13
	2 000	35	18	27	16	27	21	37	12
	2 500	21	4	15	11	18	17	31	11
	3 150	28	4	16	10	22	23	38	14
4 000	31	1	21	5	22	15	34	10	
5 000	34	-1	23	3	25	24	38	2	

Ces résultats montrent que les produits qui ont une masse surfacique élevées ont des indices de réduction acoustique plus élevés (453,3 kg/m<sup>3</sup> pour le contre-plaqué, 9,06 kg/m<sup>3</sup> pour la mousse de polyuréthane), ce qui correspond à des produits qui ont une masse volumique élevée. Ces observations sont cohérentes avec la loi de masse dans le domaine de l'acoustique.

Pour le produit massif (carrelage contre-plaqué, ...) l'indice d'affaiblissement augmente avec la fréquence. C'est à dire qu'ils isolent plus facilement les bruits de haute fréquence. Par contre, pour les produits poreux (laine de verre, moquette, mousse...) ils ne sont efficaces que dans la gamme de fréquence medium.

Les valeurs négatives correspondent à une baisse d'efficacité notable de la paroi. On peut déjà avancer une explication du phénomène. Lorsque la paroi est excitée par l'onde acoustique, cette onde met en vibration la paroi, une onde mécanique de flexion se propage alors le long de la paroi. Lorsque les deux déformations coïncident, l'indice d'affaiblissement de la paroi chute fortement. Ce phénomène se produit à une fréquence appelée fréquence de coïncidence. On remarque que ce phénomène est observé dans le cas de la laine de verre et la mousse de polyuréthane.

## 5-CONCLUSION

Cette étude concerne la conception et la réalisation d'un appareil de mesure d'indice de réduction acoustique aux bruits aériens à partir des matériels disponible à Madagascar. Plusieurs paramètres acoustiques peuvent être mesurés avec l'appareil : l'indice de réduction acoustique d'un matériau donné, les indices de réduction globale qui est une caractéristique propre d'une paroi ainsi que les indices d'affaiblissement aux bruits intérieurs et aux bruits extérieur. Nos résultats obtenus sont calculant et conforme à la loi de masse dans le domaine de l'acoustique. Après ces essais, on a constaté qu'il y a des améliorations à faire tel que le mode de fixation des échantillons, le remplacement des deux microphones génériques par des microphones de mesure, étalonnage des entrée de la carte son.

## 6-BIBLIOGRAPHIE

Antilahy, R., (2012) : Conception et réalisation d'un appareil de mesure d'isolation acoustique au bruit aérien. Mémoire d'ingénieur en Génie Chimique, Ecole Supérieure Polytechnique d'Antananarivo, Université d'Antananarivo.

Baggen, H. (2004) : Votre carte-son en instrument de mesure un auxiliaire précieux : pour les mesures BF, Elektor N°316, Paris, France.

Gingl, Z. et Kocsis, P. (2011): Measure resistance and temperature with a sound card, Szeged, Hungary [<http://www.edn.com/design/consumer/4368082/Measure-resistance-and-temperature-with-a-sound-card>]. (Consulté le 24/02/2012).

Ingeniería Acústica Y Servicios, S.L.(2000) : essai d'isolation acoustique au bruit aérien du panneau aggloméré de bois de 10 mm d'épaisseur. Seville- Espagne. [[http://www.ecologicsequipements.fr/tests\\_isolation\\_acoustique\\_aerien.pdf](http://www.ecologicsequipements.fr/tests_isolation_acoustique_aerien.pdf)]. (Consulté le 24/02/2012)

ISO 140-1 :1997, Mesure de l'isolation acoustique des bâtiments et des éléments de construction.

ISO 140-3:1995 Acoustique, Mesurage de l'isolement acoustique des immeubles et des éléments de construction - Partie 3: Mesurage en laboratoire de l'affaiblissement des bruits aériens par les éléments de construction.

Krauss D., (1997) : Détournement d'une carte son en instrument de saisie de mesures, France, [[http://d.krauss.free.fr/documents/Physique/Carte\\_son\\_acquisition/Detournement\\_carte\\_son.htm](http://d.krauss.free.fr/documents/Physique/Carte_son_acquisition/Detournement_carte_son.htm)]. (Consulté 24/02/2012)

Val, M. (2002). Acoustique appliquée : Dunod : l'Usine Nouvelle, Paris, France.

Van Damme M.(2010) : Acoustique du Bâtiment, Centre Scientifique et Technique de la Construction, Belgique [[http://www.wtcb.be/antenne\\_norm/akoestiek/fr/frnl\\_medias/mvd\\_cours\\_batiment/cours2010/101013%20Cours%20Acoustique%20Batiment%20-%20CHAP05%20-%20Isolement%20des%20facades.pdf](http://www.wtcb.be/antenne_norm/akoestiek/fr/frnl_medias/mvd_cours_batiment/cours2010/101013%20Cours%20Acoustique%20Batiment%20-%20CHAP05%20-%20Isolement%20des%20facades.pdf)] (consulté 24/02/2012).

Van Damme M., (2008) : L'acoustique dans la construction : les critères acoustiques pour les immeubles d'habitation, Centre Scientifique et Technique de la Construction, Belgique. [<http://www.confederationconstruction.be/Portals/19/Userfiles/Files/100930%20Norme%20acoustique%20-%20Van%20Damme%20M.%20-%20CSTC%20%5BRead-Only%5D%5B1%5D.pdf>] (Consulté 24/02/2012).