



TRAITEMENT DE L'ACOUSTIQUE D'UN CENTRE AQUATIQUE

Mesure et évaluation de l'effet de toiles tendues

Société Serge FERRARI

Nos références : r1109002a-ma

N° affaire : 2011-097a-t11

Le 15 septembre 2011



GAMBA ACOUSTIQUE ARCHITECTURALE & URBAINE

EURL au capital de 12 000 € - Code APE 7112B

Siège social : Siret 388.148.884.000.74
163 Rue du Colombier - BP 67678
31676 LABÈGE Cedex

Agence Ile de France: Siret 388.148.884.000.66
Espace Europe - 36, avenue Joliot-Curie
95140 Garges-Lès-Gonesse

Tél. : +33 (0)5 62 24 36 76 - Fax : +33 (0)5 62 24 35 25

Tél. : +33 (0)1 39 93 21 71 - Fax : +33 (0)1 39 86 98 15

E-Mail : contact@acoustique-gamba.fr - Site : <http://www.acoustique-gamba.fr>

SOMMAIRE

1. OBJET DE L'INTERVENTION.....	3
2. DESCRIPTION DE L'OUVRAGE ET DES CONDITIONS DE MESURE.....	3
2.1. Conditions de mesure.....	3
2.2. Matériel utilisé.....	3
2.3. Description de l'ouvrage et de son traitement acoustique.....	3
3. RÉSULTATS DE MESURE – PRÉSENTATION & ANALYSE.....	4
3.1. Mesures de la durée de réverbération (Tr).....	4
3.2. Mesures de décroissances spatiales.....	5
4. MODÉLISATION INFORMATIQUE DU CENTRE AQUATIQUE.....	6
4.1. Conditions de modélisation.....	6
4.2. Durées de réverbération (Tr).....	7
4.3. Décroissances spatiales – validation du modèle.....	7
5. COMPARAISON DES CONFIGURATIONS AVEC ET SANS TOILES.....	8
5.1. Durée de réverbération – contribution de la toile tendue.....	8
5.2. Décroissance spatiale.....	9
6. CONCLUSIONS.....	10
<u>ANNEXE 1 – DÉFINITIONS ET INCERTITUDES.....</u>	11
<u>ANNEXE 2 : RÉSULTATS DE MESURES ET DE CALCULS.....</u>	14

1. Objet de l'intervention

Afin de traiter la réverbération d'un centre aquatique à proximité de Zurich, une toile tendue BATYLINE Aw a été installée en plafond. La société FERRARI fabricant de la toile BATYLINE Aw a missionné le bureau d'études *Gamba Acoustique Architecturale et Urbaine* pour réaliser :

- des mesures pour vérifier l'efficacité du traitement mis en œuvre,
- une comparaison de la salle sans traitement acoustique (simulation à l'aide de logiciel) et avec traitement (mesuré in situ).

Le présent document rapporte les résultats des mesures et la comparaison « avec et sans traitement ».

2. Description de l'ouvrage et des conditions de mesure

2.1. Conditions de mesure

Les mesures ont eu lieu le 31 Mai 2011 entre 6h00 et 9h30.

Les mesures de durée de réverbération (Tr) et de décroissances spatiales se sont déroulées salle vide et calme. La température était d'environ 33°C et le taux d'humidité supérieur à 90%.

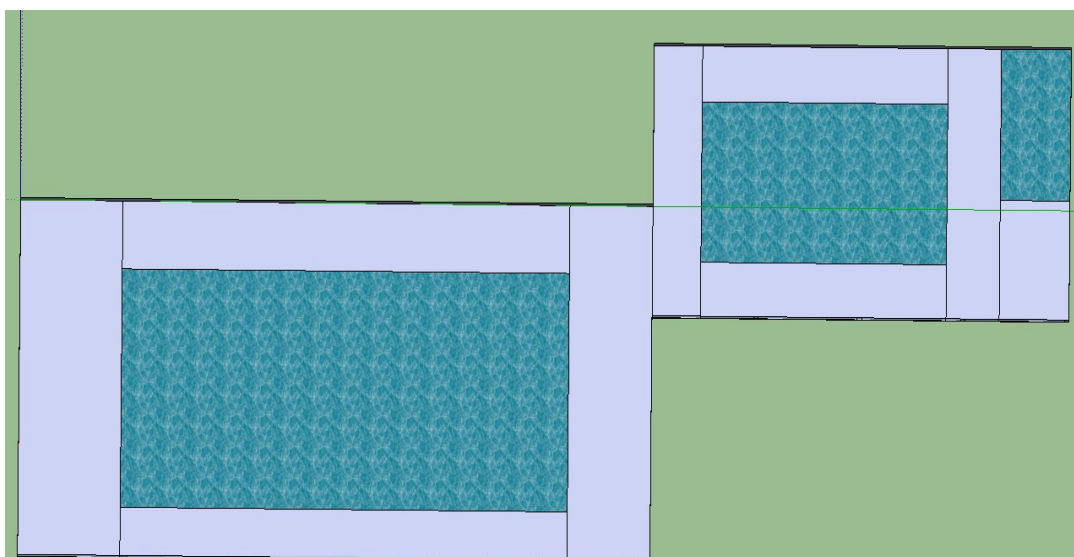
2.2. Matériel utilisé

Le matériel utilisé pour les mesures est le suivant :

- 1 Sonomètre stockeur intégrateur en temps réel, solo de 01dB de classe 1,
- 1 calibreur, CAL21 de 01dB,
- 1 source de bruit impulsionnel, pistolet 9mm,
- 1 source de bruit continue de référence, SSR hémisphérique.

2.3. Description de l'ouvrage et de son traitement acoustique

La piscine est constituée de deux halls rectangulaires communiquant entre eux. Chaque hall contient un bassin. Une vue du dessus est présentée ci dessous :



Le traitement acoustique est réalisé en plafond à l'aide de :

- 6 toiles tendues BATYLINE Aw d'environ 100 m² au dessus du grand bassin,
- 4 toiles tendues BATYLINE Aw d'environ 80 m² au plafond du petit bassin.

Les toiles tendues BATYLINES Aw sont mises en œuvre avec un plénum d'environ 1 mètre. Les volumes des deux halls à bassin sont d'environ 2700 m³ et 1350 m³.

Le traitement acoustique de la piscine a été effectué dans le cadre d'une rénovation sans maîtrise d'œuvre, les objectifs acoustiques visés n'ont donc pas pour but de respecter des exigences de normes ou de projet d'arrêté concernant ce type de bâtiment.

