

RAPPORT FINAL

Phase 2 des Rencontres Jeunes et Bruit



Un projet initié par l'asbl Empreintes avec le soutien de la Région de Bruxelles-Capitale.

Table des matières

INTRODUCTION.....	6
1. METHODOLOGIE.....	7
1.1. Étape 1 : recherche et sélection des acteurs du projet : écoles et bureau d'expertise acoustique.....	7
1.1.1. Recherche d'écoles candidates.....	7
1.1.2. Sélection des écoles.....	8
1.1.3. Sélection du bureau d'étude acoustique.....	11
1.2. Étape 2 : mesures de bruit, analyse et propositions.....	12
1.2.1. Mesures en amont par Bruxelles Environnement.....	12
1.2.2. Mesures de la gêne ressentie	12
1.2.3. Mesures acoustiques.....	13
1.3. Étape 3 : informations et synthèse.....	13
1.3.1. Une séance d'information	13
1.3.2. Un document final.....	14
1.4. Calendrier du projet pilote.....	14
2. SYNTHÈSE DES RÉSULTATS.....	15
2.1. Représentation et caractéristiques des écoles candidates.....	15
2.2. Locaux et problèmes acoustiques prioritaires des écoles candidates...	16
3. ETUDES DE CAS.....	18
3.1. École 1.....	18
3.1.1. Description de l'école.....	18
3.1.2. Description du local - problèmes relevés.....	18
3.1.3. Évaluation du ressenti.....	18
Description du panel.....	19
Expression de la gêne et des bruits.....	19
3.1.4. Diagnostic et mesures du bureau acoustique.....	20

Valeurs optimales du temps de réverbération.....	20
Description et analyse de la mesure du temps de réverbération.....	20
Mesure du niveau de bruit généré par le distributeur.....	21
3.1.5. Rapport du bureau d'étude.....	21
Calcul des solutions pour améliorer le temps de réverbération.....	21
Clauses acoustiques.....	25
Bruit d'équipement.....	25
3.2. École 2.....	27
3.2.1. Description de l'école.....	27
3.2.2. Description du local - problèmes relevés.....	27
3.2.3. Évaluation du ressenti.....	28
Description du panel.....	28
Expression de la gêne et des bruits.....	28
3.2.4. Diagnostic et mesures du bureau acoustique.....	28
Définition du temps de réverbération.....	29
Description et analyse de la mesure du temps de réverbération.....	29
Mesure du niveau de bruit généré par les distributeurs.....	30
3.2.5. Rapport du bureau d'étude.....	31
Calcul des solutions pour améliorer le temps de réverbération.....	31
Clauses acoustiques.....	36
Bruit d'équipement.....	38
3.3. École 3.....	39
3.3.1. Description de l'école.....	39
3.3.2. Description du local - problèmes relevés.....	39
3.3.3. Évaluation du ressenti.....	40
Description du panel.....	40
Expression de la gêne et des bruits.....	40
3.3.4. Diagnostic et mesures du bureau acoustique.....	41
Valeurs optimales du temps de réverbération.....	41
Description et analyse de la mesure du temps de réverbération.....	41
Mesure du niveau de bruit généré par les convecteurs.....	42
3.3.5. Rapport du bureau d'étude.....	43
Calcul des solutions pour améliorer le temps de réverbération.....	43
Clauses acoustiques.....	47
Bruit d'équipement.....	49
3.4. École 4.....	51

3.4.1. Description de l'école.....	51
3.4.2. Description du local - problèmes relevés.....	51
3.4.3. Évaluation du ressenti.....	52
Description du panel.....	52
Expression de la gêne et des bruits.....	52
3.4.4. Diagnostic et mesures du bureau acoustique.....	53
Valeurs optimales du temps de réverbération.....	54
Description et analyse de la mesure du temps de réverbération.....	54
3.4.5. Rapport du bureau d'étude.....	55
Calcul des solutions pour améliorer le temps de réverbération.....	55
Calcul des solutions pour renforcer l'isolation acoustique du plancher entre le local vidéo et le réfectoire.....	62
Alternative combinant traitement de réverbération et d'isolation acoustique.....	64
Conclusions.....	66
3.5. École 5.....	67
3.5.1. Description de l'école.....	67
3.5.2. Description du local - problèmes relevés.....	67
3.5.3. Évaluation du ressenti.....	68
Description du panel.....	68
Expression de la gêne et des bruits.....	68
3.5.4. Diagnostic et mesures du bureau acoustique.....	69
Mesures du niveau sonore lors du passage d'avion.....	70
Temps de réverbération dans les classes.....	70
3.5.5. Rapport du bureau d'étude.....	70
Proposition de traitement pour renforcer l'isolation acoustique entre classes.....	71
3.6. École 6.....	73
3.6.1. Description de l'école.....	73
3.6.2. Description du local - problèmes relevés.....	73
3.6.3. Évaluation du ressenti.....	74
Description du panel.....	74
Expression de la gêne et des bruits.....	74
3.6.4. Diagnostic et mesures du bureau acoustique.....	75
Valeurs optimales du temps de réverbération.....	75
Description et analyse de la mesure du temps de réverbération.....	76
Mesure du niveau de bruit généré par la ventilation.....	77

3.6.5. Rapport du bureau d'étude.....	78
Calcul des solutions pour améliorer le temps de réverbération.....	78
Clauses acoustiques.....	81
Bruit d'équipement.....	82
Conclusions.....	84
4. PERSPECTIVES.....	85
4.1. Problèmes financiers des écoles.....	85
4.2. Information et sensibilisation.....	86
4.2.1. Au niveau technique.....	86
En amont des travaux.....	86
En aval des travaux.....	86
4.2.2. Au niveau comportemental.....	87
4.3. L'aspect santé.....	87
4.4. En pratique.....	88
CONCLUSION.....	90
LISTE DES ANNEXES.....	91

INTRODUCTION

Ce projet s'inscrit dans le cadre du plan bruit de la Région de Bruxelles Capitale et dans la foulée des « Rencontres Jeunes et Bruit », les 25 et 26 novembre 2008 (www.onvasentendre.be). Durant ces rencontres, les acteurs de l'enseignement, les gestionnaires de bâtiments, les acousticiens, les architectes et le secteur associatif ont partagé les constats et dégagé des pistes de travail pour améliorer l'acoustique des écoles au bénéfice de leurs occupants. Les constats des Rencontres, sur lesquels s'appuie le travail de la phase 2, sont les suivants:

- cloisonnement des acteurs;
- existence de compétences et capacités techniques;
- utilisation de normes comme valeurs guides;
- nécessaire intégration de l'acoustique dans la conception des locaux;
- difficultés méthodologiques de relier l'évaluation du ressenti à la mesure objective.

Le travail de phase deux s'inscrit dans une suite logique des débats et des pistes esquissées lors des rencontres Jeunes et Bruit. Il constitue une première expérience concrète d'intégration de l'acoustique dans la rénovation et la construction de locaux scolaires. Il consiste en une étude de cas différents qui fera le lien entre des mesures de bruit objectives, la gêne ressentie, les besoins des utilisateurs des locaux et les améliorations possibles.

Ce présent rapport présentera tout d'abord une synthèse de problèmes acoustiques spécifiques aux écoles. Ensuite, sera décrite la méthodologie utilisée dans le projet pilote pour résoudre des problèmes acoustiques dans les écoles. Le travail réalisé dans les écoles sera présenté sous forme de 6 fiches d'études de cas: une fiche par école reprenant le contexte, la population scolaire, les problèmes relevés, le diagnostic effectué par le bureau d'étude acoustique et la comparaison à l'expression de la gêne, ainsi que le rapport du bureau d'étude proposant des solutions aux problématiques. Enfin, les perspectives du projet seront présentées en dernier point du présent document.

1. METHODOLOGIE

1.1. Étape 1 : recherche et sélection des acteurs du projet : écoles et bureau d'expertise acoustique

1.1.1. Recherche d'écoles candidates

Pour le bon déroulement du projet, il s'avérait nécessaire de regrouper un certain nombre d'écoles se portant volontaires pour participer à cette phase 2 des Rencontres Jeunes et Bruit. Il fallait donc trouver des écoles à la fois représentatives du réseau bruxellois, mais présentant également des problèmes importants d'acoustique au sein de leur bâtiments.

Empreintes asbl a donc préparé les documents suivants : un courrier à destination des directions d'écoles (annexe 1) , un descriptif du projet – comprenant les objectifs, les bénéfices pour l'école, les critères de sélection, les conditions de participation et le calendrier prévisionnel (annexe 2) - et un formulaire de candidature pour les écoles (annexe 3). Fondé sur les critères de sélection, le formulaire permet d'identifier la situation administrative et acoustique de l'école, de connaître la planification éventuelle de travaux et d'identifier une personne de contact. Il a été pré-testé auprès d'une direction, d'un expert acousticien, d'un conseiller en prévention et d'une partie de l'équipe d'Empreintes asbl.

Bruxelles Environnement a assuré la traduction du courrier et l'envoi postal vers les écoles ; l'envoi vers toutes les écoles primaires et secondaires de la Région Bruxelles-Capitale a été réalisé dès janvier. Le listing des écoles et contacts scolaires établi pour la phase 1 et remis à Bruxelles Environnement a été utilisé.

Parallèlement à l'envoi de ces documents, pour présenter le projet, Empreintes asbl établit un contact direct avec les échevins des 19 communes, M. De Liège pour le Cecps, Mme Dasonville et Monsieur Vienne pour la Communauté Française, Monsieur

Lattenist pour le réseau libre confessionnel et, pour les réseaux néerlandophones : AGION pour l'enseignement de la Communauté et DIKO pour le réseau libre.

Des contacts directs ont également été liés avec les écoles participant ou ayant participé aux projets de sensibilisation « Décibelle et Groboucan le chasseurs de bruits ».

Les écoles candidates ont envoyé le formulaire par courrier ou par mail à Empreintes asbl pour le 23 février 2009. Une liste des contacts et des écoles ayant rentré leur candidature dans les délais a été tenue à jour et régulièrement envoyée à Bruxelles Environnement (annexe 4).

1.1.2. Sélection des écoles

28 écoles ont remis un questionnaire dans les délais, 7 autres une semaine plus tard. Les rôles linguistiques, les réseaux et les niveaux d'enseignement sont représentés. Le 26 février, Empreintes asbl a envoyé toutes les candidatures à Bruxelles Environnement.

