


Rapport de mesurage et de calculs acoustiques

Mesures et calculs des temps de réverbération avant et après traitements acoustiques des locaux d'un restaurant

Affaire N° 2012-08-003

Date des mesures	26 /09 /2012
Date d'édition du rapport final	26/ 10 /2012
Rédacteur	Azzedine SITEL Ingénieur/Docteur en Acoustique
Signature	

Demandeur de l'étude :

Mr Farid Sahnoune & Mme Anne-Laure Robin

Société : SERGE FERRARI

1 - OBJET	3
2 - MESURE DES TEMPS DE RÉVÉRBÉRATION	4
2.1 - Méthode de mesure.....	4
2.1.1 - Norme de référence.....	4
2.1.2 - Méthode retenue	4
2.1.3 - Principe de mesure	4
2.1.4 - Signal utilisé	4
2.1.5 - Personnes présentes (opérateurs).....	4
2.1.6 - Positions de la source et des points de mesure.....	5
2.2 - Matériel de mesure utilisé.....	5
2.3 - Caractéristiques des locaux et état des lieux	6
2.4 - Résultats des mesures	9
3 - SIMULATION DES TEMPS DE RÉVÉRBÉRATION	10
3.1 - Objet de la simulation	10
3.2 - Méthode de simulation utilisée	10
3.3 - Recalage du modèle	10
3.4 - Résultats de la simulation	11
3.4.1 - Résultats de simulation pour la grande salle.....	11
3.4.2 - Résultats de simulation pour la petite salle	12
4 - CONCLUSION	12
5 - ANNEXES :	13
5.1 - ANNEXE 1 : Définition des indicateurs acoustiques liés à ce travail.....	13
5.2 - ANNEXE 2 : Résultats détaillés des différentes mesures	15
5.2.1 - Temps de réverbération mesurés pour la grande salle	15
5.2.2 - Temps de réverbération mesurés pour la véranda.....	16
5.2.3 - Temps de réverbération mesuré pour la petite salle	17
5.3 - ANNEXE 3 : Photos de certificats d'étalonnage et de conformité du sonomètre et du calibreur utilisés.....	18
5.3.1 - Photo scannée du certificat de conformité du sonomètre utilisé.....	18
5.3.2 - Photo du certificat de d'étalonnage du sonomètre utilisé	19
5.3.3 - Photo du certificat de d'étalonnage du calibreur utilisé.....	20
5.3.3 - Photo scannée du certificat de vérification du calibreur utilisé	21
5.4 - ANNEXE 4 : Caractéristiques d'absorption de divers éléments de construction	22
5.4.1 - Coefficients d'absorption des surfaces appartenant à la grande et petite salle	22
5.4.2 - Aires d'absorption équivalente, en m ² , des éléments présents dans la grande et la petite salle.....	22

1 - OBJET

Dans l'objectif de tester l'efficacité d'un traitement acoustique composé d'une toile BATYLINE Aw avec une lame d'air de 10cm, la société **Ferrari** a missionné le Bureau d'études **Contrôle dB** afin de réaliser des mesures et des calculs des temps de réverbération d'un restaurant avec et sans traitements acoustiques des plafonds. Les mesures sont réalisées après la mise en place des traitements acoustiques. Les calculs sont réalisés pour déterminer les temps de réverbération des locaux du restaurant avant la mise en place des traitements acoustiques. Le restaurant est composé essentiellement de 3 locaux : La grande salle, la véranda et la petite salle (voir photos ci-dessous).

Ce rapport présente les résultats de mesurage et de calculs.



Figure 1. **(A)** : Photos de la grande Salle. **(B)**: Photos de la petite salle.
(C): Photos de la véranda.

2 - MESURE DES TEMPS DE RÉVÉRBÉRATION

2.1 - Méthode de mesure

2.1.1 - Norme de référence

♦ Les mesures ont été effectuées conformément à la norme européenne **EN ISO 3382-2 en vigueur depuis 2008** « *mesurage des paramètres acoustiques des salles - Partie 2 : durée de réverbération des salles ordinaires* ».

2.1.2 - Méthode retenue

♦ La méthode de contrôle a été retenue.

2.1.3 - Principe de mesure

♦ La procédure de mesure utilisée est celle de mesure de la décroissance du niveau sonore suite à l'arrêt de la source décrite ci-dessous.



La détermination du temps de réverbération a été effectuée pour chaque bande d'octave en utilisant l'équation suivante :

$$T = 60 \times \frac{T_2 - T_1}{P_2 - P_1}$$

Où :

- $P_2 - P_1 = 30$ dB (voir figure ci-dessus).
- $T_2 - T_1$: est le temps durant lequel le niveau de pression acoustique chute de 30 dB.
- T : est le temps de réverbération durant lequel le niveau de pression acoustique de la salle diminue de 60 dB, suite à l'arrêt de la source sonore.

2.1.4 - Signal utilisé

♦ Le signal utilisé est un bruit rose.

2.1.5 - Personnes présentes (opérateurs)

♦ Mr Azzedine SITEL du Bureau d'étude Contrôle dB, Mr Farid SAHNOUNE et Mme Anne-Laure Marie ROBIN de la société Ferrari.

2.1.6 - Positions de la source et des points de mesure

- ◆ Les positions de la source (enceinte) et du sonomètre sont indiquées par les figures 2, 3 et 4 ci-dessous (voir pages 7 et 8).
- ◆ La hauteur du microphone du sonomètre (h des points de mesure) est égale à 1.2 m.
- ◆ Les nombres des positions de la source et des points de mesure sont donnés par le tableau ci-dessous :

	Grande salle	Petite salle	Véranda
Nbre total des mesures	9	6	6
Nbre de positions de la source	3	2	2
Nbre de positions du sonomètre	3	3	3

2.2 - Matériel de mesure utilisé

- ◆ 1 sonomètre SOLO MASTER de classe 01 de la marque 01dB.
- ◆ 1 Calibreur de classe 01 de la marque 01dB.
- ◆ PC portable avec boîtier d'acquisition et carte son générant un bruit rose.
- ◆ Logiciel de mesure et de traitement des données : dBTrait 5.3 de la société 01dB Metravib.
- ◆ Source de bruit : enceinte amplifiée de la marque QSC K10, 1000 W de puissance avec boomer 10" présentant une réponse fréquentielle comprise entre 56 Hz et 20 kHz.

Les paramètres du sonomètre et du calibreur utilisés sont donnés par le tableau ci-dessous :

Désignation	Marque	Type	N° Série	Date de vérification	Date d'étalonnage
Sonomètre intégrateur	01dB-Metravib	SOLO 01	11458	10/04/2012	10/04/2012
Préamplificateur	01dB-Metravib	PRE 21 S	10954	10/04/2012	10/04/2012
Microphone	01dB-Metravib	MCE 212	57698	10/04/2012	10/04/2012
Calibreur	01dB-Metravib	Cal 21	35103551	13/04/2012	13/04/2012

Le sonomètre ainsi que le calibreur ont fait l'objet d'étalonnage et de contrôles périodiques au Laboratoire National d'Essais conformément à l'Arrêté du 27 Octobre 1989 (modifié le 30 mai 2012) relatif à la construction et au contrôle des sonomètres. Un calibrage des appareils a été effectué avant et après chaque mesure, aucune dérive supérieure à 0.5 dB n'a été constatée. Les mesures effectuées sur site sont donc validées.