3. Résultats de mesure – Présentation & Analyse

3.1. Mesures de la durée de réverbération (Tr)

Le tableau ci-dessous récapitule les durées de réverbération mesurées :

Fréquences (Hz)	Moyenne des Tr Hall grand bassin (s)	Moyenne des Tr Hall petit bassin (s)
125	1.62	1.48
250	1.89	1.58
500	1.54	1.44
1 k	1.63	1.62
2 k	1.84	1.62
4 k	1.59	1.43
TR moyen (s)	1.68	1.53

La norme NFP 90-207 relative à la limitation du bruit dans les salles de sport préconise une durée de réverbération moyenne sur les bandes de fréquences centrales d'octaves comprises entre 125 et 4000 Hz inférieure à une valeur maximale $0.14V^{1/3}$, avec V le volume de la salle sportive. En séparant les deux volumes du centre aquatique, on obtient les objectifs suivants :

- Pour le hall du grand bassin (2700 m³) : Trmax < 1.95 s

- Pour le hall du petit bassin (1350 m³) : $T_{max} < 1.55$ s

Les mesures nous indiquent que les objectifs présentés ci dessus sont respectés.

On constate que les valeurs de durée de réverbération sont relativement homogène en fréquence ce qui indique que les toiles tendues mises en œuvre absorbent dans tout le domaine fréquentiel notamment dans les basses fréquences.

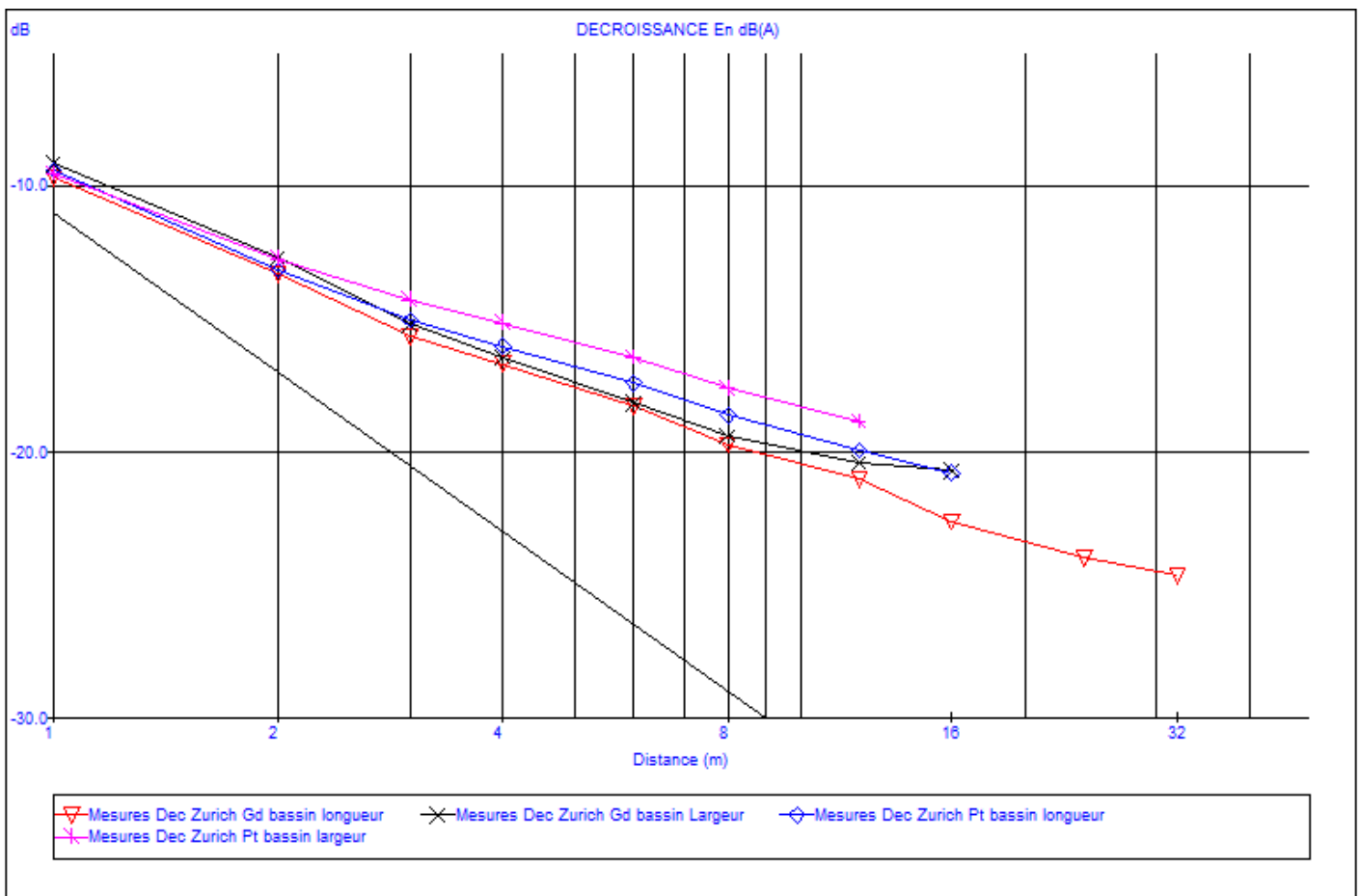
3.2. Mesures de décroissances spatiales

Quatre mesures de décroissance spatiale des niveaux sonores ont été effectuées :

- en longueur du hall du grand bassin,
- en largeur du hall du grand bassin,
- en longueur du hall du petit bassin,
- en largeur du hall du petit bassin.

Ces mesures ont été réalisées conformément à l'arrêté du 30 août 1990.

Le graphique ci-après représente les décroissances spatiales des niveaux sonores mesurées.