Sur base des formulaires de candidature introduits, Bruxelles-Environnement et Empreintes asbl opèrent une sélection d'écoles en deux « paquets » :

- un premier paquet de maximum 6 écoles prioritaires.
- un second paquet d'une douzaine d'écoles de « réserve ».

Le panel d'écoles sélectionnées offrent la plus grande diversité possible selon les critères suivants :

- types de problèmes acoustiques,
- types de locaux visés
- réseaux d'enseignement
- niveau d'enseignement
- rôle linguistique
- échéances des travaux envisagés

Étant donné l'objectif du projet, c'est la diversité des situations acoustiques qui constitue le critère le plus important.

Les dossiers des écoles sont donc classés dans les grilles suivantes :

Grille 1 : réseau, niveau et rôle linguistique

Réseaux / langue	fr		NI	
	primaire	secondaire	primaire	secondaire
Réseaux libres				
Réseau de la Communauté				
Réseau communal				

Grille 2 : problème de bruit et local

	LOCAL									
	réfectoire/cantine	local de classe	salle de réunion	couloirs	salle polyvalente	atelier	salle de gym	préau	autre	=
PROBLEMES ACOUSTIQUES										
On entend dans cette pièce les bruits provenant des autres locaux et/ou de l'extérieur.										
Ça résonne dans cette pièce, ce qui provoque un niveau de bruit élevé.										
On entend dans cette pièce les pas et les impacts venant du dessus (autre local, escalier)										
On entend dans cette pièce le bruit des installations : chauffage, ventilation, cuisine, machine-outil, etc.										
autre :										
.....										
.....										
.....										

Grille 3 : planification de travaux

	2009	2010	2011	non planifié
rénovation				
construction				

Le 27 février, Empreintes asbl a remis une proposition argumentée de sélection des écoles (annexe 5). Une base de données a été créée sur base des formulaires de candidature. La majeure partie des questionnaires a trait à des problèmes dans des réfectoires, quatre portent sur des classes, le reste sur des salles polyvalentes et des préaux, locaux souvent utilisés pour la gymnastique, l'accueil extra-scolaire et comme aire de jeux. La qualité des dossiers remis est variable. La sélection est forcément plus aisée quand les informations sont complètes.

Les écoles ont d'abord été classées selon le cas de figure acoustique : type de problème et type de local. De premiers regroupements ont ainsi été effectués et les cas typiques relevés.

Pour les différents cas, les écoles sélectionnées ont ensuite été classées en deux catégories :

1/ les 6 écoles « prioritaires », panel idéal, sur base de :

- la variété des locaux : utilisations, configuration, dimensions, taux d'occupation;
- la variété des problèmes acoustiques et leur caractéristique;
- l'obligation de respecter les équilibres linguistique, de réseaux et de niveaux;
- la capacité pour l'école de mener des travaux;
- en cas de doute, l'utilisation d'informations complémentaires remises avec le dossier ou d'un coup de fil à la personne qui suit le dossier : existe-t-il une réflexion ou des actions ont-elles déjà été menées dans l'établissement, par exemple.

2/ les écoles « en réserve », dans lequel puiser si la vérification des 6 écoles prioritaires amène à choisir un autre cas de figure proche.

Afin d'opérer à une validation finale du choix des locaux, une visite des lieux dans les écoles a été effectuée par Bruxelles Environnement. Bruxelles Environnement a ensuite informé Empreintes asbl des écoles finalement sélectionnées.

Les écoles retenues ont été prévenues par courrier (annexe 6) en précisant le déroulement du projet. Les écoles non retenues ont également été prévenues par courrier (annexe 7).

1.1.3. Sélection du bureau d'étude acoustique

Le 30 janvier 2009, Empreintes asbl a envoyé l'appel d'offre dans tous les bureaux ayant une expérience dans le secteur tertiaire, les mesures et le conseil (annexe 8), ainsi qu'à l'association des acousticiens de Belgique. Cette demande est accompagnée du descriptif du projet envoyé aux écoles (annexe 9).

Le devis renvoyé par les bureaux devait comprendre les informations relatives aux points suivants :

- références en matière d'acoustique des locaux non résidentiels
- description du protocole de mesures,
- prix pour mesures selon les types de problèmes acoustiques : isolation, réverbération, impact, bruit des installations
- prix pour remise d'un rapport d'expertise acoustique comprenant :
 - les caractéristiques du local expertisé,
 - les résultats des mesures de bruit
 - le protocole de mesures,
 - une ou plusieurs propositions d'aménagement incluant les coûts et les résultats attendus
 - des recommandations de mise en œuvre dans le cadre de travaux planifiés ou à planifier

- prix pour participation à une réunion de travail avec les écoles sélectionnées, Bruxelles Environnement et Empreintes asbl

Pour le 23 février, les bureaux d'études ont remis une offre à Empreintes asbl qui a transféré les informations à Bruxelles Environnement. Six offres ont été réceptionnées et envoyées à Bruxelles Environnement. Bruxelles Environnement a donc analysé les offre, puis rencontré 3 bureaux candidats. C'est le bureau du CEDIA qui a finalement été choisi.

1.2. Étape 2 : mesures de bruit, analyse et propositions

1.2.1. Mesures en amont par Bruxelles Environnement

Lors de la visite de validation des candidatures, le laboratoire bruit a effectué des mesures dans les écoles. Ceci a permis d'avoir une valeur de référence initiale.

1.2.2. Mesures de la gêne ressentie

Dans chaque école sélectionnée, Empreintes asbl a réalisé une analyse de la gêne ressentie et des sources de bruit dans les locaux visés pour identifier le type de gênes, les sources de bruit et les lieux les plus exposés. Cette analyse a suivi le canevas suivant :

- Mobilisation des utilisateurs du local ou création d'un échantillon de ces utilisateurs. L'échantillonnage a pris en compte les fonctions des utilisateurs (élèves, enseignants, accueillantes, etc) et le niveau des élèves. Explication du projet, sensibilisation aux niveaux de bruit et construction d'une échelle de décibels, ceci dans le local en question.
- Évaluation de la gêne ressentie à l'aide d'un code de couleur établi sur l'échelle de décibels ; des gommettes représentent les niveaux ressentis : vertes (peu ou pas de bruit), jaunes (bruit dérangement, embêtant), oranges (bruit fatigant,

stressant) et rouges (cris, vacarme, danger). Il est important que chaque personne fasse l'évaluation car la nuisance sonore dépend aussi de la sensibilité de chacun.

- Identification de la gêne ressentie et classement des sources de bruit : celles dues aux comportements des uns et des autres, celles dues au bâtiment (les grincements, craquements, sonneries, résonance,...) et celles issues de l'extérieur de l'école.
- Synthèse et explication des effets du bruit sur les apprentissages et la santé.
- Établissement d'une carte sonore du local visé par addition des gommettes de chaque couleur.

Les résultats ont été traités et distribués aux écoles faisant partie du panel.

1.2.3. Mesures acoustiques

De mars à fin avril, le bureau d'étude a assuré les mesures acoustiques des locaux sélectionnés. En mai, une rencontre du bureau du CEDIA avec Bruxelles Environnement et Empreintes asbl a permis de sélectionner les problèmes à étudier. Le CEDIA remet donc en juillet à Bruxelles Environnement et Empreintes asbl, pour chaque local, un rapport contenant le mode opératoire des mesures, les résultats et un panel de propositions chiffrés en précisant les matériaux et les modalités de mise en œuvre et les gains acoustiques présumés. Bruxelles Environnement valide la protocole de mesures et les recommandations le 13 juillet, avant d'envoyer le rapport aux écoles.

1.3. Étape 3 : informations et synthèse

1.3.1. Une séance d'information

Empreintes asbl a organisé et animé une réunion rassemblant les différents acteurs du projet: Bruxelles Environnement, le bureau acoustique CEDIA, les écoles en projet ainsi des acteurs institutionnels de l'enseignement (annexe 11¹). Elle avait pour objet la compréhension des problèmes acoustiques relevés et des solutions proposées (annexe 12), la comparaison à la gêne ressentie et l'échange d'informations entre les différents acteurs du projet.

Empreintes asbl a sollicité l'accord des écoles pour une réunion commune, dont la date a été fixée au 24 août (annexe 10). Toutes les écoles du projet pilote ont participé à la réunion. La séance d'information a également été étendue aux responsables des bâtiments des différents réseaux : libre, communauté, communes.

1.3.2. Un document final

Pour fin septembre, Empreintes asbl a réalisé ce document synthétisant tout le travail accompli pour cette phase deux des Rencontres.

¹ Ce document renseigné en annexe 11 reste confidentiel

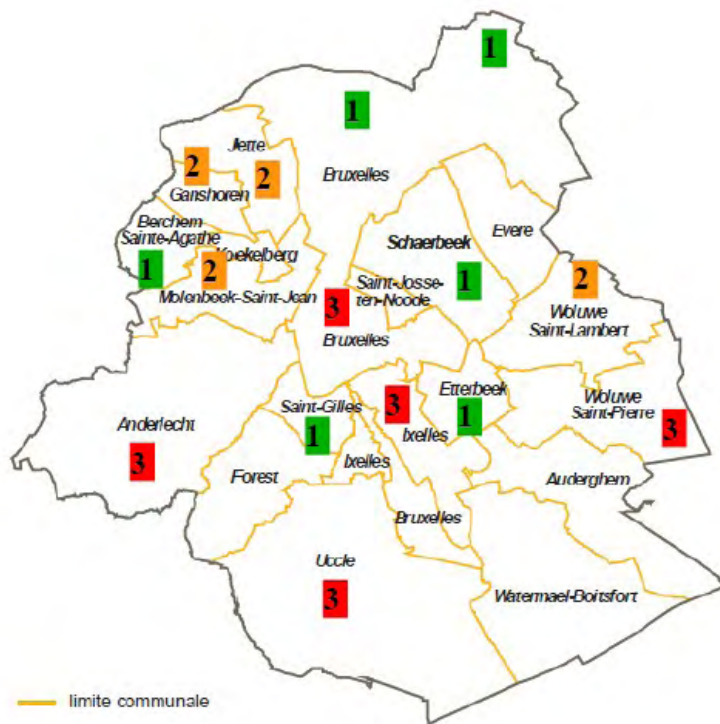
1.4. Calendrier du projet pilote

- 31 janvier : appel à candidatures vers toutes les écoles de la Région Bruxelles-Capitale ;
- 23 février : échéance des candidatures des écoles;
échéance de dépôt des offres de prix des bureaux d'expertise acoustique ;
- 27 février : sélection des écoles sur base des dossiers introduits;
- mars: visite des écoles par Bruxelles Environnement pour validation des choix des locaux ;
sélection du bureau d'expertise acoustique
- mars-avril : réalisation d'un bilan sonore qualitatif par Empreintes asbl ;
- avril-juillet: réalisation du bilan acoustique dans les locaux visés, par le CEDIA
- 13 juillet : remise du rapport technique du CEDIA à Empreintes asbl et à Bruxelles Environnement
approbation du rapport
envoi aux écoles du rapport
- 24 août : réunion rassemblant les acteurs du projet. Cette réunion visait à présenter le rapport technique de l'acousticien, à expliquer les modalités et coûts différentes solutions pouvant être mises en œuvre, à donner des conseils de faisabilité
- 30 septembre : édition d'un dossier de synthèse des différents cas, par Empreintes asbl .

