

Avec la participation des élèves de Bac Pro Aménagement Finition (Promotion 2011 et 2012),

PREAU DE L'ÉCOLE MATERNELLE DE MOULIS CALCUL DU TEMPS DE REVERBERATION ET PRECONISATIONS CORRECTIVES

Préambule :

Cette étude réalisée à titre gracieux pour l'association des parents d'élèves de l'école de Moulis ne saurait être considérée comme une analyse exhaustive de l'acoustique globale du local, mais comme un avis sur la problématique décrite.

Problématique :

Le préau de l'école maternelle présente un inconfort acoustique évident dans son utilisation normale, à savoir en présence d'une vingtaine d'enfants. Le niveau de pression acoustique atteint parfois le seuil de douleur (100dBA) suivant les activités, et couramment le seuil d'intelligibilité.

Quelques exemples de niveaux de bruit en dB(A) :

Campagne tranquille	20
Chambre très calme	25
Appartement calme - rue en zone résidentielle calme	30
Bureau calme	40
Bureau - conversation moyennement bruyante	50
Rue animée - conversation	60
Machine à laver	60 à 75
Aspirateur	70
Rue à fort trafic	80
Musique forte - train (à 25 m)	90
Cris d'enfants - piano	100
Atelier très bruyant (chaudronnerie)	110
Avion à réaction (à 30 m)	120

Au vu de la spécificité de l'usage du local, nous allons effectuer une étude par fréquence afin de mettre en évidence la mauvaise gestion des fréquences hautes (voix d'enfants).

1. Rappel : Principe de la correction acoustique de salles :

La correction acoustique a pour objectif d'assurer la qualité acoustique d'un local en y réduisant la réverbération et le niveau sonore global.

Cet objectif peut être atteint en traitant les parois (murs et plafonds) par des matériaux absorbants (caractérisés par leur indice alpha).

Le temps de réverbération ou T_r est le temps au bout duquel un son émis va diminuer de 60 décibels après son interruption (c'est-à-dire représenter le millionième de son intensité d'origine).

Plus le T_r d'une salle est faible, meilleur est son confort acoustique.

Plus le temps de réverbération est long, plus le phénomène parasite d'écho et de résonance est gênant et plus le local est bruyant.

En diminuant le T_r , le niveau de bruit diminue et l'intelligibilité des conversations augmente.

2. **Réglementation applicable aux établissements d'enseignement actuels** – Arrêté du 25 avril 2003 relatif à la limitation du bruit dans les établissements d'enseignement :

Article 5 :

Les valeurs des durées de réverbération, exprimées en seconde, à respecter dans les locaux sont données dans le tableau ci-après. Elles correspondent à la moyenne arithmétique des durées de réverbération dans les intervalles d'octave centrés sur 500, 1 000, et 2 000 Hz. Ces valeurs s'entendent pour des locaux normalement meublés et non occupés.

Article 6 :

L'aire d'absorption équivalente des revêtements absorbants disposés dans les circulations horizontales et halls dont le volume est inférieur à 250 m³ et dans les préaux doit représenter au moins la moitié de la surface au sol des locaux considérés.

L'aire d'absorption équivalente A d'un revêtement absorbant est donnée par la formule :

$A = S \times \alpha_w$ où S désigne la surface du revêtement absorbant et α_w son indice d'évaluation de l'absorption.

Article 8 :

Les ateliers bruyants sont caractérisés par un niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A, défini par la norme NF S 31-084, supérieur à 85 dB(A) au sens de l'article R. 235-11 du code du travail.

Ces locaux devront être conformes aux prescriptions de la réglementation relative à la correction acoustique des locaux de travail (arrêté du 30 août 1990 pris pour l'application de l'article R. 235-11 du code du travail et relatif à la correction acoustique des locaux de travail). Les résultats prévisionnels devront être justifiés par une étude spécifique aux locaux.