Les valeurs de pente de décroissance spatiale par doublement de distance correspondant aux courbes présentées ci-dessus sont les suivantes:

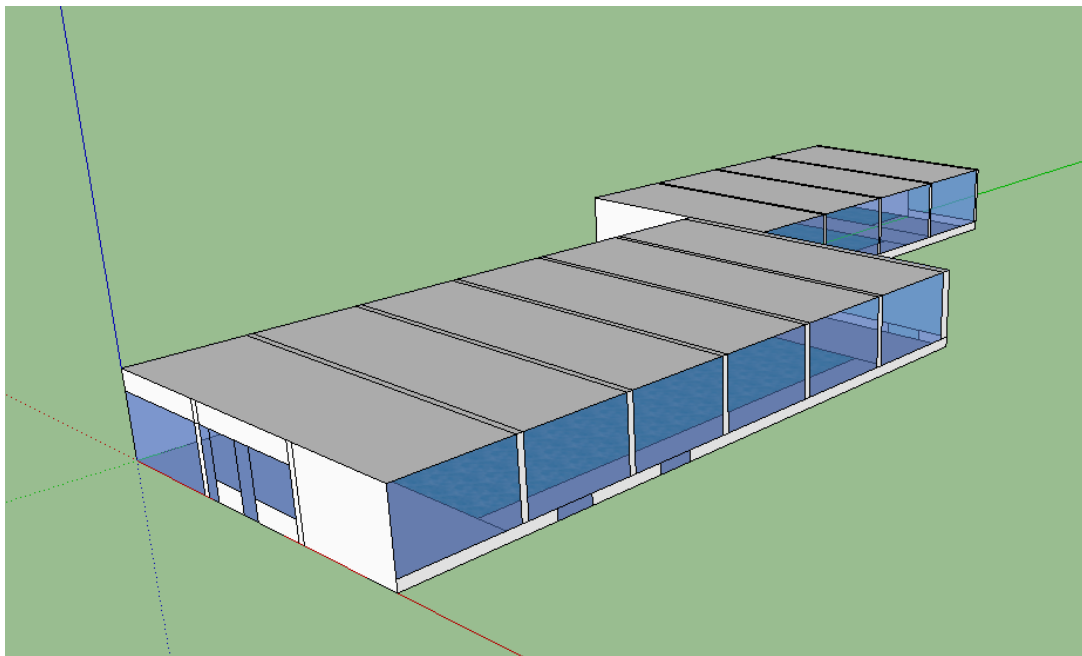
- 2.8 dB(A) par doublement de distance sur la longueur du grand bassin,
- 2.3 dB(A) par doublement de distance sur la largeur du grand bassin,
- 2.4 dB(A) par doublement de distance sur la longueur du petit bassin,
- 2.3 dB(A) par doublement de distance sur la largeur du petit bassin.

Ces valeurs sont proche de 3 dB(A)/dd qui correspond à une bonne qualité d'absorption dans ce type de bâtiment, difficile à traiter, au regard des points suivants :

- La géométrie du local et son manque de mobilier ne permettent pas une bonne diffusion des ondes sonores, l'énergie est ainsi répartie inégalement dans le local,
- La présence de murs réfléchissants et parallèles créent des échos flottants. Ainsi, les ondes sonores ont du mal à atteindre le plafond en raison des réflexions multiples entre les parois parallèles.

4. Modélisation informatique du centre aquatique

La modélisation des locaux représentée ci dessous a été effectuée à l'aide du logiciel CATT-Acoustic. Le modèle permet de calculer les durées de réverbération et les décroissances spatiales à partir de la géométrie des locaux et du coefficient d'absorption des matériaux constituant les parois. L'objectif est dans un premier temps de valider la modélisation en confrontant les valeurs calculées aux valeurs mesurées.



4.1. Conditions de modélisation

A l'aide des mesures présentées précédemment, il nous a été possible de caler cette modélisation sur les caractéristiques acoustiques de l'existant afin de nous assurer de la

représentativité des calculs.

Pour le calage du modèle, les matériaux utilisés sont :

- L'eau pour les bassins (très réfléchissant),
- Le béton pour le sol, les murs et les poutres (très réfléchissant),
- Le verre pour les vitrages (très réfléchissant),
- Toiles FERRARI BATYLINE Aw avec un plénum de 40 cm avec des coefficients d'absorption extraits d'un rapport d'essai acoustique ($\alpha_w = 0.65$) donnés ci-dessous :

Fréquences (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000	Alpha W
α_s	0.56	0.75	0.6	0.65	0.65	0.65	0.65

Le calage s'effectue en comparant dans les mêmes configurations les résultats mesurés avec les résultats calculés.

4.2. Durées de réverbération (Tr)

Les tableaux ci-après récapitulent les comparaisons calcul/mesure ainsi que les écarts entre la mesure et la simulation par le calcul.

Durée de réverbération pour le hall du grand bassin :

Hall Grand Bassin	125	250	500	1000	2000	4000
Tr mesuré	1.62	1.89	1.54	1.63	1.84	1.59
Tr calculé	1.58	1.84	1.51	1.68	1.87	1.58
Tr mesuré – Tr calculé	-0.04	-0.04	-0.03	0.05	0.03	-0.01

Durée de réverbération pour le hall du petit bassin :

Hall Petit Bassin	125	250	500	1000	2000	4000
Tr mesuré	1.48	1.58	1.44	1.62	1.62	1.43
Tr calculé	1.38	1.55	1.49	1.65	1.63	1.45
Tr mesuré – Tr calculé	-0.1	-0.03	0.06	0.03	0.01	0.02

Les valeurs calculées s'écartent au plus de 4% par rapport aux valeurs mesurées. Ceci indique que le modèle est pertinent.