Les photocopies des certificats de conformité, d'étalonnage et de vérification du sonomètre et du calibreur utilisés sont données en ANNEXE 2.

2.3 - Caractéristiques des locaux et état des lieux

- ◆ Les dimensions et la géométrie de la grande salle, de la véranda et de la petite salle sont respectivement indiquées dans les figures 2, 3, 4 et 5 ci-dessous.
- ◆ Les observations/paramètres influant sur le temps de réverbération sont notés dans le tableau ci-dessous.

Caractéristiques / Observations	
Grande Salle	<p>Surface : 105 m² ; Volume : 414 m³ ; Plafond : 90 m² de traitement (BATYLINE Aw avec une lame d'air de 10cm) + 6m² de bois + 18 m² de parois rigides (murs avec peinture)+ 13 m² absorbeurs en tissu suspendus.</p> <p>Sol : PVC ; Parois verticales : 65% en plaques de plâtre peintes et 35 % en vitres.</p> <p>Meubles : 48 tables en bois + 96 chaises (considérés comme en bois).</p> <p>Portes : 1 porte vitrée de 1 m×2.1 m + 1 porte en bois de 1 m×2.0 m.</p>
Petite salle	<p>Surface : 49.5 m² ; Volume : 124 m³. Plafond : 35 % surface absorbante (tige feuilleté + 10 cm de lame d'aire) + 65 % plaques de plâtre peintes. Sol : PVC ; Parois verticales : 6 m² fenêtres en vitres + 7.75 m² rideaux en tissus + plaques de plâtre peintes + vitrine en bois de 9 m² (remplie de verres et de bouteilles : objets diffuseurs).</p> <p>Meubles : 23 tables en bois + 46 chaises (considérées comme en bois) + 3 fauteuils dont s= 0.35 m × 2.3m recouverts de 70mm de tissu. Ouverture de 5.43 m² sur le Bar.</p>
Véranda	<p>Surface : 41 m² ; Volume : 112 m³ ; Sol : PVC ; Plafond : 17 m² de traitement (constituée de 13 baffles de 0.65 m × 0.6 m disposés verticalement) + 24 m² de parois rigides. Parois verticales : 94% vitres + 6% plaques de plâtre peintes. Meubles : 48 tables en bois + 96 chaises. En commun avec la grande salle.</p>

Tableau 1 : Observations, paramètres et éléments influant sur le temps de réverbération des salles.

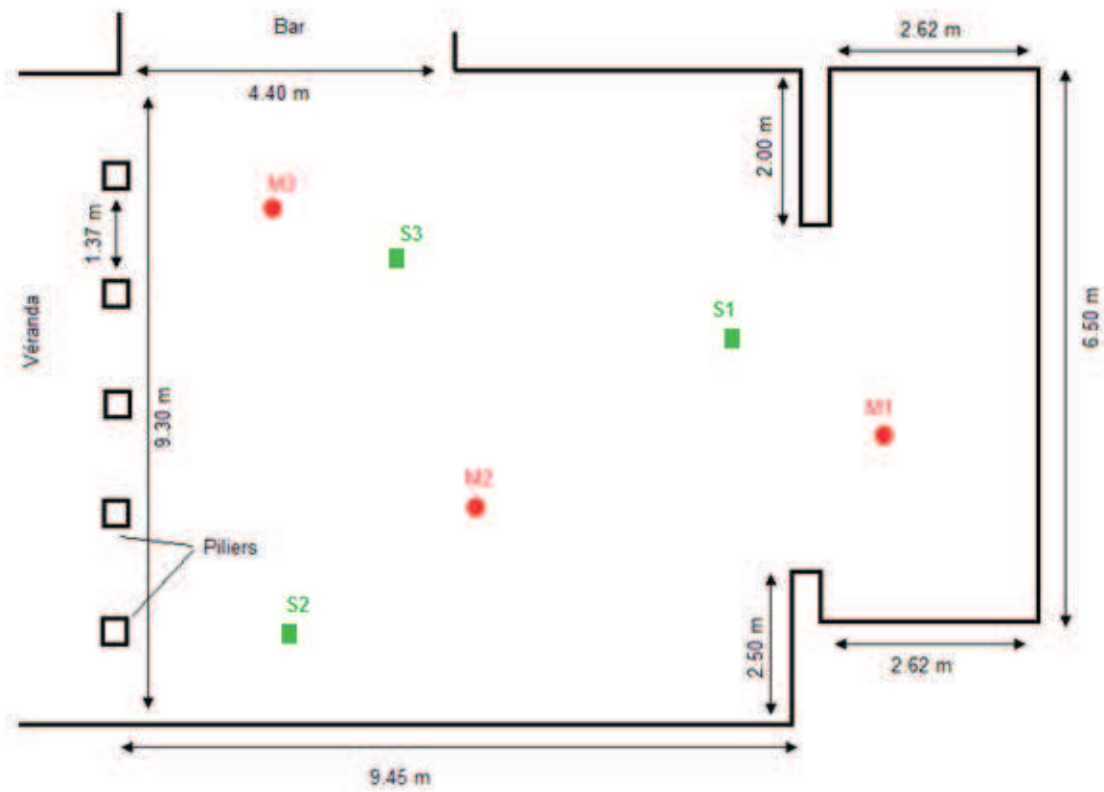


Figure 2 : Dimensions de la grande salle et localisation des positions de la source (S1, S2 et S3) et des points de mesure (M1, M2 et M3).

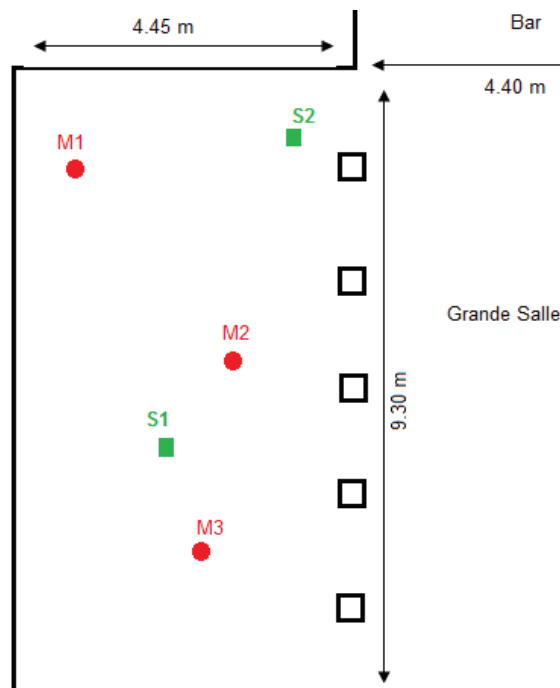


Figure 3 : Dimensions de la véranda et localisation des positions de la source (S1, S2) et des points de mesure (M1, M2 et M3).