LOCAUX MEUBLÉS NON OCCUPÉS	DURÉE DE RÉVERBÉRATION MOYENNE (exprimée en secondes)
Salle de repos des écoles maternelles ; salle d'exercice des écoles maternelles ; salle de jeux des écoles maternelles. Local d'enseignement ; de musique ; d'études ; d'activités pratiques ; salle de restauration et salle polyvalente de volume $\leq 250 \text{ m}^3$. Local médical ou social, infirmerie ; sanitaires ; administration ; foyer ; salle de réunion ; bibliothèque ; centre de documentation et d'information.	$0,4 \leq Tr \leq 0,8 \text{ s}$
Local d'enseignement, de musique, d'études ou d'activités pratiques d'un volume $> 250 \text{ m}^3$, sauf atelier bruyant (3).	$0,6 \leq Tr \leq 1,2 \text{ s}$
Salle de restauration d'un volume $> 250 \text{ m}^3$.	$Tr \leq 1,2 \text{ s}$
Salle polyvalente d'un volume $> 250 \text{ m}^3$ (1).	$0,6 \leq Tr \leq 1,2 \text{ s}$ et étude particulière obligatoire (2)
Autres locaux et circulations accessibles aux élèves d'un volume $> 250 \text{ m}^3$.	$Tr \leq 1,2 \text{ s}$ si $250 \text{ m}^3 < V \leq 512 \text{ m}^3$ $Tr \leq 0,15 \sqrt[3]{V} \text{ s}$ si $V > 512 \text{ m}^3$
Salle de sports.	Définie dans l'arrêté relatif à la limitation du bruit dans les établissements de loisirs et de sports pris en application de l'article L. 111-11-1 du code de la construction et de l'habitation.
(1) En cas d'usage de la salle de restauration comme salle polyvalente, les valeurs à prendre en compte sont celles données pour la salle de restauration. (2) L'étude particulière est destinée à définir le traitement acoustique de la salle permettant d'avoir une bonne intelligibilité en tout point de celle-ci. (3) Cf. article 8.	

3. **RELEVÉ DE L'OUVRAGE :**

Revêtements de sol : Béton peint.

Revêtements muraux : Enduits sur maçonnerie, menuiseries aluminium vitrées.

Revêtements en plafonds rampants : Bois lamellé collé vernis, Plaques de plâtres cartonnées peintes.

Détail de la minute de métré en annexe.

4. CALCUL DU TEMPS DE REVERBERATION (Tr) :

LOCALISATION	SURFACE (m ²)	REVÊTEMENT	125hZ			250hZ			500hZ			1kHz			2kHz			4kHz		
			αs	A/u	A	αs	A/u	A	αs	A/u	A	αs	A/u	A	αs	A/u	A	αs	A/u	A
Préau fermé	229,96 m ³																			
Sol	70,78	Béton peint	0,01	0,71	0,01	0,71	0,01	0,71	0,02	1,42	0,05	3,54	0,07	4,95						
Murs	23,04	Enduits	0,02	0,46	0,03	0,69	0,03	0,69	0,03	0,69	0,03	0,69	0,04	0,92						
	52,52	Menuiseries vitrées	0,08	4,20	0,04	2,10	0,03	1,58	0,03	1,58	0,02	1,05	0,02	1,05						
	6,95	Bois vernis	0,05	0,35	0,04	0,28	0,03	0,21	0,03	0,21	0,03	0,21	0,03	0,21						
Plafonds	6,40	Bois vernis	0,05	0,32	0,04	0,26	0,03	0,19	0,03	0,19	0,03	0,19	0,03	0,19						
	73,85	Plaque de plâtre	0,19	14,03	0,20	14,77	0,10	7,38	0,05	3,69	0,06	4,43	0,05	3,69						
			ΣA	20,07	ΣA	18,80	ΣA	10,76	ΣA	7,78	ΣA	10,11	ΣA	11,02						
			Tr(s)	1,83	Tr(s)	1,96	Tr(s)	3,42	Tr(s)	4,73	Tr(s)	3,64	Tr(s)	3,34						

5. ANALYSE DES RESULTATS :

Les temps obtenus font apparaître un **dysfonctionnement grave et global du local**. Le temps de réverbération maximal réglementaire étant de 0.8s pour les fréquences 500, 1000 et 2000 Hz. On notera l'augmentation du temps de réverbération dans les fréquences hautes, avec un maximum à 4,73 s pour la fréquence 1000 Hz.

Il est impératif pour le confort et la protection de la santé des personnes de procéder à une correction acoustique du local.

6. PROPOSITION DE CORRECTION ACOUSTIQUE :

Nous avons choisi d'étudier des solutions de correction acoustique ne nécessitant pas de qualification particulière pour la mise en œuvre. Il s'agira simplement de coller des panneaux absorbants à des endroits ciblés. D'autres possibilités existent mais nécessitent la mise en œuvre de plafond suspendus et donc de la main d'œuvre qualifiée. Néanmoins, nous pourrions étudier ces autres solutions sur demande.