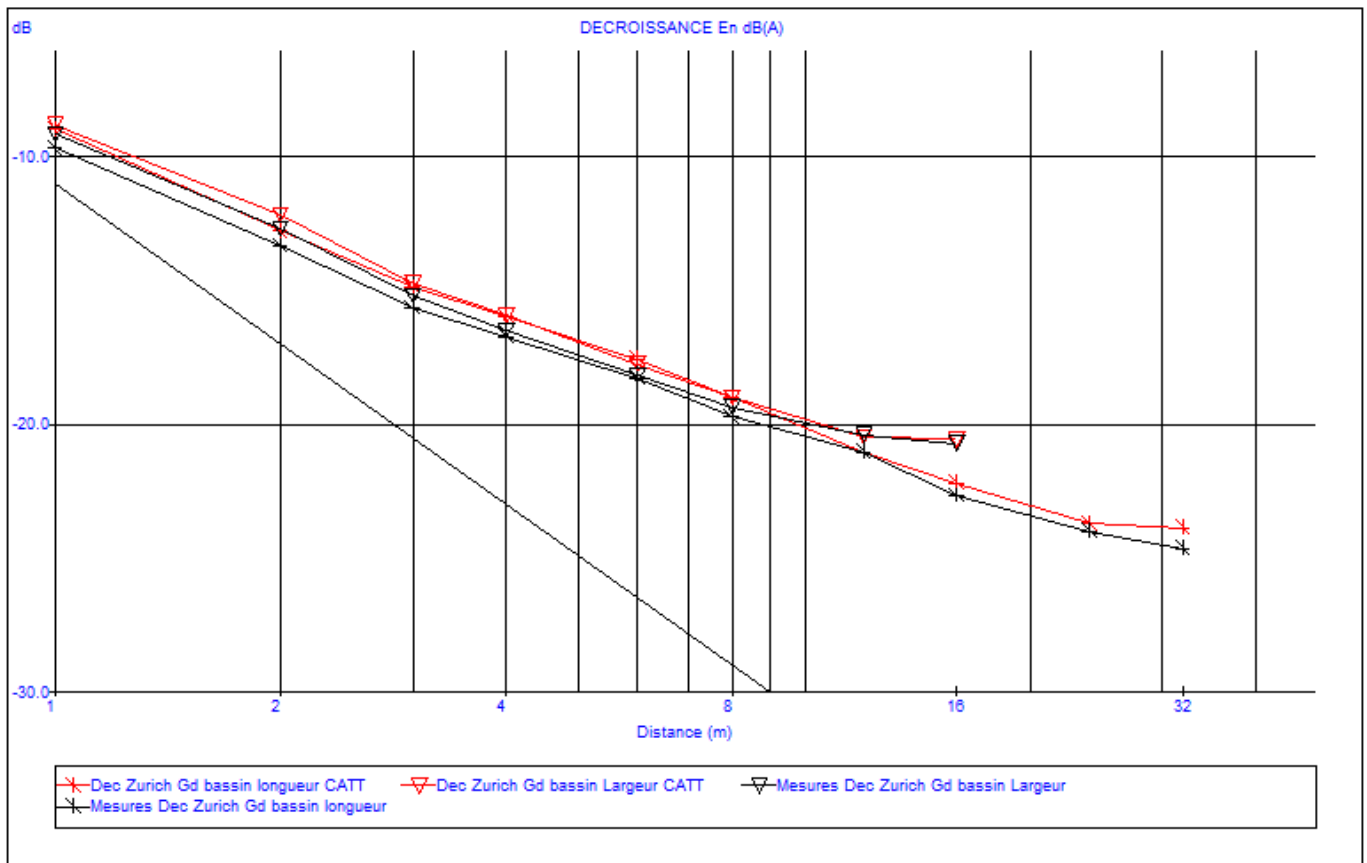
4.3. Décroissances spatiales – validation du modèle

Les tableaux ci-après récapitulent les comparaisons calcul/mesure de pente de décroissances spatiales ainsi que les écarts entre la mesure et la simulation par le calcul.

Hall Grand Bassin	en longueur	en largeur
Décroissance (dB(A) / dd) mesurée	2.8	2.3
Décroissance (dB(A) / dd) calculée	3	2.6
Mesures – calculs	0.2	0.3

Hall Petit Bassin	en longueur	en largeur
Décroissance (dB(A) / dd) mesurée	2.4	2.3
Décroissance (dB(A) / dd) calculée	2.6	2.2
Mesures – calculs	0.2	-0.1

Le graphe ci-après présentent les comparaisons calcul / mesure des courbes de décroissance spatiale.



Les faibles écarts entre les valeurs calculées et les valeurs mesurées, vérifiés à la fois sur les durées de réverbération et les décroissances spatiales permettent de :

- valider la fiabilité de la modélisation
- confirmer les coefficients d'absorption de la toile pris en compte dans le modèle.

5. Comparaison des configurations avec et sans toiles

Le modèle étant validé, il est désormais possible d'estimer les performances du local sans toile tendue BATYLINE Aw. La comparaison entre le local sans toile tendue et le local avec toile tendue permet ainsi d'estimer l'apport de la toile BATYLINE Aw dans le traitement de l'acoustique interne du local.

5.1. Durée de réverbération – contribution de la toile tendue

Le tableau ci-après récapitule les valeurs calculées sans les toiles tendues FERRARI et

avec les toiles

Durée de réverbération pour le hall du grand bassin :

Hall Grand Bassin	125	250	500	1000	2000	4000
Tr calculé sans toile	3.95	4.38	4.31	4.11	3.79	3.1
Tr calculé avec toiles	1.58	1.84	1.51	1.68	1.87	1.58
Tr avec toiles – Tr sans toile	-2.37	-2.54	-2.8	-2.43	-1.92	-1.52

Durée de réverbération pour le hall du petit bassin :

Hall Petit Bassin	125	250	500	1000	2000	4000
Tr calculé sans toile	3.92	4.35	4.26	4.05	3.7	2.99
Tr calculé avec toiles	1.38	1.55	1.49	1.65	1.63	1.45
Tr avec toiles – Tr sans toile	-2.54	-2.8	-2.77	-2.4	-2.07	-1.54

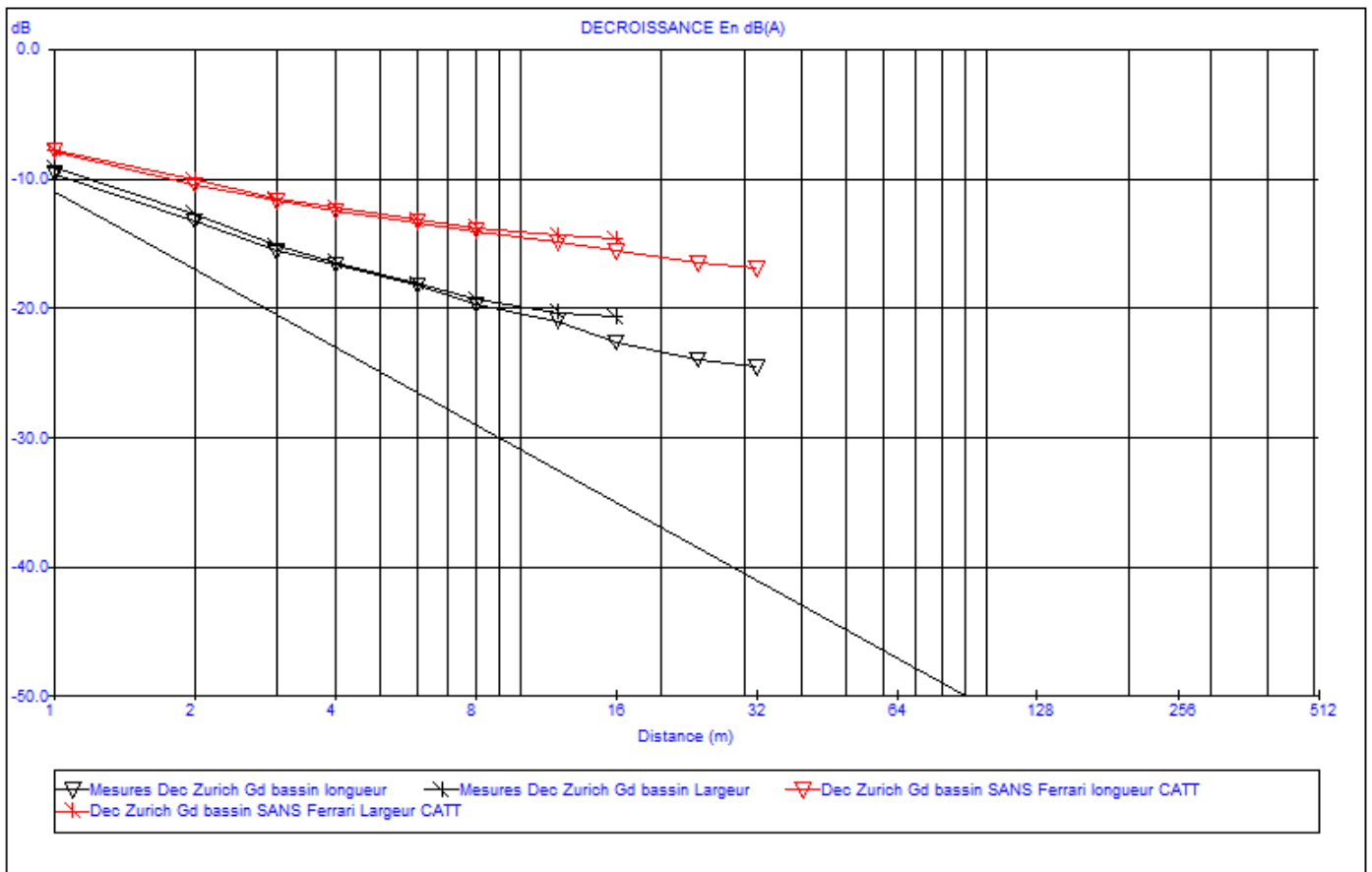
La mise en place de toiles tendues BATYLINE Aw a permis de réduire fortement les durées de réverbération.