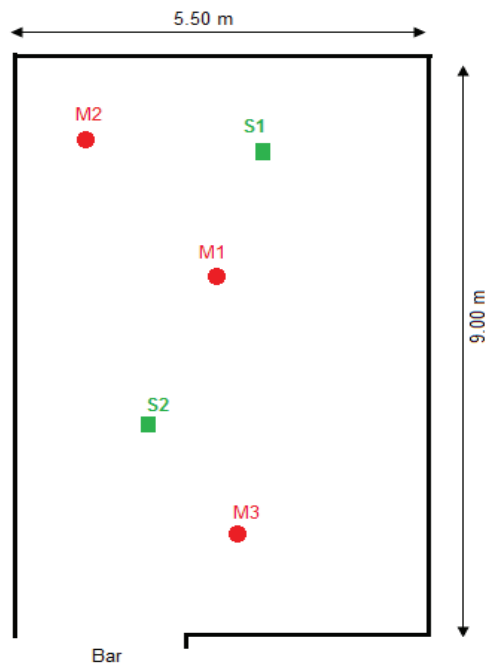


Figure 4 : Dimensions de la petite salle et localisation des positions de la source (S1, S2) et des points de mesure (M1, M2 et M3). La hauteur de la salle = 2.5m.

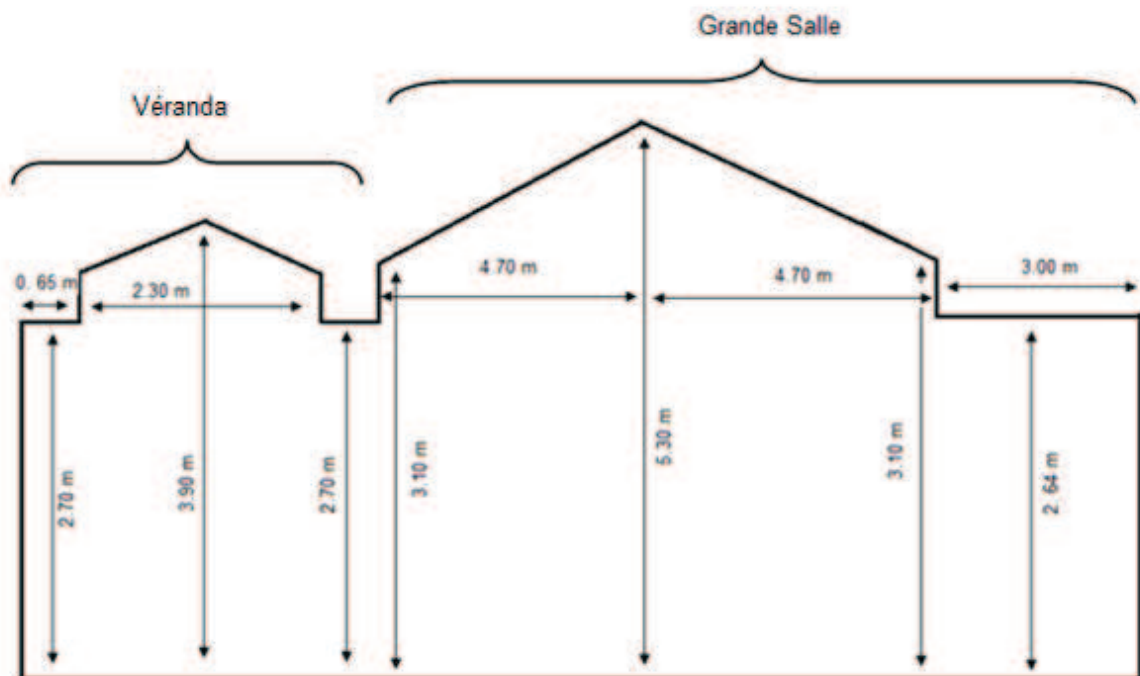


Figure 5 : Photos précisant la géométrie et les hauteurs de la grande salle et de la véranda.

2.4 - Résultats des mesures

Les résultats des mesures sont résumés dans les 2 tableaux suivants :

Tr (s) par bandes d'octave moyenné sur les différentes mesures	125	250	500	1000	2000	4000
La grande salle	1.195	1.05	0.83	0.84	0.93	0.86
La petite salle	0.79	0.67	0.53	0.59	0.58	0.57
La véranda	1.20	1.06	0.78	0.80	0.87	0.82

Local	Tr (s) moyenné sur les bandes d'octaves 500 Hz, 1000 Hz et 2000 Hz
La grande salle	0.87 s
La petite salle	0.57 s
La véranda	0.82 s

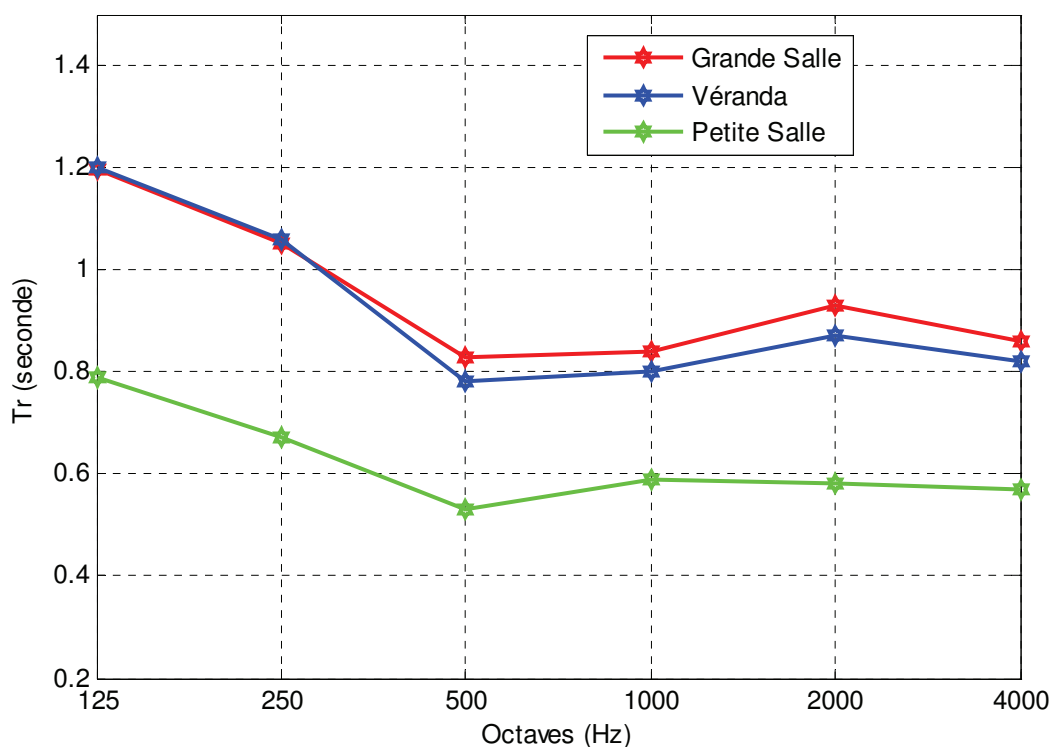


Figure 6 : Temps de réverbération par bandes d'octaves mesuré après le traitement acoustique des plafonds des locaux de la grande et la petite salle et de la véranda.