2. SYNTHÈSE DES RÉSULTATS

2.1. Représentation et caractéristiques des écoles candidates

Lors de la sélection, 28 candidatures d'écoles bruxelloises ont été considérées pour faire partie des 6 écoles du projet pilote de la phase 2 (annexe 4). Parmi les dossier proposés, 7 émanaient d'écoles néerlandophones et 21 du réseau francophone. La carte ci-dessous précise l'origine géographique des dossiers, répartis par nombre sur les communes bruxelloises.



Répartition géographique des candidatures des écoles bruxelloises (total: 28)

En ce qui concerne les réseaux scolaires, la majorité des demandes était issues d'établissements du libre confessionnel (14 écoles), suivie par celles de l'officiel subventionné (7 écoles), de la communauté (4 écoles) et enfin du libre non confessionnel (1 école)². Au total, 19 écoles primaires et 13 écoles secondaires (dont 4 regroupant les deux niveaux) ont postulé. La taille des écoles candidates (représentée ici par le nombre d'enfants) reste importante avec une moyenne de 596

² Le réseau scolaire d'une dernière école reste inconnu.

élèves par école (20 écoles regroupent en effet plus de 400 enfants). Les demandes étaient issues en grande partie de la direction des établissements (14 dossiers), d'autres par des professeurs ou surveillants (10 dossiers), et enfin des conseillers en prévention (4 dossiers). Le projet de sensibilisation au bruit Décibelle et Groboucan avaient été vécu (ou était en cours) dans 9 des 28 écoles candidates. Les représentants de 5 établissements avaient participé aux Rencontres Jeunes et Bruit.

2.2. Locaux et problèmes acoustiques prioritaires des écoles candidates

Pour que leur candidature soit considérée, toute école postulante devait renvoyer un questionnaire permettant d'identifier les problèmes acoustiques estimés importants par ces dernières. Ces questionnaires proposaient de sélectionner des locaux, mais également de sélectionner les problèmes acoustiques s'y rapportant (annexe 3).

La tableau ci-dessous reprends donc les locaux et les problèmes acoustiques rencontrés dans ces derniers, et mets en exergue le nombre de fois que ces choix ont été opérés par les écoles postulantes:

	Réfectoire		Classe		Couloir		Salle polyvalente		Gym		Préau		MOY
1. Isolation	11	79%	2	50%	1	100%	2	50%	3	75%	2	40%	66%
2. Réverbération	13	93%	3	75%	1	100%	4	100%	4	100%	5	100%	95%
3. Impact	5	36%	1	25%	1	100%	2	50%	2	50%	1	20%	47%
4. Bruit des installations	7	50%	/	/	/	/	/	/	2	50%	1	20%	20%

Nombre d'école ayant choisi ce local comme priorité ³	14	4	1	4	4	5
--	----	---	---	---	---	---

Le réfectoire semble être le local considéré comme prioritaire en terme de problèmes acoustiques pour les écoles postulantes (14 écoles l'ont choisi). Vient ensuite le préau (5), puis la classe, la salle polyvalente et le gymnase (4 chacun) et

³ Le total de ces chiffres dépasse le nombre de candidatures, les locaux prioritaires étant réunis dans certaines écoles candidates

enfin le couloir (1). La salle de réunion n'a été sélectionnée par aucune école (et n'est donc pas reprise dans le tableau ci-dessus). Notons toutefois que les écoles ayant priorisé le réfectoire ont une population plus importante d'enfants que la moyenne des écoles postulantes (656,33 enfants vs 596 enfants), ce qui pourrait contribuer, en autres, au niveau de bruit atteint dans ce local.

En ce qui concerne les problèmes acoustiques rencontrés, 13 écoles mentionnent **la réverbération comme problématique du réfectoire**, soit 93% des écoles l'ayant choisi comme local prioritaire. **L'isolation acoustique** semble aussi être un problème importante pour le réfectoire (pour 79% des écoles ayant choisi ce local). Nous remarquons également que 50% des établissements (ayant choisi ce local) subissent le bruit causé par les **installations du réfectoire**.

Notons toutefois que **la réverbération** semble être un problème majoritaire qui se retrouve dans tous les autres locaux prioritaires sélectionnés: toutes les écoles ayant choisi le couloir, la salle polyvalente, le gymnase ou le préau considèrent cette nuisance acoustique comme problématique (et 75% pour la classe). Au total, 95% des établissements postulants rencontrent cette nuisance dans leurs locaux prioritaires. En second lieu vient l'isolation acoustique, avec 66% des écoles la considérant comme nuisible à leurs locaux. Les bruits d'impact représentent la troisième problématique de bruit des locaux (47%), puis enfin le bruit des installations (20% se concentrant sur 3 locaux: réfectoire, gymnase et préau).

L'analyse de ces différentes candidatures a également permis d'isoler certains **cas particulier d'utilisation des locaux**, entraînant une acoustique déplorable: locaux mufti-usages (comme une classe dans un réfectoire, ou un réfectoire-gymnase-garderie), ou disposition particulière (comme plusieurs classes sous un gymnase).

Il reste important de mentionner que, parmi les candidatures reçues, **très peu d'écoles postulantes semblent avoir planifié des travaux** (de rénovation ou de construction) pour les années à venir. Ce point est bien souvent lié à l'aspect financier, qui sera traité dans le point 4 (perspectives) de ce présent document.

3. ETUDES DE CAS

3.1. École 1

3.1.1. Description de l'école

Enseignement primaire francophone

Réseau de la Communauté française

Nombre d'enfants: 560

3.1.2. Description du local - problèmes relevés

Le local concerné est un préau qui sert de salle de gym, de lieu de rassemblement des enfants ainsi que pour les activités extra-scolaires. C'est une salle de béton, avec des carrelages au sol et de grandes fenêtres qui couvrent toute la façade. Il s'agit d'un problème de réverbération.



*photo de la salle de gymnastique
(source: CEDIA, 2009)*

3.1.3. Évaluation du ressenti

Description du panel

- 4 professeurs dont la présence dans le local varie ; l'une est professeur d'éducation physique;
- le responsable du personnel d'accueil;
- 14 élèves, de la première à la quatrième primaire

Expression de la gêne et des bruits

Liste des bruits:

- la résonance est la nuisance la plus durement ressentie et la plus citée.
- S'ensuivent : les cris, les jeux de ballons, les sifflets, la sonnerie, les conversations, les objets qui tombent et rebondissent sur le sol.

Gênes ressenties:

- 3 oranges (fatigant), par les élèves les plus jeunes
- 16 rouges (dangereux)

Remarques:

Après discussion avec les élèves et les professeurs, la plainte concernant ce local est très importante et l'attente d'amélioration énorme : fatigue, stress, découragement, sentiment d'impuissance sont relevés dans la discussion. L'a priori selon lequel on finit par s'y habituer a aussi la vie dure.

Par ailleurs, les pointes de gêne se situent, sans surprise, aux moments où le plus grand nombre d'enfants est rassemblé dans le local : temps de midi, matin, constitution de rangs.

Enfin, des bruits présents dans le local ne sont pas cités : distributeurs de boissons, événements extérieurs. La mesure du bruit du distributeur sera toutefois mesurée et analysée par le bureau acoustique (voir points suivants).

3.1.4. Diagnostic et mesures du bureau acoustique⁴⁵

Une série de mesures de temps de réverbération ont été réalisées dans ce local, le 6 avril 2009 par Aude Falco et Thomas Drouet, stagiaires et Fabienne Duthoit, Ir de Recherche à la CAT CEDIA. Le but de ces mesures est de quantifier la réverbération actuelle de cette salle et par là, de déterminer les traitements à apporter pour atteindre le temps de réverbération assurant le confort acoustique recommandé.

Valeurs optimales du temps de réverbération

Pour une salle de sport, le temps de réverbération recommandé est de 1.5 secondes maximum pour les bandes de fréquences de 500 à 2000 Hz. Plus le temps de réverbération est court et plus l'ambiance est "feutrée".