5.2. Décroissance spatiale

Le tableau ci-dessous récapitule les valeurs de pente de décroissance spatiale calculées sans toile FERRARI et avec toiles :

Pente (dB(A) par doublement de distance)	Grand bassin en longueur	Grand bassin en largeur	Petit bassin en longueur	Petit bassin en largeur
Calculs CATT avec Toiles FERRARI	3	2.6	2.4	2.1
Calculs CATT sans Toile FERRARI	1.6	1.3	1.1	1.6
Calculs avec toiles – Calculs sans toile	1.4	1.3	1.3	0.5

On constate une diminution significative de la pente de décroissance spatiale par doublement de distance. Ci-dessous le graphe représente les décroissances calculées avec toiles FERRARI et calculées sans toile FERRARI dans le hall du grand bassin :



6. Conclusions

Les mesures et l'étude effectuées au centre aquatique près de Zurich montrent que le plafond tendu en toile BATYLINE Aw apporte :

- Un gain moyen supérieur à 2 s sur les durées de réverbération.
- Un gain moyen de 1 dB(A)/ dd sur les pentes de décroissances spatiales par doublement de distance.

Cette étude, basée sur les mesures in-situ, indique que les toiles améliorent de façon significative le comportement acoustique des locaux.

G. CAPDEVILLE

M. ANDRO

ANNEXE 1 – DÉFINITIONS ET INCERTITUDES

A. Niveau sonore.

Schématiquement, l'on peut dire qu'une vibration émise dans l'air par une source de bruit provoque au niveau de l'oreille d'un auditeur une variation de pression. L'auditeur perçoit l'intensité de cette variation de pression et les fréquences qui la composent (grave, aigu). L'intensité minimale perceptible est de 10^{-12} W/m², l'intensité maximale est de 1W/m².

Du fait de l'écart gigantesque entre les valeurs minimales et maximales, l'échelle représentative de cette variation est très mal commode. On fait donc appel à une échelle plus pratique, celle, logarithmique, du décibel (dB). On calcule ainsi le niveau sonore :

$$L_{dB} = 10 \log \left(\frac{I}{I_0} \right),$$

L_{dB} est le niveau sonore en dB dû à l'intensité sonore I . I_0 est le seuil d'audibilité (10^{-12} W/m²).

B. Le dB(A).

L'on a vu qu'en présence d'un bruit un auditeur perçoit l'intensité et la représentation en fréquence (grave, aigu) de ce bruit. En principe à chaque fréquence est associée un niveau sonore. Pour parfaitement décrire un bruit il faudrait donc connaître son niveau pour chacune de ses fréquences. Une telle description est bien entendue lourde. Pour simplifier la description, on calcule donc une valeur qui est la somme des valeurs des intensités à chaque fréquence pondérées par un terme représentatif de la sensibilité de l'appareil auditif humain à chaque fréquence. A partir de cette valeur d'intensité, on calcule un niveau sonore qui est le niveau exprimé en dB(A).

C. Niveau sonore continue équivalent

Le niveau sonore continu équivalent est le niveau sonore pondéré A d'un bruit continu stable qui au cours de la même période produirait la même énergie que le bruit analysé.

C'est donc, sur la période considérée, le niveau sonore associé à la moyenne des intensités instantanées. On le note L_{eq} .

Les sonomètres stockeurs (tel que le SIP95 par ex.), sont munis d'un système intégrateur qui calcule les L_{eq} successifs sur une durée minimum de base (pour les mesures présentées dans ce document, la durée minimum est de 1s).

$$L_{eqm} = 10 \cdot \log \left(\frac{1}{T_0} \int_0^{T_0} \frac{I(t)}{I_0} dt \right), \text{ ici } T_0 \text{ vaut } 1s. I(t) \text{ est l'intensité sonore à l'instant } t.$$

Ces L_{eqm} sont stockés en mémoire au fur et à mesure de leur arrivée, et l'affichage de leur valeur permet de construire les évolutions temporelles telles que celles présentées dans ce document.

La moyenne des intensités associées à ces L_{eqm} sur la durée de mesure, permet le calcul

du L_{eq} sur la durée totale de la mesure.

$$L_{eq,T} = 10 \log \left(\sum_{T_0}^T \frac{T_0}{T} 10^{\frac{L_{eqm}}{10}} \right)$$

ici T_0 est la durée d'intégration de base: 1s.

T est la durée de mesure. $L_{eqm,i}$ est le $n^{ième}$ L_{eq} , donc celui qui a été intégré à la date $(i-1) T_0$ après le début de la mesure et significatif des événements survenus entre la date $(i-1) T_0$ et $i T_0$ après le début de la mesure.

D. Isolement

Soit une source de bruit émettant dans un local E, on mesure le niveau sonore L_1 dans le local E et on mesure dans un local R, voisin de E un niveau L_2 produit par la seule source en E. L'isolement acoustique est la simple différence entre L_1 et L_2 .