Remarque : Les détails des résultats de mesures, à savoir, les Tr mesurés pour les différentes positions de la source et du sonomètre sont donnés en ANNEXE 2.

3 - SIMULATION DES TEMPS DE RÉVERBÉRATION

3.1 - Objet de la simulation

L'objectif de la simulation est de déterminer le temps de réverbération des locaux (grande salle, petite salle) en absence du traitement acoustique des plafonds. En effet, faute de temps de réverbération mesuré avant la mise en place des plafonds absorbants, des calculs de temps de réverbération des salles en absence de traitements serait un complément des mesures (effectuées après traitements) pour évaluer l'efficacité (in situ) des traitements acoustiques (tissu BATYLINE Aw avec une lame d'air de 10 cm) conçus par la société Ferrari.

3.2 - Méthode de simulation utilisée

Les locaux faisant l'objet de cette étude présentent une distribution irrégulière des surfaces absorbantes (les plafonds sont très absorbants alors que les murs et le sol sont réfléchissants). Par conséquent, la méthode de Sabine n'est pas bien adaptée pour calculer, dans ce cas, le temps de réverbération de la grande et de la petite salle.

La norme européenne **NF EN 12354-6** « *Calcul de la performance des bâtiments à partir de la performance des éléments - Partie 6 : Absorption et qualité acoustique des pièces et espaces fermés* », donne une méthode de calcul permettant de calculer, le temps de réverbération avec une bonne précision. En effet, cette norme prend en compte les effets de la diffusion acoustique et permet de modéliser le temps de réverbération dans le cas des géométries complexes et en présence des surfaces absorbantes réparties d'une manière irrégulière dans la salle.

♦ Le bureau d'études Contrôle dB dispose d'un programme de calcul du temps de réverbération développé à partir des équations décrites dans la norme NF EN 12354-6 (voir annexes D et C de la norme).

3.3 - Recalage du modèle

Le recalage du modèle permet de corriger l'influence des paramètres dont la modélisation est très complexe tels que : les effets du mobilier et son agencement, les phénomènes de diffusion créés par les chaises et les tables ainsi que d'autres facteurs. Pour recalibrer le modèle de calcul, nous calculons dans un premier temps le T_r de la grande et de la petite salle dans le cas où les caractéristiques des salles sont les mêmes que celles notées durant les mesures (voir tableau de la page 6 et annexe 4). Le recalage du modèle se fait en introduisant une aire d'absorption supplémentaire dont on fait varier la valeur (pour chaque bande d'octave) jusqu'à l'obtention d'une valeur de T_r similaire à celle obtenue par les mesures.

Une fois le modèle calé, on peut l'utiliser pour déterminer le temps de réverbération des locaux en absence des traitements acoustiques. Pour ce faire, on remplace le coefficient d'absorption du traitement acoustique (le α de BATYLINE Aw avec une lame d'air de 10 cm qui nous a été communiqué) par celui des plafonds avant le traitement (α du bois ou α des plaques de plâtre voir tableaux de l'annexe 4).

3.4 - Résultats de la simulation

Les figures 7 et 8 ci-dessous donnent les valeurs du temps de réverbération pour la grande et la petite salle, simulées avant et après traitement acoustique des plafonds ainsi que le temps de réverbération mesuré après traitement acoustique. Les dimensions et la géométrie des salles utilisées dans simulation sont données par les figures 2, 3, 4 et 5. Les parois, surfaces et éléments absorbants utilisés dans la simulation ainsi que leur coefficient d'absorption sont donnés par le tableau 1 de la page 6 et les tableaux de la page 22.

3.4.1 - Résultats de simulation pour la grande salle

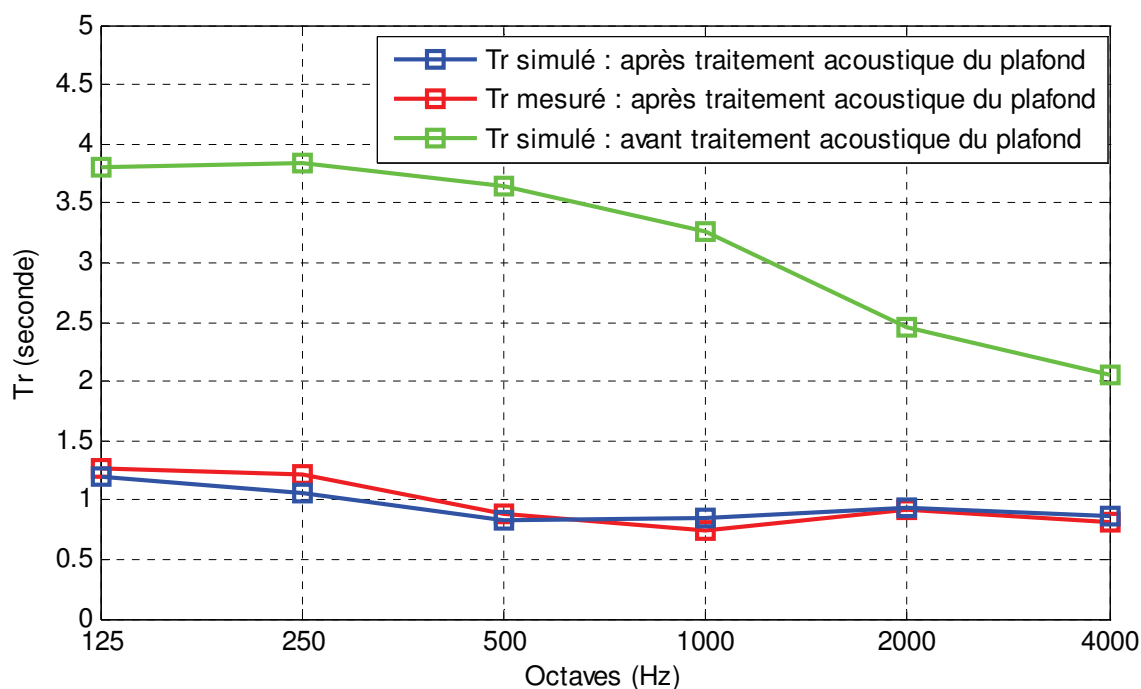


Figure 7 : Temps de réverbération par bandes d'octaves simulé avant et après le traitement acoustique du plafond de la grande salle.