Description et analyse de la mesure du temps de réverbération

Les mesures de temps de réverbération ont été réalisées en cinq positions différentes source-récepteur. Ces temps de réverbération sont repris dans le tableau 1 ainsi que sur la figure 1.

f(Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
TR1 (s)	3,8	4,1	4,25	4,25	3,65	2,6
TR2 (s)	3,35	3,8	4,2	4,1	3,7	2,55
TR3 (s)	3,5	4,0	4,3	4,25	3,65	2,55
TR4 (s)	4,05	4,1	4,15	4,15	3,65	2,65
TR5 (s)	3,35	4,0	4,15	4,2	3,65	2,6

⁴ Ce point reprend le rapport de mesure du CEDIA, N.Réf.: 2009/5489 - FD/fd

⁵ Pour un éclairage sur les normes acoustiques, se référer à la présentation du CEDIA (annexe 12)

TRmoyen (s)	3,6	4,0	4,2	4,2	3,65	2,6
-------------	-----	-----	-----	-----	------	-----

Tableau 1 : Temps de réverbération mesurés dans la salle de gymnastique
(source: CEDIA, 2009)

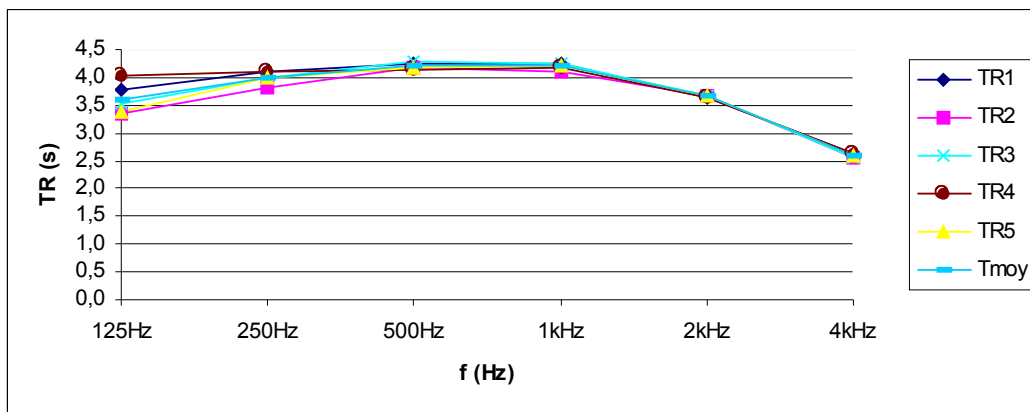


figure 1 : Temps de réverbération mesurés dans la salle de gymnastique
(source: CEDIA, 2009)

Le temps de réverbération mesuré dans ce local vaut approximativement 4.2 secondes à 1000 Hz. Ce temps de réverbération est très nettement supérieur à la limite maximale recommandée (1,5 secondes).

Mesure du niveau de bruit généré par le distributeur

Au vu de la gêne ressentie, due au niveau sonore généré par le distributeur de boissons présent sur la mezzanine dans ce local, des mesures du niveau de bruit généré par ce dernier ont été réalisées. Les bruits générés par les équipements dans une salle de sport ne devraient pas dépasser la valeur limite de 40 Dba. Les niveaux sonores mesurés au centre de ce local lorsque le distributeur à boisson fonctionne est de 48 dBA. Ce niveau est supérieur à la limite recommandée (40 dBA).

3.1.5. Rapport du bureau d'étude⁶⁷

L'objet du présent rapport est de proposer des solutions pour résoudre le problème d'excès de réverbération dans la salle de sports de l'école 1.

Calcul des solutions pour améliorer le temps de réverbération

A partir de l'estimation des coefficients d'absorption acoustique des différents matériaux constituant la salle de sports et du volume de celle-ci, on peut calculer le T_R du local. Les coefficients d'absorption des différents matériaux sont ajustés de telle manière que le T_R calculé et le T_R mesuré soient identiques.

Traitements

A. Présentation des produits

Afin d'atteindre un temps de réverbération inférieur à 1.5 secondes, pour la gamme de fréquence la plus large possible, des matériaux acoustiques absorbants devront être disposés sur le plafond et/ou les murs. Plusieurs variantes sont analysées. Les matériaux proposés sont résistants aux chocs et peuvent ainsi convenir pour une salle de sports.

Les matériaux envisagés dans les calculs sont les suivants :

T1 : panneaux en laine de roche de 40 mm d'épaisseur recouverts d'une finition voile minéral peint en blanc renforcé d'une grille de verre à suspendre au plafond avec un plénum de 20 cm de type « SPORTFON » de chez Rockfon ou équivalent. La fiche technique de ce produit reprenant les caractéristiques acoustiques, de résistance au feu, d'entretien... est annexée au rapport (annexe 29). Le prix est d'environ 80 à 85 EUR/m² posé. Le principe de pose est repris sur la figure 2.

⁶ Ce point reprend l'Étude acoustique du CEDIA, N.Réf.: 2009/5492_3-FD/fd

⁷ Pour un éclairage sur les normes acoustiques, se référer à la présentation du CEDIA (annexe 12)

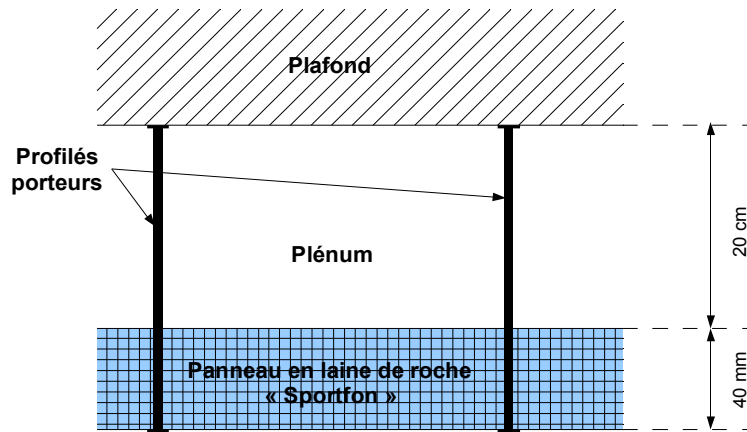


figure 2
(source: CEDIA, 2009)

H1 : panneaux en fibres fines de bois liées à la magnésie de 35 mm d'épaisseur recouverts d'une laine de roche de 60 mm à suspendre au plafond avec un plénum de 21 cm de type « Heradesign fine » de chez Heradesign ou équivalent. Le prix est d'environ 30 EUR/m² **non posé**. Le principe de pose est repris sur la figure 3.

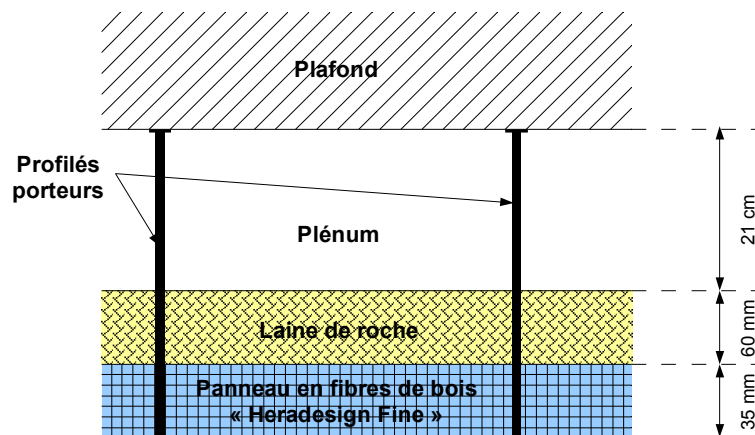


figure 3
(source: CEDIA, 2009)

B. Traitement minimal

Afin d'atteindre la limite supérieure recommandée pour le temps de réverbération (1.5 secondes), il est nécessaire de disposer sur le plafond et les murs les quantités suivantes :

- 362 m² de matériau de type T1 sur le plafond, soit les 3 parties planes sans les fenêtres de toit + celles sous et au-dessus de la mezzanine et 20 m² sur les

murs en partie supérieure. Le prix serait d'environ 32470 EUR hors TVA posé. Ces surfaces sont représentées sur les annexes 13 et 14 ;

- 362 m² de matériau de type H1 sur le plafond, soit les 3 parties planes sans les fenêtres de toit + celles sous et au-dessus de la mezzanine et 41 m² sur les murs en partie supérieure. Le prix serait d'environ 12090 EUR hors TVA **non posé**. Ces surfaces sont représentées sur les annexes 15 et 16.

Le temps de réverbération calculé en disposant ces quantités de matériau sur le plafond et les murs est repris dans le tableau 2 et sur les figures 4 et 5.

f(Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
362 m ² de T1 sur le plafond et 20 m ² sur les murs	2,35	1,6	1,5	1,5	1,45	1,3
362 m ² de H1 sur le plafond et 41 m ² sur les murs	2,15	1,4	1,45	1,5	1,5	1,25

Tableau 2 : Temps de réverbération calculés dans la salle de sports (source: CEDIA, 2009)

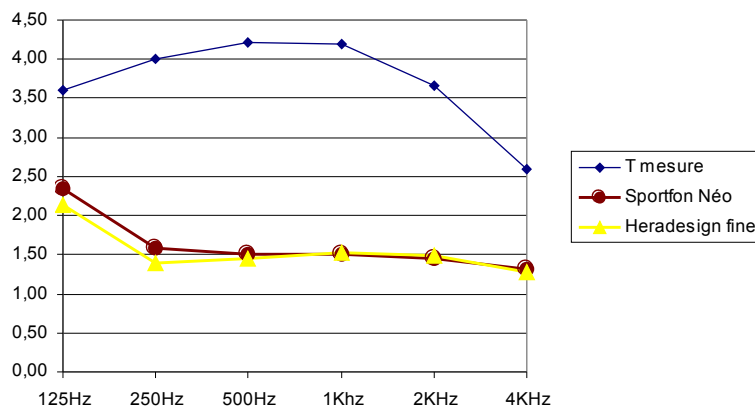


figure 4 : le temps de réverbération mesuré et ceux calculés dans la salle de sports (source: CEDIA, 2009)

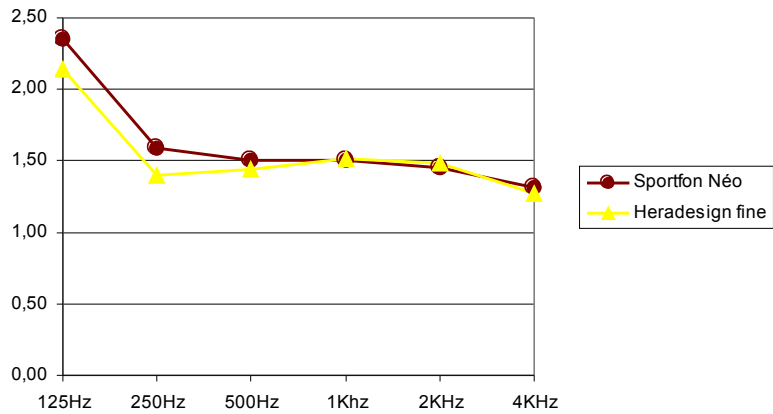


figure 5 : temps de réverbération calculés dans la salle de sports
(source: CEDIA, 2009)

Il apparaît que la répartition fréquentielle est la plus linéaire avec le matériau H1 (remontée moins forte en basse fréquence (125 Hz)). Cette qualité est indispensable pour la compréhension de la parole.