Emplacement disponible pour la correction acoustique :

- Les rampants des plafonds, ainsi qu'un vide central lié à la pente qui peut recevoir un piège à son : 70 m²
- La partie haute (hors de portée) du mur d'adossement (Est) : 9 m²
- Le sol : 70 m²

Solution 1 : Il pourra être procédé à la mise en place par collage de 50 m² de panneau absorbant type Baso décor W 50 sur les plafonds.

Calcul de cette solution :

LOCALISATION	SURFACE (m ²)	REVÊTEMENT	125hZ			250hZ			500hZ			1kHz			2kHz			4kHz		
			αs	A/u	A	αs	A/u	A	αs	A/u	A	αs	A/u	A	αs	A/u	A	αs	A/u	A
Préau fermé	229,96 m ³																			
Sol	70,78	Béton peint	0,01	0,71	0,01	0,71	0,01	0,71	0,02	1,42	0,05	3,54	0,07	4,95						
Murs	23,04	Enduits	0,02	0,46	0,03	0,69	0,03	0,69	0,03	0,69	0,03	0,69	0,04	0,92						
	52,52	Menuiseries vitrées	0,08	4,20	0,04	2,10	0,03	1,58	0,03	1,58	0,02	1,05	0,02	1,05						
	6,95	Bois vernis	0,05	0,35	0,04	0,28	0,03	0,21	0,03	0,21	0,03	0,21	0,03	0,21						
Plafonds	6,40	Bois vernis	0,05	0,32	0,04	0,26	0,03	0,19	0,03	0,19	0,03	0,19	0,03	0,19						
	23,85	Plaque de plâtre	0,19	4,53	0,20	4,77	0,10	2,39	0,05	1,19	0,06	1,43	0,05	1,19						
	50,00	Baso décor W 50	0,13	6,50	0,49	24,50	1,02	51,00	1,01	50,50	0,94	47,00	0,92	46,00						
LOCALISATION			ΣA	17,07	ΣA	33,30	ΣA	56,76	ΣA	55,78	ΣA	54,11	ΣA	54,52						
			Tr(s)	2,16	Tr(s)	1,10	Tr(s)	0,65	Tr(s)	0,66	Tr(s)	0,68	Tr(s)	0,67						
							Conforme		Conforme		Conforme									

Il faut noter que le produit proposé est classé B1 (difficilement inflammable) et participera à l'isolation thermique du local à l'équivalent de 50 mm de laine de verre.



Estimation de prix en fourniture seule (Source : <http://www.sonatech.de>) - Prix Unitaire pour 0.50m²

Numéro de l'article	Désignation	Quantité	Rabais %	Prix (net)
effacer 275001	BASO DECOR W 50	100 Actualiser	10 %	2317,50 Euro
	Frais de livraison (9 Carton)			74,88 Euro
Net				2392,38 Euro
+ TVA 19 %				454,55 Euro
Brut				2846,93 Euro

Auquel il conviendra d'ajouter la colle adaptée, la quincaillerie de fixation (~ 100€ TTC) et la main d'œuvre.

Solution 2 : Il pourra être procédé à la mise en place par collage de 65 m² de panneau absorbant type soni protect 50 sur les plafonds (Panneaux avec une apparence légèrement inférieure).

Calcul de la solution :			125hZ			250hZ			500hZ			1kHz			2kHz			4kHz		
LOCALISATION	SURFACE (m²)	REVÊTEMENT	αs	A/u	A	αs	A/u	A	αs	A/u	A	αs	A/u	A	αs	A/u	A	αs	A/u	A
Préau fermé	229,96 m3																			
Sol	70,78	Béton peint	0,01	0,71	0,01	0,71	0,01	0,71	0,02	1,42	0,05	3,54	0,07	4,95						
Murs	23,04	Enduits	0,02	0,46	0,03	0,69	0,03	0,69	0,03	0,69	0,03	0,69	0,04	0,92						
	52,52	Menuiseries vitrées	0,08	4,20	0,04	2,10	0,03	1,58	0,03	1,58	0,02	1,05	0,02	1,05						
	6,95	Bois vernis	0,05	0,35	0,04	0,28	0,03	0,21	0,03	0,21	0,03	0,21	0,03	0,21						
Plafonds	6,40	Bois vernis	0,05	0,32	0,04	0,26	0,03	0,19	0,03	0,19	0,03	0,19	0,03	0,19						
	8,85	Plaque de plâtre	0,19	1,68	0,20	1,77	0,10	0,89	0,05	0,44	0,06	0,53	0,05	0,44						
	65,00	Soni Protect	0,05	3,25	0,18	11,70	0,68	44,20	0,86	55,90	0,99	64,35	0,97	63,05						
			ΣA	10,97	ΣA	17,50	ΣA	48,46	ΣA	60,43	ΣA	70,56	ΣA	70,82						
			Tr(s)	3,35	Tr(s)	2,10	Tr(s)	0,76	Tr(s)	0,61	Tr(s)	0,52	Tr(s)	0,52						
									Conforme		Conforme		Conforme							