Bandes d'octave (Hz)							Moyen (s)
	125	250	500	1000	2000	4000	sur les octaves 500/1000/2000
Tr (s) avant traitement	3.80	3.84	3.64	3.25	2.46	2.05	3.11
Tr (s) après traitement	1.195	1.05	0.83	0.84	0.93	0.86	0.87
Diminution de Tr (s)	2.60	2.79	2.81	2.41	1.53	1.19	2.24

3.4.2 - Résultats de simulation pour la petite salle

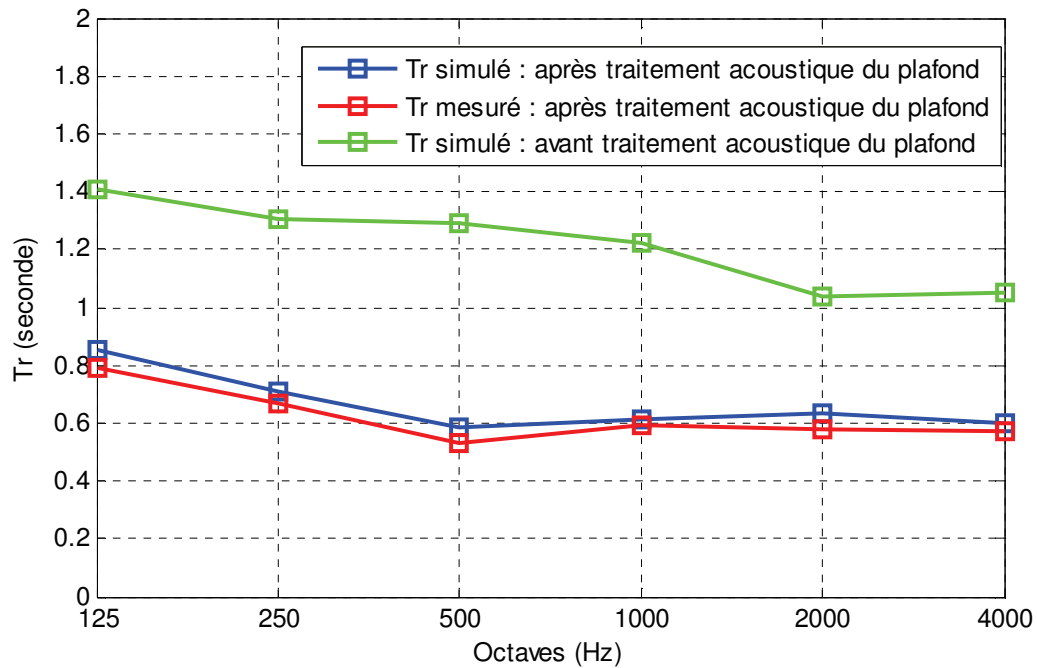


Figure 8 : Temps de réverbération par bandes d'octaves simulé avant et après le traitement acoustique du plafond de la petite salle.

Bandes d'octave (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000	Moyen sur les octaves 500/1000/2000
Tr (s) avant traitement	1.40	1.30	1.29	1.21	1.04	1.05	1.18
Tr (s) après traitement	0.79	0.67	0.53	0.59	0.58	0.57	0.57
Chute de Tr (s)	0.56	0.60	0.70	0.61	0.40	0.45	0.61

4 - CONCLUSION

► Les calculs et les mesures effectués durant cette mission montrent que le traitement acoustique des plafonds de la grande et de la petite salle (par un matériau composé d'une toile BATYLINE Aw avec une lame d'air de 10 cm, conçu par la société Ferrari) a fait diminuer d'une manière très importante leur temps de réverbération. Pour la grande salle le Tr moyen a diminué de 2.24 s, et pour la petite salle le Tr moyen a chuté de 0.61 s.

► Pour la grande et la petite salle, la diminution du temps de réverbération apportée par le traitement acoustique est maximale en particulier aux bandes d'octaves 500 Hz et 1000 Hz. Cela est en adéquation avec le coefficient d'absorption du matériau (BATYLINE Aw avec une lame d'air de 10 cm, conçu par la société Ferrari) qui présente des valeurs maximales aux bandes d'octaves 500 et 1000 (voir page 22).

5 - ANNEXES :

5.1 - ANNEXE 1 : Définition des indicateurs acoustiques liés à ce travail

Niveau de bruit équivalent (Leq) : En considérant un bruit variable perçu pendant une durée T , le $L_{eq,T}$ représente le niveau de bruit constant qui aurait été produit avec la même énergie que le bruit réellement perçu pendant cette durée. $L_{eq,T}$ s'exprime en dB.

Définition mathématique :

$$L_{Aeq,T}(t_1, t_2) = 10 \text{Log} \left[\frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} \frac{p^2(t)}{p_0^2} dt \right]$$

$(t_1, t_2) = T = t_2 - t_1$ durée de calcul du $L_{Aeq,T}$.

$p(t)$ = pression acoustique instantanée en Pascal (Pa).

p_0 = pression acoustique de référence $p_0 = 2 \cdot 10^{-5}$ Pa.

Bandes d'octaves : La sensation de l'oreille en fréquence n'est pas linéaire. Plus elle est élevée, plus il faut une grande variation de cette fréquence pour que l'impression de variation reste constante. On utilise alors des bandes de fréquences de la largeur d'un octave ou de 1/3 d'octave. Ces bandes d'analyses sont normalisées. Les valeurs normalisées des fréquences centrales de bande d'octave sont les suivantes, sur la plage audible (de 20 Hz à 20000 Hz) : 16 / 31,5 / 63 / 125 / 250 / 500 / 1000 / 2000 / 4000 / 8000 / 16000 Hz .

Temps de réverbération : le Temps de Réverbération (T_r) d'un local est le temps que met l'énergie sonore à décroître de 60 dB lorsque l'on arrête brusquement une source sonore. Il est fonction de la surface d'absorption du local et de son volume.

► Le temps de réverbération dépend non seulement de l'absorption, mais aussi de la géométrie, de la superficie de la pièce, du mobilier et de son agencement.

► Plus le temps de réverbération est important, plus le local aura tendance à « amplifier » les sons émis; plus le temps de réverbération est faible, plus le local aura tendance à « atténuer » ces sons émis.

► L'absorption acoustique des matériaux n'étant pas identique à toutes les fréquences, le temps de réverbération est donc différent d'une fréquence à l'autre. À des fins de simplification, le temps de réverbération n'est souvent évalué que pour la bande de fréquence de 500 Hz. Il s'agit toutefois d'une approximation qui peut être trompeuse, toutes les fréquences n'ayant pas la même absorption.

Pondération A : La pondération A est l'application d'un filtre fréquentiel :

- ◆ Soit à une gamme de fréquences délimitée.
- ◆ Soit à l'intégralité du signal.

Cette pondération correspond à la sensibilité de l'oreille humaine, plus importante aux médiums qu'aux basses fréquences. A la valeur du niveau sonore mesuré est ajoutée la valeur de la pondération A Correspondante qui est précisée par bande de fréquence. Le niveau sonore est alors exprimé en dB(A).