C. Résumé

Le traitement T1 permet avec 362 m² sur le plafond et 20 m² sur les murs de respecter la limite supérieure recommandée du temps de réverbération. Le traitement H1 permet avec 362 m² sur le plafond et 41 m² sur les murs de respecter la limite supérieure recommandée du temps de réverbération. Le matériau H1 offre une meilleure répartition fréquentielle du temps de réverbération (qualité utile pour la compréhension de la parole).

Clauses acoustiques

Les clauses acoustiques des matériaux absorbants acoustiques envisagés dans les calculs sont les suivantes :

T1 : panneaux en laine de roche recouverts d'une finition voile minéral peint renforcé d'une grille de verre de 40 mm d'épaisseur à placer à 20 cm du plafond et des murs, de type « SPORTFON » de chez Rockfon ou équivalent ;

Le coefficient d'absorption acoustique de ce matériau, mesuré conformément à la norme belge NBN EN 20354, sera égal aux valeurs reprises dans le tableau ci-dessous à $\pm 5\%$.

f(Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
▪	0,45	0,85	0,95	0,95	0,95	0,95

H1 : panneaux en fibres fines de bois liées à la magnésie de 35 mm d'épaisseur recouverts d'une laine de roche de 60 mm à placer à 21 cm du plafond et des murs de type « HERADESIGN FINE» de chez HERADESIGN ou équivalent ;

Le coefficient d'absorption acoustique de ce matériau, mesuré conformément à la norme belge NBN EN 20354, sera égal aux valeurs reprises dans le tableau ci-dessous à $\pm 5\%$.

f(Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
▪	0,5	0,95	0,95	0,9	0,9	0,95

Bruit d'équipement

Suivant la norme belge NBN S01-401 (1987), définissant les valeurs limites des niveaux de bruit en vue d'éviter l'inconfort dans les bâtiments, le niveau de bruit maximal dans une salle de gymnastique (dont l'environnement extérieur est en catégorie 2 : quartiers résidentiel urbains) doit être inférieur ou égal à 40 dBA.

Les niveaux sonores mesurés au centre du hall de sport lorsque le distributeur à boisson fonctionne est de 48 dBA.

Il est ainsi conseillé, soit de remplacer le distributeur à boisson par un distributeur moins bruyant, soit de le placer dans un couloir.

De même, à l'avenir, il est conseillé, afin d'être conforme à la norme NBN S01-401 (1987), pour toute acquisition d'équipements techniques, de mentionner les limites suivantes à faire respecter :

- 30 dBA : dans les salles de musique ;
- 35 dBA : dans les salles de cours et d'étude ;
- 40 dBA : dans les salles de gymnastique ;
- 45 dBA : dans les réfectoires ;
- 55 dBA : dans les laboratoires et salles d'ordinateurs.

Vu que cette norme est appelée à être actualisée, nous conseillons pour les laboratoires et les salles d'ordinateurs, une limite de 40 dBA. Cette valeur est extraite

du « Building Bulletin 93 : Acoustic Design of Schools, a design guide », une référence pour l'acoustique scolaire.

3.2. École 2

3.2.1. Description de l'école

Enseignement secondaire francophone

Enseignement général, technique, professionnel et artistique

Réseau scolaire officiel subventionné

Nombre d'enfants: 1138

3.2.2. Description du local - problèmes relevés

Hall d'intersection entre plusieurs couloirs

Lieu de passage, de rendez-vous et parfois de travail des élèves et professeurs

Sorte de préau intérieur utilisé également pendant les récréations

Longueur= 18m; largeur=12m; hauteur=4,5m

Verrière au plafond

Il s'agit d'un problème de réverbération.



photo du préau
(source: CEDIA, 2009)

3.2.3. Évaluation du ressenti

Description du panel

- 2 professeurs
- 2 surveillants
- 7 élèves (1 de chaque niveau)

Expression de la gêne et des bruits

Liste des bruits:

- issus des comportements: les classes, les professeurs, les élèves qui étudient, les éducateurs, les cris, les élèves en récréation;
- issus du bâtiment / matériel: le marteau piqueur, les escaliers, les chaises, les portes, la résonance, les distributeurs à boisson, le type de sol, les néons

Gênes ressenties:

- 1 jaune (gênant)
- 6 oranges (fatigant)
- 4 rouges (dangereux)

Remarques:

Grand problème de résonance, fort ressenti par les utilisateurs; problème qui s'est d'ailleurs ressenti pendant l'animation, vu que cette dernière se tenait dans le local en question et qu'il était, à certains moments, fort difficile de s'entendre.

3.2.4. Diagnostic et mesures du bureau acoustique⁸⁹

Une série de mesures de temps de réverbération ont été réalisées dans ce local, le 7 avril 2009 par Aude Falco et Thomas Drouet, stagiaires et Fabienne Duthoit, Ir de Recherche à la CAT CEDIA.

Le but de ces mesures est de quantifier la réverbération actuelle de cette salle et par là, de déterminer les traitements à apporter pour atteindre le temps de réverbération assurant le confort acoustique recommandé.

Définition du temps de réverbération

Le temps de réverbération (ou T_R) est défini comme étant le temps nécessaire pour que l'intensité du son décroisse de 60 décibels après la coupure de la source (cela correspond en fait à ce que l'énergie acoustique soit réduite au millionième de sa valeur initiale). Le temps de réverbération dépend principalement du volume de la salle ainsi que du type et de la quantité de matériaux absorbants qu'elle contient.

C'est une grandeur fondamentale dans l'appréciation de la qualité acoustique d'une salle. Une salle réverbérante est dite vivante, tandis qu'une salle avec un temps de réverbération court est appelée sèche ou sourde.

Pour les locaux, où le discours doit être clair et compris, sont préférés les lieux où la réverbération est courte, mais sans que le son décroisse trop tôt, afin que les consonnes soient soutenues et les voyelles détachées. Pour une salle à manger ou une salle polyvalente de ce volume, le temps de réverbération recommandé va de 0.6 à 1 seconde pour les bandes de fréquences de 500 à 2000 Hz. Plus le temps de réverbération est court et plus l'ambiance est "feutrée".

⁸ Ce point reprend le rapport de mesure du CEDIA, N.Réf.: 2009/5489 - FD/fd

⁹ Pour un éclairage sur les normes acoustiques, se référer à la présentation du CEDIA (annexe 12)

Description et analyse de la mesure du temps de réverbération

Le temps de réverbération peut varier pour chaque couple source-récepteur. Afin de caractériser l'acoustique actuelle du local, des mesures sont donc effectuées pour plusieurs positions de la source de bruit (pistolet) et du récepteur (microphone). Les temps de réverbération ont été mesurés pour les bandes d'octaves de 125 Hz à 4000 Hz lorsque le local est inoccupé.

Les mesures de temps de réverbération ont été réalisées en cinq positions différentes source-récepteur. Ces temps de réverbération sont repris dans le tableau 3 ainsi que sur la figure 6.

f(Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
TR1 (s)	2,7	2,9	3,4	3,15	2,8	2,05
TR2 (s)	2,4	3,2	3,3	3,1	2,85	2,25
TR3 (s)	2,3	3,05	3,3	3,2	2,8	2,2
TR4 (s)	2,5	3,15	3,45	3,25	2,8	2,2
TR5 (s)	2,3	3,2	3,3	3,2	2,8	2,15
TRmoyen (s)	2,45	3,1	3,35	3,2	2,8	2,15

Tableau 3 : Temps de réverbération mesurés dans le préau (réfectoire)
(source: CEDIA, 2009)

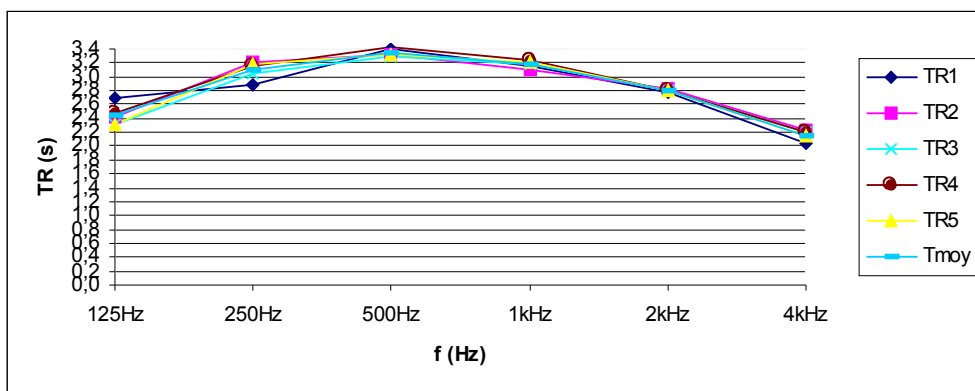


figure 6 : Temps de réverbération mesurés dans le préau (réfectoire)
(source: CEDIA, 2009)

Le temps de réverbération mesuré dans ce local vaut approximativement 3.2 secondes à 1000 Hz. Ce temps de réverbération est très nettement supérieur à la limite maximale recommandée (1 seconde).

Mesure du niveau de bruit généré par les distributeurs

Au vu de la gêne ressentie, due au niveau sonore généré par les distributeurs de boissons et friandises présents dans ce local, des mesures du niveau de bruit généré par ces derniers ont été réalisées. Les bruits générés par les équipements dans un restaurant ou un réfectoire ne devraient pas dépasser la valeur limite de 45 dBA.

Les niveaux sonores mesurés au centre de ce local lorsque le distributeur à boisson fonctionne seul est de 52 dBA, lorsque le distributeur de chocolat glacé fonctionne seul, il est de 52 dBA et lorsque les 2 sont en fonctionnement, il est de 54 dBA. Ces niveaux sont supérieurs à la limite recommandée (45 dBA).

3.2.5. Rapport du bureau d'étude¹⁰¹¹

L'objet du présent rapport est de proposer des solutions pour résoudre le problème d'excès de réverbération dans le préau de l'école 2.

Calcul des solutions pour améliorer le temps de réverbération

A partir de l'estimation des coefficients d'absorption acoustique des différents matériaux constituant le local et du volume de celui-ci, on peut calculer le T_R du local. Les coefficients d'absorption des différents matériaux sont ajustés de telle manière que le T_R calculé et le T_R mesuré soient identiques.