L'isolement dépend de l'affaiblissement acoustique des divers composants des parois, des dimensions des locaux, et de la réverbération du son dans les locaux.

E. Durée de réverbération

La durée de réverbération est le temps que met un son pour décroître de 60 dB après extinction de la source de bruit qui l'engendrait.

F. Incertitude

En général, sous réserve d'une contre précision dans le corps du texte, tous les résultats affichés dans le présent rapport le sont avec les incertitudes suivantes :

1. Isolement : ± 3 dB(A) et par bandes de fréquences :

63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
± 8 dB	± 6 dB	± 5 dB	± 4 dB	± 3 dB	± 2.5 dB	± 2.5 dB

1. Niveaux sonores : ± 3 dB(A) et par bandes de fréquences :

63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
± 8 dB	± 6 dB	± 5 dB	± 4 dB	± 3 dB	± 2.5 dB	± 2.5 dB

1. Durée de réverbération : ± 15 %

ANNEXE 2 : RÉSULTATS DE MESURES ET DE CALCULS

A. Données de mesures pour les décroissances spatiales

Données de mesures salle grand bassin

Décroissance en longueur		1	2	3	4	6	8	12	16	24	32	Bruit de fond	Bruit de fond	Bruit de fond
Famille	Autospectre	Autospectre	Autospectre	Autospectre	Autospectre	Autospectre	Autospectre	Autospectre	Autospectre	Autospectre	Autospectre	Autospectre	Autospectre	Autospectre
Résolution X	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1
Date	31/05/11 07:25:44	31/05/11 07:26:45	31/05/11 07:27:19	31/05/11 07:28:04	31/05/11 07:28:31	31/05/11 07:29:05	31/05/11 07:29:31	31/05/11 07:30:03	31/05/11 07:30:31	31/05/11 07:31:03	31/05/11 07:31:31	31/05/11 07:32:03	31/05/11 07:32:31	31/05/11 07:33:03
Hz	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB
125		82.5	78.6	75.2	73.7	73.7	72.1	69.5	68.8	68	66.8	51.3	53.4	54.4
250		93.8	90.1	88.8	88.1	85.3	84.7	82.2	81.9	81.2	78.4	47	48.8	49.4
500		92.6	90.8	88.9	87.6	87.1	84.7	82.3	81	79.5	79.9	42.7	43.1	43.5
1 k		95.4	90.6	88.8	88.4	87	85.7	84.8	83	81.1	80.5	47.2	48	48.3
2 k		94.2	89.6	86.6	85.9	84.3	83.1	82.2	80.6	79.7	79.1	40.8	42.3	42
4 k		88	85.7	83.2	81.4	79	77.7	76.3	74.6	73.2	72.1	33.7	35.5	35.8
Global A*		99.6	95.6	93.3	92.5	91	89.6	88.4	86.8	85.3	84.7	49.6	50.7	51

Décroissance en largeur		1	2	3	4	6	8	12	16	Bruit de fond	Bruit de fond	Bruit de fond
Famille	Autospectre	Autospectre	Autospectre	Autospectre	Autospectre	Autospectre	Autospectre	Autospectre	Autospectre	Autospectre	Autospectre	Autospectre
Résolution X	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1
Date	31/05/11 07:43:10	31/05/11 07:43:51	31/05/11 07:44:22	31/05/11 07:44:56	31/05/11 07:45:31	31/05/11 07:46:05	31/05/11 07:46:31	31/05/11 07:47:03	31/05/11 07:47:31	31/05/11 07:48:03	31/05/11 07:48:31	31/05/11 07:49:29
Hz	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB
125		80.8	78.4	76.6	75.1	72.3	73	70.9	70	51.3	52.3	51.6
250		94.3	91.3	88.9	88.6	85.8	85.8	84.1	82.9	47	47.8	50
500		93.7	90.8	89.1	87.9	86.1	84.7	83.7	83.8	42.7	41.8	46.6
1 k		96.2	90.8	89.8	88.8	87.1	85.7	84.7	84.5	47.2	46.4	47.1
2 k		94.1	90.9	87	85.8	85	83.8	82.7	82.7	40.8	40.2	42.2
4 k		88.8	86.1	83.5	81.7	79.4	78.2	77.4	76.4	33.7	33.3	36.9
Global A*		100.1	96.2	93.9	92.8	91.2	89.9	88.9	88.6	49.6	49.1	50.8

Données de mesures salle petit bassin

Décroissance en longueur	1	2	3	4	6	8	12	16	Bruit de fond	Bruit de fond	Bruit de fond
Famille	Autospectre	Autospectre	Autospectre	Autospectre	Autospectre	Autospectre	Autospectre	Autospectre	Autospectre	Autospectre	Autospectre
Résolution X	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1
Date	31/05/11 08:24:56	31/05/11 08:25:29	31/05/11 08:25:59	31/05/11 08:26:33	31/05/11 08:27:31	31/05/11 08:27:31	31/05/11 08:28:31	31/05/11 08:28:31	31/05/11 08:28:31	31/05/11 08:31:05	31/05/11 08:31:05
Hz	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB
125	81.3	77.8	75.1	74.9	72.7	71.6	70.8	71.4	52.2	50.1	52.4
250	93.9	90.1	89.3	89.8	85.7	84.7	83.5	81.9	46.6	46.2	47.2
500	93.8	91	90.1	88.2	86.7	84.9	83.6	83.1	41.6	41.4	43.5
1 k	95.9	90.8	90	89.8	88.4	87.3	85.6	84.4	44.3	46.4	49.1
2 k	94	90.2	87.1	86.1	85.4	84.3	83.4	82.5	42.4	44	47.7
4 k	88.2	85.4	83.1	81.6	80	78.9	77.6	77	37.4	39.2	44.1
Global A*	99.9	95.8	94.1	93.3	92	90.8	89.4	88.4	48.9	50.3	53.6

Décroissance en largeur	1	2	3	4	6	8	12	Bruit de fond	Bruit de fond
Famille	Autospectre	Autospectre	Autospectre	Autospectre	Autospectre	Autospectre	Autospectre	Autospectre	Autospectre
Résolution X	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1
Date	31/05/11 08:35:18	31/05/11 08:35:50	31/05/11 08:36:16	31/05/11 08:36:44	31/05/11 08:37:31	31/05/11 08:37:31	31/05/11 08:38:31	31/05/11 08:38:31	31/05/11 08:39:15
Hz	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB
125	80.8	77.5	77.5	76	70.7	70.3	70.1	52.2	53.4
250	93.5	91.2	89.3	88.3	87.2	86.2	83.8	46.6	48.8
500	92.3	90.6	89.5	89.6	87.5	86.5	84.2	41.6	41.6
1 k	96.1	90.9	90.7	90.4	89.4	87.8	86.8	44.3	43.2
2 k	93.9	90.4	87.9	87.2	86.4	85.6	84.3	42.4	40.8
4 k	88.3	86.5	84.7	82.7	80.8	79.8	78.9	37.4	36.6
Global A*	99.7	96.2	94.8	94.2	92.9	91.7	90.4	48.9	48.5