Bruit rose : les bruits émis à l'intérieur de bâtiments sont très variés : musique, ventilation, télévision, bruits de conversation, appareils ménagers...Les niveaux exprimés en dB(A) peuvent être fort différents. Mais, plus encore, les bruits peuvent être plus ou moins aigus ou graves. Autrement dit, leurs spectres sont très divers. Par ailleurs, la capacité d'atténuation du son d'un élément de construction (mur, plancher, fenêtre) varie suivant la fréquence de ce son. Cette aptitude à diminuer le bruit est donc mesurée par bande de fréquence. Afin de simplifier, il est intéressant de l'exprimer par un seul chiffre en dB(A). Mais imaginons qu'il s'agit d'une cloison qui atténue fortement les aigus et très peu les graves. Si le bruit est grave, la cloison n'apportera qu'une faible atténuation, par contre si le bruit est aigu, l'atténuation sera plus importante. On voit donc que cette atténuation exprimée en dB(A) dépend du spectre émis. Afin de permettre des comparaisons valables, on a donc défini des spectres de bruit conventionnels auxquels on se réfère pour donner l'indice d'affaiblissement en dB(A) des matériaux. Le bruit rose est un de ces spectres conventionnels : il simule les bruits émis à l'intérieur des habitations. Son niveau sonore est le même dans chaque bande d'octave.

Bruit blanc : Le bruit route en est un autre : il simule les bruits émis par la circulation routière et est davantage chargé en basse fréquence qu'un bruit rose.

Le champ sonore direct et le champ sonore réverbéré : La vibration d'une source de bruit provoque la propagation dans l'air et dans toutes les directions de variations de pressions. Une partie se propage dans la direction de l'auditeur. Les variations de pression induites dans ses oreilles par cette partie sont communément assimilées au champ sonore direct. L'autre partie, qui se propage dans les autres directions heurte les différents murs du local et est renvoyée de murs en murs. La somme de ces variations de pressions induites dans les oreilles de l'auditeur par leur arrivée successive ou simultanée est communément assimilée au champ sonore réverbéré. Lorsque l'auditeur est près de la source, le champ sonore direct est prépondérant et l'on dit que l'auditeur est en champ direct. Par contre, plus l'auditeur s'éloigne de la source, plus le champ sonore réverbéré devient prépondérant et à partir d'une certaine distance, on dit que l'auditeur est en champ réverbéré. Il est évident qu'un traitement des parois permettra de diminuer uniquement les variations de pression qui heurtent ces parois. Donc, seul le champ réverbéré sera diminué. En conséquence si l'auditeur est en champ direct, le traitement des parois sera sans effet.

5.2 - ANNEXE 2 : Résultats détaillés des différentes mesures

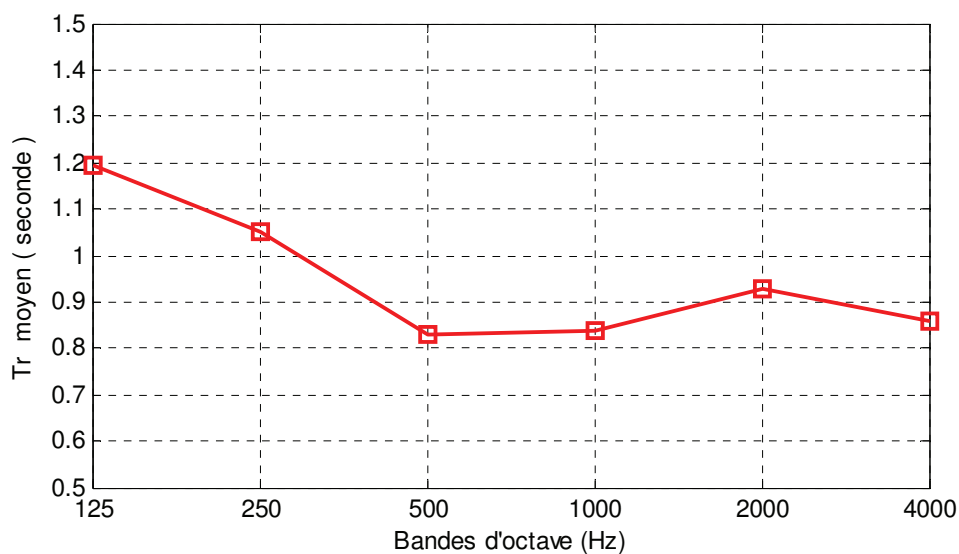
5.2.1 - Temps de réverbération mesurés pour la grande salle

Fréquence Bande d'octave (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
Tr (s) : PS1 / PM1	1.28	1.09	0.90	0.84	0.89	0.85
Tr (s) : PS1 / PM2	1.20	1.00	0.89	0.87	0.97	0.91
Tr (s) : PS1 / PM3	1.15	1.07	0.78	0.88	0.99	0.92
Tr (s) : PS2 / PM1	1.38	1.18	0.89	0.99	1.02	0.95
Tr (s) : PS2 / PM2	1.11	0.93	0.77	0.77	0.83	0.79
Tr (s) : PS2 / PM3	1.21	1.06	0.83	0.87	1.00	0.92
Tr (s) : PS3 / PM1	1.07	1.15	0.78	0.77	0.80	0.76
Tr (s) : PS3 / PM2	1.20	1.00	0.89	0.87	0.97	0.91
Tr (s) : PS3 / PM3	1.15	1.04	0.75	0.70	0.76	0.72
Tr moyen (s)	1.195	1.05	0.83	0.84	0.93	0.86

PS : Position de la Source N°1 , 2 ou 3.

PM : Position du Microphone (ou du sonomètre) N°1 , 2 ou 3.

$$\text{Tr}(500-2000) = 0.87 \text{ s}$$



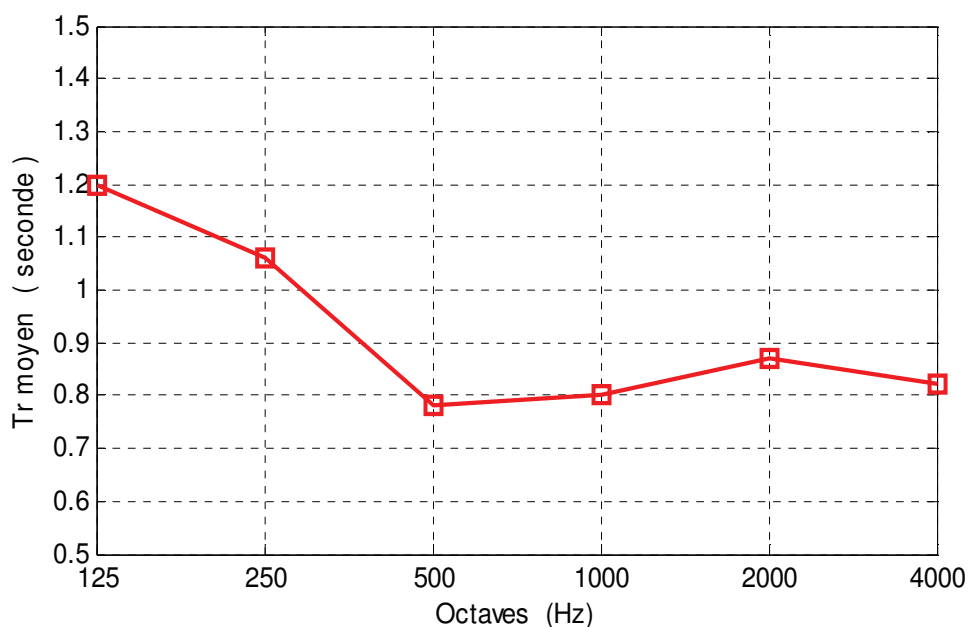
5.2.2 - Temps de réverbération mesurés pour la véranda