¹⁰ Ce point reprend l'Étude acoustique du CEDIA, N.Réf.: 2009/5492_3-FD/fd

¹¹ Pour un éclairage sur les normes acoustiques, se référer à la présentation du CEDIA (annexe 12)

Traitements

A. Présentation des produits

Afin d'atteindre un temps de réverbération inférieur à 1 seconde, pour la gamme de fréquence la plus large possible, des matériaux acoustiques absorbants devront être disposés sur le plafond et/ou les murs. Plusieurs variantes sont analysées. Les matériaux proposés sont tantôt lavables facilement, parfois avec des produits spéciaux ou résistants aux chocs et devraient ainsi convenir pour un préau.

Les matériaux envisagés dans les calculs sont les suivants :

M1 : panneaux feuillurés en laine de roche de 20 mm d'épaisseur recouverts d'une peinture blanche satinée à suspendre au plafond ou à disposer sur les murs avec un plénum de 20 cm de type « Equation » de chez Eurocoustic ou équivalent. La fiche technique de ce produit reprenant les caractéristiques acoustiques, de résistance au feu, d'entretien... est annexée au rapport (annexe 29). Ce matériau peut être lavé à l'éponge humide avec un détergent. Le prix est d'environ 25 à 35 EUR/m² posé. Le principe de pose est repris sur la figure 7.

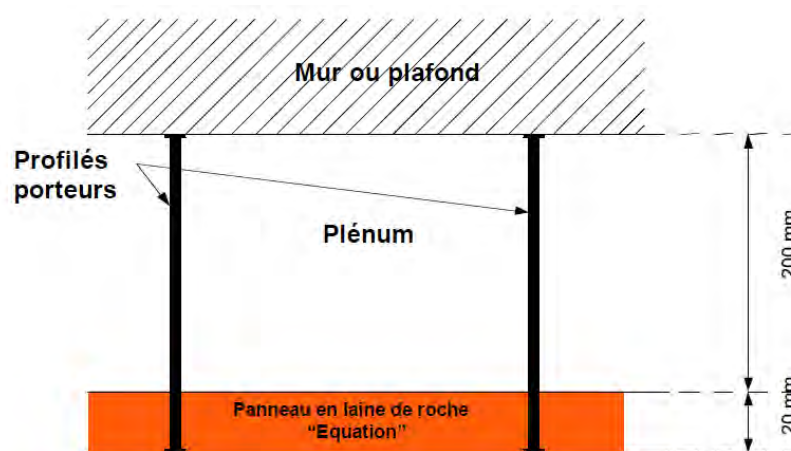


figure 7
(source: CEDIA, 2009)

M2 : panneaux en laine de roche de 25 mm d'épaisseur recouverts d'un voile minéral résistant aux impacts muni d'une structure stuc projeté acoustiquement ouverte à suspendre au plafond ou à disposer sur les murs avec un plénum de 20 cm de type « Boxer » de chez Rockfon ou équivalent. La fiche technique de ce produit reprenant les caractéristiques acoustiques, de résistance au feu, d'entretien... est annexée au rapport

(annexe 29). Ce matériau est résistant aux impacts. Le prix est d'environ 35 EUR/m² posé. Le principe de pose est repris sur la figure 8.

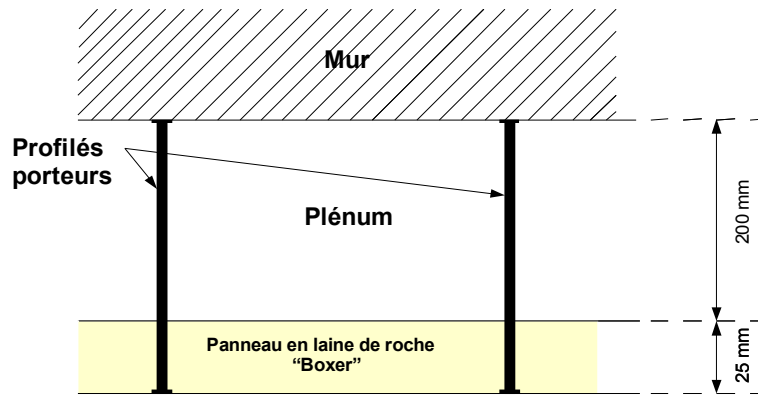


figure 8
(source: CEDIA, 2009)

M3 : panneaux en laine de roche de 20 mm d'épaisseur recouverts d'une finition hydrofuge comportant un coating hygiénique blanc acoustiquement ouvert avec une structure stuc projeté à suspendre au plafond ou à disposer sur les murs avec un plénum de 20 cm de type « Rockfon Hydroclean 12 » de chez Rockfon ou équivalent. La fiche technique de ce produit reprenant les caractéristiques acoustiques, de résistance au feu, d'entretien... est annexée au rapport (annexe 29). Ce matériau est prévu pour être lavé facilement à l'eau. Le prix est d'environ 45 à 47 EUR/m² posé. Le principe de pose est repris sur la figure 9.

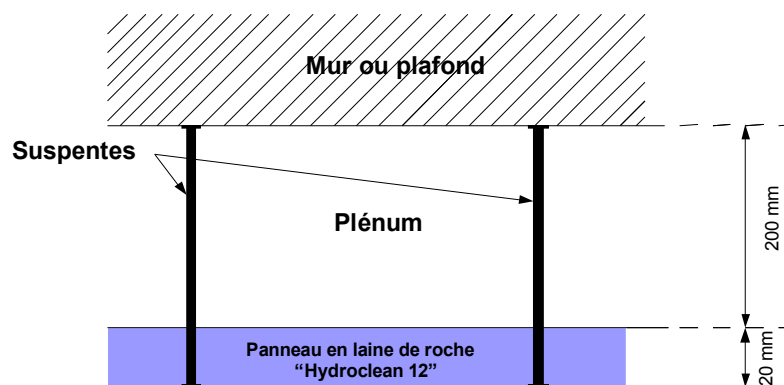


figure 9
(source: CEDIA, 2009)

M4 : panneaux en sable de quartz aggloméré (liant résine epoxy) teinté dans la masse de 30 mm d'épaisseur de type « Illroc » de chez Dox ou équivalent, remplis avec un panneau acoustique de 15 mm en mousse de mélamine collé au

dos à disposer sur les murs avec un plénum de 80 mm rempli d'un panneau de 40 mm en mousse de mélamine. La fiche technique de ce produit reprenant les caractéristiques acoustiques, de résistance au feu, d'entretien... est annexée au rapport (annexe 29). Ce matériau est résistant aux chocs et rayures et est lavable à l'eau. Le prix est d'environ 236 EUR/m² posé. Le principe de pose est repris sur la figure 10.

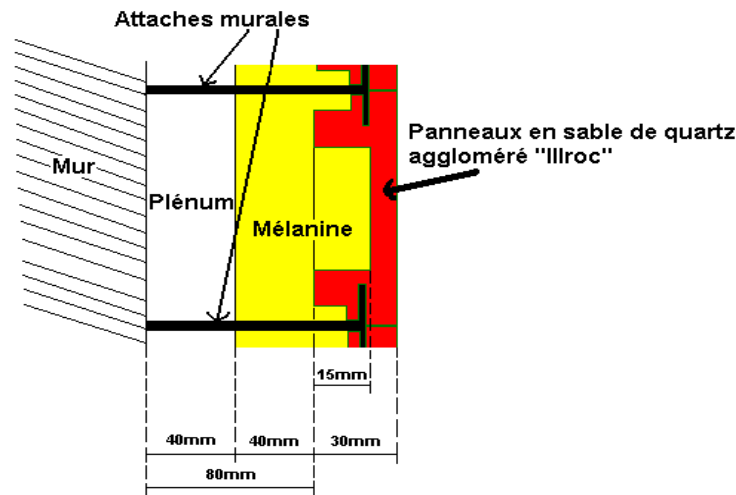


figure 10
(source: CEDIA, 2009)

Traitement minimal

Afin d'atteindre la limite supérieure recommandée pour le temps de réverbération (1 seconde), il est nécessaire de disposer sur le plafond et les murs les quantités suivantes :

- 159 m² de matériau de type M1 sur le plafond et 104 m² sur les murs en partie supérieure (partie peinte en jaune). Le prix serait d'environ 9205 EUR hors TVA posé. Ces surfaces sont représentées sur l'annexe 17. Ce matériau est lavable avec une éponge humide et du détergent ;

ou

- 159 m² de matériau de type M1 sur le plafond et 97 m² de matériau de type M2 sur les murs en partie supérieure (partie peinte en jaune). Le prix serait d'environ 8960 EUR hors TVA posé. Ces surfaces sont représentées sur l'annexe 18. Le matériau à disposer sur les murs est résistant aux impacts ;

ou

- 159 m² de matériau de type M1 sur le plafond et 97 m² de matériau de type M3 sur les murs en partie supérieure (partie peinte en jaune). Le prix serait

d'environ 10124 EUR hors TVA posé. Ces surfaces sont représentées sur l'annexe 19. Le matériau à disposer sur les murs est facilement lavable à l'eau ;

ou

- 159 m² de matériau de type M1 sur le plafond et 102 m² de matériau de type M4 sur les murs en partie supérieure (partie peinte en jaune). Le prix serait d'environ 29637 EUR hors TVA posé. Ces surfaces sont représentées sur l'annexe 20. Le matériau à disposer sur les murs est facilement lavable à l'eau, résistant aux chocs et rayures.