Il faut noter que le produit proposé est classé B1 (difficilement inflammable) et M1, participera à l'isolation thermique du local à l'équivalent de 50 mm de laine de verre.



Estimation de prix en fourniture seule (Source : <http://fr.soniflex.com>) - Prix Unitaire pour 6m²

Nom	Ref.	Prix Unitaire	Quantité / Mettre à jour	Sous-total
soni PROTECT blanc 50 mm non auto-adhésif au verso - 2e choix	H561620	€199,00	<input type="text" value="11"/>  	€2.189,00
Sous-total:				€2.189,00
montant TVA:				€349,50
Total TTC:				€2.189,00

Auquel il conviendra d'ajouter la colle adaptée, la quincaillerie de fixation (~ 100€ TTC) et la main d'œuvre.

A noter :

On pourra choisir de découper les panneaux aux formes voulues à des fins esthétiques, mais il faudra ajouter le prix des coupes aux estimations précédentes.

Il pourra être choisi un autre type d'absorbant acoustique sous réserve d'en mettre en œuvre 50 m² et que celui ci ait les coefficients alpha sabine suivants ou supérieur :

125Hz	250Hz	500Hz	1000Hz	2000Hz	4000Hz
0,13	0,49	1,02	1,01	0,94	0,92

🔗 S'informer :

<http://www.bruit.fr>

Ou

<http://www.cstb.fr/le-cstb/equipements/acoustique/liens-utiles.html>



7. ANNEXE : Minute de métré

Surfaces de matériaux :			L	Ht	S	
Mur Ouest :		Surface tot:	9,06	2,77	25,1	m ²
	parois vitrées :				22,92	m ²
	poteaux enduits :				0,27	m ²
	Bois lamellé collé		9,06	0,21	1,9	m ²
Mur Nord :		Surface tot:	7,8	2,77	21,61	m ²
	parois vitrées :		3,65	1,35	4,93	m ²
			1,22	0,4	0,49	m ²
			2,41	2,2	5,3	m ²
	poteaux enduits :				1,63	m ²
	Bois lamellé collé :		2,66	0,57	1,52	m ²
	Enduits :				7,74	m ²
Mur Est :		Surface tot:	8,86		22,64	m ²
					0	m ²
	parois vitrées :		4	2,66	10,64	m ²
	Enduits :				12	m ²
Mur Sud :		Surface tot:	8	2,37	18,96	m ²
	parois vitrées :		7,63	1,84	14,03	m ²
	poteaux enduits :				1,40	m ²
	Bois lamellé collé :		6,66	0,53	3,53	m ²
		Surface tot:			14,3	m ²
Plafond Sud :						
	Plaques de plâtre :				13,67	m ²
	Bois de charpente :				2	m ²
					1,74	m ²
Plafond Nord :		Surface tot:			14,3	m ²
	Plaques de plâtre :				13,67	m ²
	Bois de charpente :				2	m ²
					1,74	m ²
Plafond Ouest :		Surface tot:			24,01	m ²
	Plaques de plâtre :				23,21	m ²
	Bois de charpente :				2,4	m ²
Plafond central :		Surface tot:	5	4,66	23,3	m ²
	Plaques de plâtre :				23,3	m ²
Sol :		Surface tot:	8,96	7,9	70,78	m ²
	Béton peint :				70,78	m ²
Volume de la pièce :					169,88	m ³
					23,77	m ³
					4,49	m ³
					31,82	m ³
					229,96	m³