Fréquence Bande d'octave (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
Tr (s) : PS1 / PM1	1.30	1.01	0.77	0.75	0.84	0.70
Tr (s) : PS1 / PM2	1.16	1.12	0.86	0.83	0.87	0.91
Tr (s) : PS1 / PM3	1.17	1.11	0.77	0.75	0.86	0.83
Tr (s) : PS2 / PM1	1.24	1.14	0.75	0.85	1.00	0.86
Tr (s) : PS2 / PM2	1.12	1.05	0.76	0.87	0.85	0.85
Tr (s) : PS2 / PM3	1.22	0.95	0.80	0.78	0.78	0.77
Tr moyen (s)	1.20	1.06	0.78	0.80	0.87	0.82

PS : Position de la Source N°1 ou 2 .

PM : Position du Microphone (ou du sonomètre) N°1 , 2 ou 3.

$$\text{Tr}(500-2000) = 0.82 \text{ s}$$



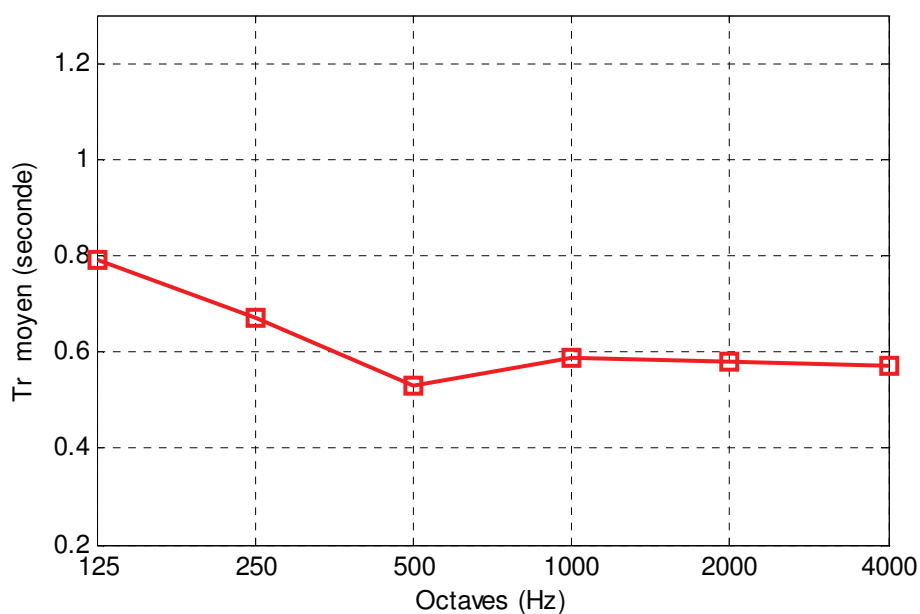
5.2.3 - Temps de réverbération mesuré pour la petite salle

Fréquence Bande d'octave (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
Tr (s) : PS1 / PM1	0.89	0.71	0.55	0.61	0.55	0.54
Tr (s) : PS1 / PM2	0.88	0.73	0.66	0.74	0.68	0.66
Tr (s) : PS1 / PM3	0.80	0.66	0.47	0.55	0.55	0.52
Tr (s) : PS2 / PM1	0.73	0.65	0.54	0.56	0.61	0.56
Tr (s) : PS2 / PM2	0.72	0.68	0.46	0.50	0.54	0.56
Tr (s) : PS2 / PM3	0.71	0.60	0.50	0.57	0.53	0.59
Tr moyen (s)	0.79	0.67	0.53	0.59	0.58	0.57

PS : Position de la Source N°1 ou 2.

PM : Position du Microphone (ou du sonomètre) N°1 , 2 ou 3.

$$\text{Tr}(500-2000) = 0.57 \text{ s}$$



5.3 - ANNEXE 3 : Photos de certificats d'étalonnage et de conformité du sonomètre et du calibre utilisé

5.3.1 - Photo scannée du certificat de conformité du sonomètre utilisé




CERTIFICAT DE CONFORMITE
CONFORMITY CERTIFICATE

Nous, fabricant
We, manufacturer

Acoem
200, Chemin des Ormeaux
F 69578 LIMONEST Cedex- FRANCE

déclarons sous notre seule responsabilité que le produit suivant :
declare under our own responsibility that the following equipment :

Désignation : <i>Designation</i>	Sonomètre Sound-level meter
Référence : <i>Reference</i>	SOLO 01
Numéro de série : <i>Sérial Number :</i>	11458

est conforme aux dispositions des normes suivantes :
complies with the requirements of the following standards :

	Norme <i>Standard</i>	Classe <i>Class</i>	Edition du <i>Edition of</i>
Sonomètre : <i>Sound-level meter :</i>	IEC 60951	1	10-2000
	IEC 60904	1	10-2000
	IEC 61672-1	1	05-2002
	IEC 1260	1	07-1995
	ANSI S1.11		2004
	ANSI S1.4	1	2001

et répond en tout point, après vérification et essais, aux exigences spécifiées, aux normes et règlements applicables, sauf exceptions, réserves ou dérogations énumérées dans la présente déclaration de conformité

After testing and verification, this device satisfies all specified requirements and applicable standards and regulations barring exceptions, reservations, or exemptions listed in this certificate of conformity.