Le temps de réverbération calculé en disposant ces quantités de matériau sur le plafond et les murs est repris dans le tableau 4 et sur les figures 11 et 12.

f(Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
159 m ² de M1 sur le plafond et 104 m ² sur les murs	1,4	1,05	1,0	0,95	0,85	0,8
159 m ² de M1 sur le plafond et 97 m ² de M2 sur les murs	1,5	1,05	1,0	1,0	0,9	0,85
159 m ² de M1 sur le plafond et 97 m ² de M3 sur les murs	1,45	1,05	1,0	1,0	0,9	0,85
159 m ² de M1 sur le plafond et 102 m ² de M4 sur les murs	1,55	0,95	0,95	1,0	0,95	0,9

Tableau 4 : Temps de réverbération calculés dans le préau
(source: CEDIA, 2009)

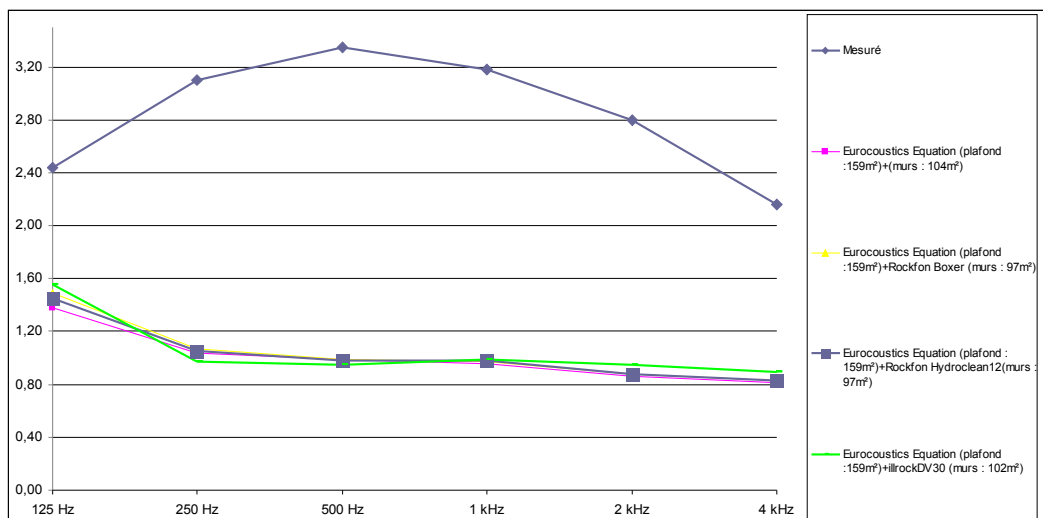


figure 11 : le temps de réverbération mesuré et ceux calculés dans le préau
(source: CEDIA, 2009)

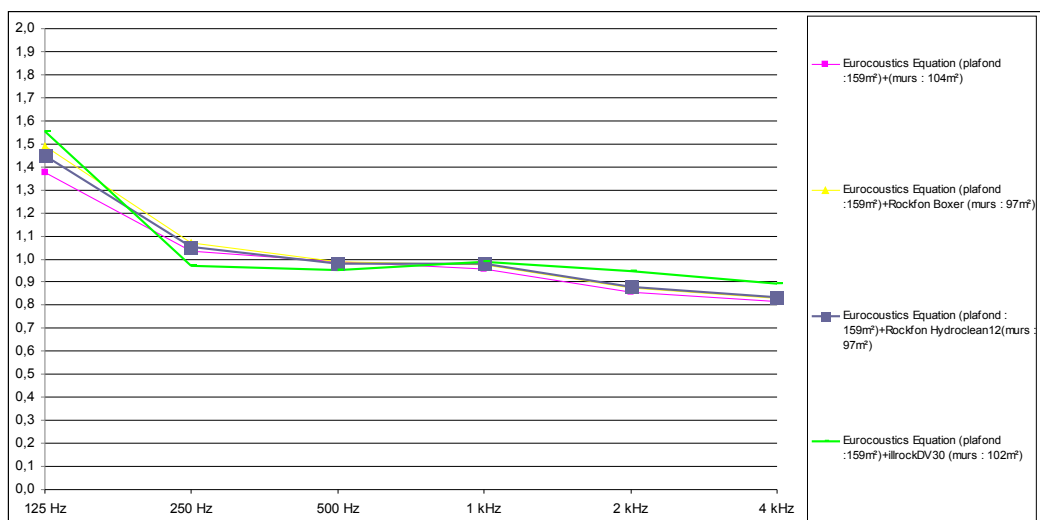


figure 12 : temps de réverbération calculés dans le préau
(source: CEDIA, 2009)

Il apparaît que la répartition fréquentielle est la plus linéaire avec le matériau M1 seul. Cette qualité est indispensable pour la compréhension de la parole. Par contre, elle est la moins linéaire avec la combinaison de matériaux M1 et M4 (remontée un peu trop forte à 125 Hz).

Avec les combinaisons de matériaux « M1-M2 » et « M1-M3 », le temps de réverbération optimal est atteint avec le moins de surface à couvrir. La répartition fréquentielle est un peu plus linéaire avec le matériau M3 (remontée un peu moins forte à 125 Hz). Les matériaux M2 et M4 sont à utiliser si il y a des impératifs de résistances aux impacts dans ce local. Le matériau M3 est à utiliser si il y a des contraintes très fortes d'entretien.

Clauses acoustiques

Les clauses acoustiques des matériaux absorbants acoustiques envisagés dans les calculs sont les suivantes :

M1 : panneaux feuillurés en laine de roche recouverts d'une peinture blanche satinée de 20 mm d'épaisseur à placer à 20 cm du plafond et des murs, de type « Equation » de chez Eurocoustic ou équivalent ;

Le coefficient d'absorption acoustique de ce matériau, mesuré conformément à la norme belge NBN EN 20354, sera égal aux valeurs reprises dans le tableau ci-dessous à $\pm 5\%$.

f(Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
▪	0,5	0,75	0,85	0,85	0,95	0,95

M2 : panneaux en laine de roche recouverts d'un voile minéral résistant aux impacts muni d'une structure stuc projeté acoustiquement ouverte de 25 mm d'épaisseur à placer à 20 cm du plafond et des murs, de type « Boxer » de chez Rockfon ou équivalent ;

Le coefficient d'absorption acoustique de ce matériau, mesuré conformément à la norme belge NBN EN 20354, sera égal aux valeurs reprises dans le tableau ci-dessous à $\pm 5\%$.

f(Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
▪	0,4	0,75	0,9	0,85	0,95	0,95

M3 : panneaux en laine de roche recouverts d'une finition hydrofuge comportant un coating hygiénique blanc acoustiquement ouvert avec une structure stuc projeté de 20 mm d'épaisseur à placer à 20 cm du plafond et des murs, de type « Hydroclean 12 » de chez Rockfon ou équivalent ;

Le coefficient d'absorption acoustique de ce matériau, mesuré conformément à la norme belge NBN EN 20354, sera égal aux valeurs reprises dans le tableau ci-dessous à $\pm 5\%$.

f(Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
▪	0,45	0,8	0,9	0,85	0,95	0,95

M4 : panneaux en sable de quartz aggloméré (liant résine époxy) teinté dans la masse de 30 mm d'épaisseur de type « Illroc » de chez Dox ou équivalent, remplis avec un panneau acoustique de 15 mm en mousse de mélamine collée au dos à placer à 8 cm des murs avec un panneau de 40 mm en mousse de mélamine dans le plénum ;

Le coefficient d'absorption acoustique de ce matériau, mesuré conformément à la norme belge NBN EN 20354, sera égal aux valeurs reprises dans le tableau ci-dessous à $\pm 5\%$.

f(Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
▪	0,3	0,95	0,95	0,8	0,7	0,7

Bruit d'équipement

Suivant la norme belge NBN S01-401 (1987), définissant les valeurs limites des niveaux de bruit en vue d'éviter l'inconfort dans les bâtiments, le niveau de bruit maximal dans un préau (assimilé ici à un restaurant) doit être inférieur ou égal à 45 dBA. Les niveaux sonores mesurés au centre du local lorsque les distributeurs à boisson et chocolat fonctionnent est de 54 dBA.

Il est ainsi conseillé, soit de remplacer les distributeurs par des distributeurs moins bruyants, soit de les placer dans le couloir ou le hall.

De même, à l'avenir, il est conseillé, pour toute acquisition d'équipements techniques, de mentionner des limites à faire respecter. Afin d'être conforme à la norme NBN S01-401 (1987) actuelle (l'environnement extérieur est en catégorie 4 : centre des villes), les limites seraient les suivantes :

- 40 dBA : dans les salles de musique ;
- 45 dBA : dans les salles de cours et d'étude et dans les réfectoires ;
- 50 dBA : dans les salles de gymnastique ;
- 60 dBA : dans les laboratoires ;
- 65 dBA : dans les salles d'ordinateurs.

Vu que cette norme est appelée à être actualisée, nous conseillons les limites suivantes, qui ne dépendent pas de l'environnement extérieur qui n'affecte en réalité que les locaux en façades exposées. Ces limites sont extraites du « Building Bulletin 93 : Acoustic Design of Schools, a design guide », une bonne référence pour l'acoustique scolaire.

- 30 dBA : dans les salles de musique ;

- 35 dBA : dans les salles de cours et d'étude;
- 40 dBA : dans les salles de gymnastique, les laboratoires et les salles d'ordinateurs ;
- 45 dBA : dans les réfectoires.

3.3. École 3

3.3.1. Description de l'école

Enseignement primaire francophone

Enseignement général

Réseau officiel subventionné

Nombre d'élèves: 490

3.3.2. Description du local - problèmes relevés

Réfectoire avec grande résonance. Présence d'une classe improvisée au fond du réfectoire, séparée uniquement par des panneaux de bois.

Longueur=40m; largeur=20m; hauteur=6m

Il s'agit principalement d'un problème de réverbération et accessoirement d'un soucis de bruit d'équipement.



*photo du réfectoire
(source: CEDIA, 2009)*

3.3.3. Évaluation du ressenti

Description du panel

- 17 élèves (14 élèves de 4ème primaire)
(1 élève de 1ère primaire)
(1 élève de 2ème primaire)
(1 élève de 3ème primaire)
- 1 professeur
- 4 cuisinières

Expression de la gêne et des bruits

Gênes ressenties:

- 5 oranges (fatigant) dont un élève de 3ème primaire
- 17 rouges (dangereux) dont 4 cuisinières

Remarques:

Témoignage d'une cuisinière ayant rencontré des problèmes auditifs importants à après avoir travaillé dans le réfectoire pendant de nombreuses années. Aujourd'hui, elle porte un appareil auditif et a demandé à être mutée hors de ce local (elle s'occupe du nettoyage du reste de l'école).

Présence dans le bâtiment de deux écoles: l'une partie francophone et l'autre néerlandophone. La cohabitation de ces deux entités bien distinctes peut engendrer un production de bruit supplémentaire, notamment pour la classe présente dans le réfectoire (les repas de midi ayant lieu séparément).