B . Données de calculs pour les décroissances spatiales

Calculs CATT-Acoustic avec toiles FERRARI salle grand bassin

Décroissance en longueur

*Dec Zurich Gd bassin longueur CATT

Nb point mesures	10 Nb Fréquence	7	7	3	4	6	8	12	16	24	32
f(Hz)	Lw	1	2	3	4	6	8	12	16	24	32
125 Hz	91.7	82.8	79	77.1	75.8	74.6	73.4	71.1	69.9	69	68
250 Hz	103.6	94.5	90.6	88.3	86.9	85.5	84.1	81.6	80.7	79.1	79
500 Hz	103.3	94.3	90.8	88.5	87.7	85.7	85	82.9	81.9	80.1	80
1 kHz	104.7	95.7	92	89.9	89.3	87.3	85.9	84.1	82.7	81.4	81.2
2 kHz	103.1	94.1	90.3	88.3	86.9	85.6	84.1	81.9	80.7	79.4	79.3
4 kHz	98.7	89.6	85.7	83.6	82.3	81	79.2	77.2	76.2	74.4	74.3
dB(A)	94.9										
	Lw	Lw -20 dB									
		91.7	71.7								
		103.6	83.6								
		103.3	83.3								
		104.7	84.7								
		103.1	83.1								
		98.7	78.7								
		94.9	74.9								

Décroissance en largeur

*Dec Zurich Gd bassin Largeur CATT

Nb point mesures	8 Nb Fréquence	7	7	3	4	6	8	12	16
f(Hz)	Lw	1	2	3	4	6	8	12	16
125 Hz	91.7	82.9	79.7	77.6	76.4	74.2	73.3	71.7	71.8
250 Hz	103.6	94.7	91.2	89.2	87.2	85.4	84.1	82.3	82.4
500 Hz	103.3	94.5	91.3	89.1	87.6	85.5	84.5	83.4	83.1
1 kHz	104.7	95.9	92.5	89.9	88.9	87	85.7	84.1	84.5
2 kHz	103.1	94.2	90.9	88.5	87.3	85.3	84.3	82.7	82.5
4 kHz	98.7	89.9	86.4	83.6	82.4	81	79.5	78.1	77.7
dB(A)	94.9								
	Lw	Lw -20 dB							
		91.7	71.7						
		103.6	83.6						
		103.3	83.3						
		104.7	84.7						
		103.1	83.1						
		98.7	78.7						
		94.9	74.9						

Calculs CATT-Acoustic avec toiles FERRARI salle petit bassin

Décroissance en longueur

*Dec Zurich Pt bassin longueur CATT

Nb point mesu	8	Nb	Fréquence	7						
f(Hz)	Lw		1	2	3	4	6	8	12	16
125 Hz		91.7	83.2	79.8	77.8	76.8	75.4	74.3	72.8	72.3
250 Hz		103.6	94.9	91	89.3	87.6	85.9	84.8	83.5	82.5
500 Hz		103.3	94.8	90.9	89.4	88.3	86.7	85.7	84.3	83.6
1 kHz		104.7	96.2	92.5	90.4	88.9	87.8	86.7	85.2	84.6
2 kHz		103.1	94.5	90.7	88.6	87.3	85.9	84.8	83.6	82.8
4 kHz		98.7	90.2	86.1	84	82.7	81.4	80.5	78.6	78
dB(A)		94.9								

Lw	Lw -20 dB
91.7	71.7
103.6	83.6
103.3	83.3
104.7	84.7
103.1	83.1
98.7	78.7
94.9	74.9

Décroissance en largeur

*Dec Zurich Pt bassin largeur CATT

Nb point mesu	7	Nb	Fréquence	7						
f(Hz)	Lw		1	2	3	4	6	8	12	
125 Hz		91.7	83.1	79.6	77.8	76.3	74.4	73.9	73	
250 Hz		103.6	94.8	91.3	88.7	87.4	85.7	84.7	84.8	
500 Hz		103.3	94.9	91.3	89.4	88.1	86.3	85.4	85	
1 kHz		104.7	96	92.4	90.5	88.9	87.4	86.5	86.9	
2 kHz		103.1	94.5	90.9	88.7	87.6	85.7	84.3	84.9	
4 kHz		98.7	90	86.3	83.8	82.8	81	79.9	80	
dB(A)		94.9								

Lw	Lw -20 dB
91.7	71.7
103.6	83.6
103.3	83.3
104.7	84.7
103.1	83.1
98.7	78.7
94.9	74.9

Calculs CATT-Acoustic sans toile FERRARI salle grand bassin

Décroissance en longueur

*Dec Zurich Gd bassin SANS Ferrari longueur CATT

Nb point mesu	10 Nb Fréquence											
f(Hz)	Lw	1	2	3	4	6	8	12	16	24	32	
125 Hz		91.7	83.8	81	79.9	79.3	78.6	78	77.1	76.4	75.3	74.7
250 Hz		103.6	95.9	93.3	92.3	91.7	90.7	90	89.2	88.7	87.9	87.4
500 Hz		103.3	95.6	93	92.1	91.4	90.8	90.1	89.1	88.5	87.5	86.9
1 kHz		104.7	96.8	94.5	93.2	92.4	91.7	91.1	90.2	89.6	88.6	88.2
2 kHz		103.1	95.3	92.4	91.2	90.6	89.4	88.9	88.3	87.6	86.6	86.2
4 kHz		98.7	90.5	87.8	86.4	85.3	84.7	83.9	82.8	82	81.1	80.8
dB(A)		94.9										
	Lw	Lw -20 dB										
		91.7	71.7									
		103.6	83.6									
		103.3	83.3									
		104.7	84.7									
		103.1	83.1									
		98.7	78.7									
		94.9	74.9									