Date <i>Date</i>	Responsable métrologique du laboratoire <i>Head of the metrology lab</i>
10/04/12	Philippe POURTAU



7.4.1 Photo scannée du certificat de d'étalonnage du sonomètre utilisé



CERTIFICAT D'ETALONNAGE
CALIBRATION CERTIFICATE

N°CE-DTE-T-12-PVE-60102

DELIVRE A : **CONTROLE DB**
ISSUED FOR : 12, rue du Colonel Girard
69007 LYON

INSTRUMENT ETALONNE
CALIBRATED INSTRUMENT

Designation : Sonomètre Intégrateur
Designation : Integrator Sound Level Meter

Constructeur : 01dB-Metrawib
Manufacturer:

Type : SOLO 01 N° de serie : 11458
Type : Serial number :

N° d'identification :
Identification number :

Date d'émission : 10/04/12
Date of issue :

Ce certificat comprend 8 pages
This certificate includes 8 pages

LE RESPONSABLE METROLOGIQUE
DU LABORATOIRE
HEAD OF THE METROLOGY LAB

Philippe POURTAU

LA REPRODUCTION DE CE CERTIFICAT N'EST AUTORISEE QUE
SOUS LA FORME DE FAC-SIMILE PHOTOGRAPHIQUE INTEGRAL
THIS CERTIFICATE MAY NOT BE REPRODUCED OTHER THAN IN FULL
BY PHOTOGRAPHIC PROCESS

CE CERTIFICAT EST CONFORME AU FASCICULE DE
DOCUMENTATION FD X 07-012
THIS CERTIFICATE IS CONFORM TO THE STANDARD FD X 07-
012



01dB-Metrawib SAS - Siège social : 100, avenue des Grésilles - 69150 Colombier - Tél. : 33 (0)4 77 57 49 00 - Fax : 33 (0)4 77 57 47 49 - www.metrawib.com

ISO 9001 certifié par DNV - ISO 14001 certifié par DNV - ISO 17025 certifié par COFRAC - ISO 17025 - FUS / 11/07/2010/001/001/001

01dB - Metrawib - Certifié par le laboratoire BUREAU VERITAS

DTE_T_FOR_012_D.doc

5.3.2 - Photo du certificat de d'étalonnage du calibreur utilisé

<p>Certificat d'étalonnage Calibration certificate</p>	<p>Calibreurs Calibrators</p>	
<p>N°CE-DTE-T-12-PVE-60187</p>		
<p>DELIVRE A : <i>ISSUED FOR :</i></p>		
<p>CONTROLE DB 12, rue du Colonel Girard 69007 LYON</p>		
<p>INSTRUMENT ETALONNE CALIBRATED INSTRUMENT</p>		
<p>Désignation: <i>Designation</i></p>	<p>Calibreur <i>Calibrator</i></p>	
<p>Constructeur <i>Manufacturer</i></p>	<p>01dB-Metravib</p>	
<p>Type <i>Type</i></p>	<p>Cat 21</p>	<p>N° de serie: <i>Serial number</i></p> <p>35103551</p>
		<p>Identification <i>Identification number</i></p>
		<p>Date d'émission: <i>Issued on</i></p> <p>13/04/12</p>
<p>Ce certificat comprend <i>This certificate includes</i></p>	<p>4 pages <i>pages</i></p>	
<p>LE RESPONSABLE METROLOGIQUE DU LABORATOIRE <i>THE METROLOGICAL HEAD OF THE LABORATORY</i></p>		
 <p>Philippe Pourtau</p>		
<p>LA REPRODUCTION DE CE CERTIFICAT N'EST AUTORISEE QUE SOUS LA FORME DE FAC-SIMILE PHOTOGRAPHIQUE INTEGRAL <i>THIS CERTIFICATE MAY NOT BE REPRODUCED OTHER THAN IN FULL BY PHOTOGRAPHIC PROCESS</i></p>		
<p>CE CERTIFICAT EST CONFORME AU FASCICULE DE DOCUMENTATION FD X 07-012 <i>THIS CERTIFICATE IS CONFORM TO THE STANDARD FD X 07-012</i></p>		
<p>01dB-Metravib 240, Chemin des Courmes F-69579 L'Impraisey-Cedex Tel : 04 72 82 48 00 Fax : 04 72 82 47 47 www.metravib.com www.fdb.com</p>		

5.3.3 - Photo scannée du certificat de vérification du calibre utilisé

Constat de vérification Verification certificate		Calibres Calibrators	
N° CV-DTE-T-12-PVE-60187			
DELIVRE A : ISSUED FOR :			
CONTROLE DB 12, rue du Colonel Girard 69007 LYON			
INSTRUMENT VERIFIE <i>INSTRUMENT CHECKED</i>			
Désignation: <i>Designation</i>	Calibreur <i>Calibrator</i>		
Constructeur: <i>Manufacturer</i>	01dB-Metravib		
Type: <i>Type</i>	Cal 21	N° de serie: <i>Serial number</i>	35103551
		Identification: <i>Identification number</i>	
		Date d'émission: <i>Issued on</i>	13/04/12
Ce constat comprend <i>This report includes</i>	3	Pages <i>pages</i>	
LE RESPONSABLE METROLOGIQUE DU LABORATOIRE THE METROLOGICAL HEAD OF THE LABORATORY			
 Philippe Pourtau			
LA REPRODUCTION DE CE CONSTAT N'EST AUTORISEE QUE SOUS LA FORME DE FAC-SIMILE PHOTOGRAPHIQUE INTEGRAL THIS VERIFICATION REPORT MAY ONLY BE REPRODUCED IN FULL BY PHOTOGRAPHIC MEANS		CE DOCUMENT NE PEUT PAS ETRE UTILISE EN LIEU ET PLACE D'UN CERTIFICAT D'ETALONNAGE. CE DOCUMENT EST REALISE SUVANT LES RECOMMANDATIONS DU FASCICULE DE DOCUMENTATION X 07-011 THIS DOCUMENT CANNOT BE USED AS CALIBRATION CERTIFICATE. THIS DOCUMENT WAS PREPARED USING STANDARD X 07-011 GUIDELINES	
01dB-Metravib 200, Chemin des Courviers F-69370 Lissieu sur Oudon Tél. : 04 72 52 48 00 Fax : 04 72 52 47 47 e-mail: info@01dbmetravib.com www.01db.com			

5.4 - ANNEXE 4 : Caractéristiques d'absorption de divers éléments de construction

5.4.1 - Coefficients d'absorption des surfaces appartenant à la grande et petite salle

Fréquence (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
BATYLINE Aw avec une lame d'air de 10 cm	0.4	0.4	0.75	0.85	0.65	0.65
Sol PVC	0.03	0.03	0.03	0.04	0.04	0.04
Murs avec enduit et peinture	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04
Bois	0.05	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03
Plaques de plâtre	0.01	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05
Vitrage simple	0.03	0.03	0.03	0.04	0.05	0.08
Rideau épais et plissé en velours	0.14	0.35	0.55	0.72	0.70	0.65
Portes en bois	0.30	0.20	0.20	0.10	0.07	0.04

5.4.2 - Aires d'absorption équivalente, en m², des éléments présents dans la grande et la petite salle

Fréquence (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
Siège en bois ou plastique (entre 1.5 m ² et 2 m ²)	0.10	0.10	0.15	0.15	0.15	0.15
Tables (1 m ²)	0.22	0.28	0.25	0.20	0.20	0.28
Fauteuil capitonné avec tissu (3 places)	0.45	0.75	0.90	1.05	1.20	1.20
1 m ² de vitrine pleine (verres, bouteilles,... : objets diffuseurs)	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Éléments absorbants en tissu suspendus (1 m ²)	0.15	0.2	0.25	0.25	0.35	0.35