Décroissance en largeur

*Dec Zurich Gd bassin SANS Ferrari Largeur CATT

Nb point mesu	8 Nb Fréquence										
f(Hz)	Lw	1	2	3	4	6	8	12	16		
125 Hz		91.7	84.1	81.6	80.5	79.8	78.5	78.3	77.6	77.4	
250 Hz		103.6	95.9	94	92.5	91.7	90.9	90.5	90	89.6	
500 Hz		103.3	95.7	93.5	92.2	91.6	90.6	90.2	89.9	89.6	
1 kHz		104.7	97	94.7	93.5	92.8	91.8	91.4	90.7	90.4	
2 kHz		103.1	95.3	93	91.6	90.8	89.8	89.3	88.8	88.4	
4 kHz		98.7	90.7	88	86.5	85.7	84.8	84.1	83.4	83.1	
dB(A)		94.9									
	Lw	Lw -20 dB									
		91.7	71.7								
		103.6	83.6								
		103.3	83.3								
		104.7	84.7								
		103.1	83.1								
		98.7	78.7								
		94.9	74.9								

Calculs CATT-Acoustic sans toile FERRARI salle petit bassin

Décroissance en longueur

*Dec Zurich Pt bassin SANS Ferrari longueur CATT

Nb point mesu	8 Nb Fréquence	7	3	4	6	8	12	16
f(Hz)	Lw	1	2	3	4	6	8	12
125 Hz	91.7	84.6	82.2	81.4	80.6	80	79.4	78.7
250 Hz	103.6	96.5	94.2	93.3	92.7	92	91.6	90.9
500 Hz	103.3	96.3	94	93.1	92.4	91.7	91.5	90.5
1 kHz	104.7	97.6	95	94	93.7	92.8	92.5	91.8
2 kHz	103.1	95.7	93.2	92.1	91.6	91	90.6	89.4
4 kHz	98.7	91.1	88.4	87.3	86.6	85.7	85.1	84.1
dB(A)	94.9							

Lw	Lw -20 dB
91.7	71.7
103.6	83.6
103.3	83.3
104.7	84.7
103.1	83.1
98.7	78.7
94.9	74.9

Décroissance en largeur

*Dec Zurich Pt bassin SANS Ferrari largeur CATT

Nb point mesu	7 Nb Fréquence	7	3	4	6	8	12
f(Hz)	Lw	1	2	3	4	6	8
125 Hz	91.7	84.5	82.2	81.2	80.8	79.7	78.9
250 Hz	103.6	96.5	94.3	93.1	92.6	91.9	91.2
500 Hz	103.3	96.2	94.1	93	92.3	91.4	90.7
1 kHz	104.7	97.6	95.2	94	93.5	92.6	91.8
2 kHz	103.1	95.7	93.5	92.1	91.3	90.5	89.8
4 kHz	98.7	91.1	88.6	87.2	86.3	85.5	84.7
dB(A)	94.9						83.8

Lw	Lw -20 dB
91.7	71.7
103.6	83.6
103.3	83.3
104.7	84.7
103.1	83.1
98.7	78.7
94.9	74.9

C . Données de mesures pour les temps de réverbération.

Temps de réverbération mesurés (T-15) salle grand bassin

	Tr 1	Tr 2	Tr 3	Tr 4	Tr 5	Tr 6	Tr 7	Tr 8	Tr 9	Tr 10		Moyenne des Tr
Date	31/05/11 06:49	31/05/11 06:49	31/05/11 06:49	31/05/11 06:44	31/05/11 06:44	31/05/11 06:40	31/05/11 06:40	31/05/11 06:39:34	31/05/11 06:39	31/05/11 06:38:31		
Hz	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s		s
125	1.05	1.74	1.59	1.99	1.52	1.85	1.67	1.71	1.66	1.43		1.62
250	1.67	1.81	1.9	1.94	1.9	2.03	2.13	1.57	1.94	1.96		1.89
500	1.41	1.5	1.56	1.71	1.35	1.5	1.34	1.53	1.78	1.73		1.54
1 k	1.62	1.6	1.69	1.86	1.62	1.49	1.54	1.56	1.7	1.61		1.63
2 k	1.71	1.79	1.89	2.1	1.87	1.87	1.89	1.85	1.78	1.69		1.84
4 k	1.41	1.54	1.56	1.81	1.59	1.6	1.46	1.58	1.7	1.64		1.59
TR moyen (s)	1.48	1.66	1.7	1.9	1.64	1.72	1.67	1.63	1.76	1.68		1.68

Temps de réverbération mesurés (T-15) salle petit bassin

	Tr 11	Tr 12	Tr 13	Tr 14	Tr 15	Tr 16		Moyenne des Tr
Date	31/05/11 07:06	31/05/11 07:03	31/05/11 07:03	31/05/11 07:01	31/05/11 07:00	31/05/11 07:00:07		
Hz	s	s	s	s	s	s		s
125	1.1	1.28	1.75	1.6	1.47	1.65		1.48
250	1.69	1.4	1.56	1.5	1.79	1.52		1.58
500	1.54	1.57	1.37	1.33	1.48	1.32		1.44
1 k	1.52	1.75	1.67	1.48	1.6	1.69		1.62
2 k	1.6	1.67	1.62	1.47	1.81	1.56		1.62
4 k	1.4	1.51	1.43	1.24	1.6	1.37		1.43
TR moyen (s)	1.48	1.53	1.57	1.44	1.63	1.52		1.53

D . Données de calculs pour les temps de réverbération.

Tr CATT avec toiles FERRARI

Salle Grand Bassin	125	250	500	1000	2000	4000
T-15 moyen (TR1 à TR5)	1.49	1.81	1.52	1.78	1.79	1.56
T-15 moyen (TR6 à TR10)	1.5	1.83	1.5	1.82	1.79	1.52
T-15 moyen (s)	1.5	1.82	1.51	1.8	1.79	1.54

Salle Petit Bassin	125	250	500	1000	2000	4000
T-15 moyen (TR11 à TR13)	1.35	1.63	1.31	1.53	1.55	1.34
T-15 moyen (TR14 à TR16)	1.36	1.67	1.36	1.6	1.62	1.33
T-15 moyen (s)	1.36	1.65	1.34	1.57	1.59	1.34

Tr CATT sans toile FERRARI

Salle Grand Bassin	125	250	500	1000	2000	4000
T-15 moyen (TR1 à TR5)	3.96	4.38	4.32	4.1	3.8	3.1
T-15 moyen (TR6 à TR10)	3.94	4.38	4.3	4.12	3.78	3.1
T-15 moyen (s)	3.95	4.38	4.31	4.11	3.79	3.1

Salle Petit Bassin	125	250	500	1000	2000	4000
T-15 moyen (TR11 à TR13)	3.92	4.36	4.25	4.01	3.6	2.99
T-15 moyen (TR14 à TR16)	3.92	4.34	4.27	4.08	3.8	2.99
T-15 moyen (s)	3.92	4.35	4.26	4.05	3.7	2.99