Le groupe francophone comptant plus de 300 enfants, le bruit engendré par cet important groupe semble élevé. Il semblerait également, selon le personnel de cuisine, que les places soient insuffisantes au réfectoire, et que certains élèves devraient manger par terre ou sur les tables. Le professeur précise que, aujourd'hui,

pour éviter d'avoir trop d'enfants au réfectoire, l'école recommande aux parents de venir chercher leurs enfants sur le temps de midi. Une réorganisation des horaires des repas au réfectoire pourrait être envisagée en interne à l'école afin d'éviter de telles situations. A ce jour, 3 temps de repas existent déjà:

- le premier de 11h45 à 12h30: repas des petits (maternelles)
- le second de 12h00 à 12h30/13h: repas des grands (premier groupe)
- le troisième de 12h30 /13h à 13h30

A noter que les cours ont encore lieu dans la classe présente au fond du réfectoire lorsque le premier groupe arrive pour le repas.

3.3.4. Diagnostic et mesures du bureau acoustique¹²¹³

Une série de mesures de temps de réverbération ont été réalisées dans ce local, le 22 avril 2009 par Aude Falco et Thomas Drouet, stagiaires et Fabienne Duthoit, Ir de Recherche à la CAT CEDIA.

Le but de ces mesures est de quantifier la réverbération actuelle de ce local et par là, de déterminer les traitements à apporter pour atteindre le temps de réverbération assurant le confort acoustique recommandé.

Valeurs optimales du temps de réverbération

Pour un réfectoire de ce volume, le temps de réverbération recommandé va de 0.6 à 1 seconde pour les bandes de fréquences de 500 à 2000 Hz. Plus le temps de réverbération est court et plus l'ambiance est "feutrée"

¹² Ce point reprend le rapport de mesure du CEDIA, N.Réf.: 2009/5489 - FD/fd

¹³ Pour un éclairage sur les normes acoustiques, se référer à la présentation du CEDIA (annexe 12)

Description et analyse de la mesure du temps de réverbération

Les mesures de temps de réverbération ont été réalisées en cinq positions différentes source-récepteur. Ces temps de réverbération sont repris dans le tableau 5 ainsi que sur la figure 13.

f(Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
TR1 (s)	2,55	2,3	2,45	2,7	2,6	2,2
TR2 (s)	2,45	2,25	2,35	2,65	2,55	2,15
TR3 (s)	2,6	2,2	2,4	2,65	2,65	2,15
TR4 (s)	2,8	2,2	2,35	2,65	2,65	2,15
TR5 (s)	2,15	2,25	2,45	2,65	2,6	2,15
TRmoyen (s)	2,5	2,25	2,4	2,65	2,6	2,15

Tableau 5 : Temps de réverbération mesurés dans le réfectoire
(source: CEDIA, 2009)

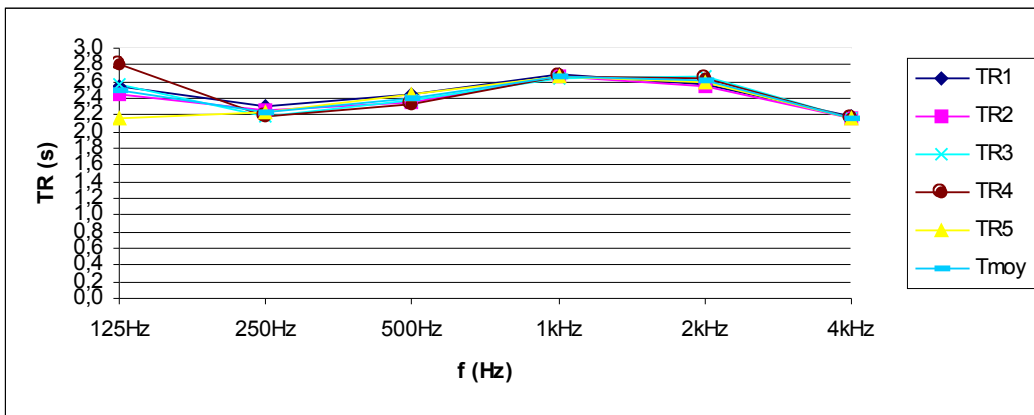


figure 13 : Temps de réverbération mesurés dans le réfectoire
(source: CEDIA, 2009)

Le temps de réverbération mesuré dans ce local vaut approximativement 2,65 secondes à 1000 Hz. Ce temps de réverbération est nettement supérieur à la limite maximale recommandée (1 secondes).

Mesure du niveau de bruit généré par les convecteurs

Au vu de la gêne ressentie, due au niveau sonore généré par le système de chauffage, des mesures du niveau de bruit généré par ce dernier ont été réalisées. Les bruits générés par les équipements dans un réfectoire ne devraient pas dépasser la valeur limite de 45 dBA. Le niveau sonore mesuré dans le réfectoire lorsque les convecteurs sont en position 3 va de 53.5 à 54.5 dBA et lorsqu'ils sont en position 2, il va de 51 à 52.5 dBA. Ces niveaux sont supérieurs à la limite recommandée (45 dBA). Le bruit de fond mesuré dans le réfectoire lorsque les convecteurs sont à l'arrêt et les élèves dans la cour va de 41.5 à 44.5 dBA.

3.3.5. Rapport du bureau d'étude¹⁴¹⁵

L'objet du présent rapport est de proposer des solutions pour résoudre le problème d'excès de réverbération dans le réfectoire de l'école primaire de l'école 3.

Calcul des solutions pour améliorer le temps de réverbération

A partir de l'estimation des coefficients d'absorption acoustique des différents matériaux constituant le réfectoire et du volume de celui-ci, on peut calculer le T_R du local. Les coefficients d'absorption des différents matériaux sont ajustés de telle manière que le T_R calculé et le T_R mesuré soient identiques.

Traitements

Présentation des produits

Afin d'atteindre un temps de réverbération inférieur à 1 seconde, pour la gamme de fréquence la plus large possible, des matériaux acoustiques absorbants devront être disposés sur le plafond et/ou les murs. Plusieurs variantes sont analysées. Les

¹⁴ Ce point reprend l'Étude acoustique du CEDIA, N.Réf.: 2009/5492_3-FD/fd

¹⁵ Pour un éclairage sur les normes acoustiques, se référer à la présentation du CEDIA (annexe 12)

matériaux proposés sont tantôt lavables facilement, parfois avec des produits spéciaux ou résistants aux chocs et devraient ainsi convenir pour un réfectoire.

Les matériaux envisagés dans les calculs sont les suivants :

M1 : panneaux feuillurés en laine de roche de 20 mm d'épaisseur recouverts d'une peinture blanche satinée à suspendre au plafond ou à disposer sur les murs avec un plénum de 20 cm de type « Equation » de chez Eurocoustic ou équivalent. La fiche technique de ce produit reprenant les caractéristiques acoustiques, de résistance au feu, d'entretien... est annexée au rapport (annexe 29). Ce matériau peut être lavé à l'éponge humide avec un détergent. Le prix est d'environ 25 à 35 EUR/m² posé. Le principe de pose est repris sur la figure 14.

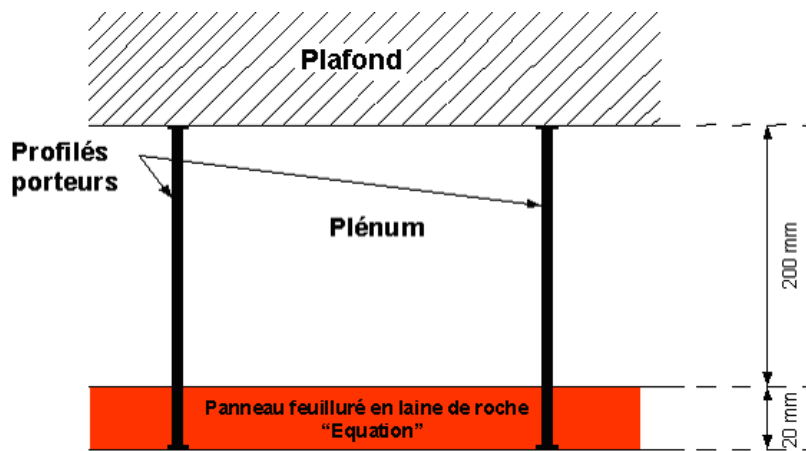


figure 14
(source: CEDIA, 2009)

M2 : panneaux en laine de roche de 25 mm d'épaisseur recouverts d'un voile minéral résistant aux impacts muni d'une structure stuc projeté acoustiquement ouverte à suspendre au plafond ou à disposer sur les murs avec un plénum de 20 cm de type « Boxer » de chez Rockfon ou équivalent. La fiche technique de ce produit reprenant les caractéristiques acoustiques, de résistance au feu, d'entretien... est annexée au rapport (annexe 29). Ce matériau est résistant aux impacts. Le prix est d'environ 35 EUR/m² posé. Le principe de pose est repris sur la figure 15.

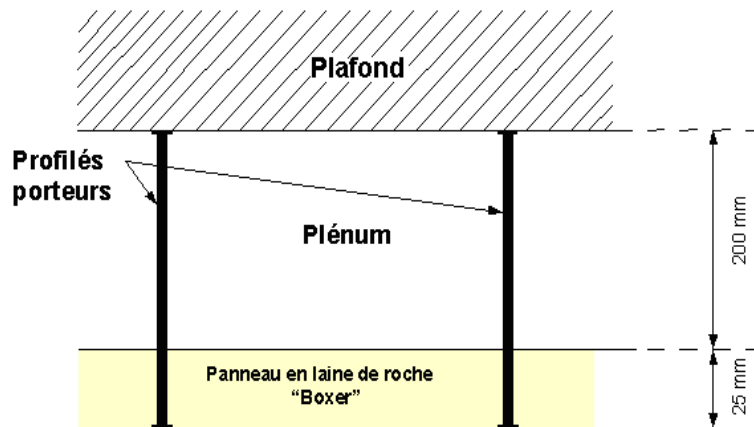


figure 15
(source: CEDIA, 2009)

M3 : panneaux en laine de roche de 20 mm d'épaisseur recouverts d'une finition hydrofuge comportant un coating hygiénique blanc acoustiquement ouvert avec une structure stuc projeté à suspendre au plafond ou à disposer sur les murs avec un plénum de 20 cm de type « Rockfon Hydroclean 12 » de chez Rockfon ou équivalent. La fiche technique de ce produit reprenant les caractéristiques acoustiques, de résistance au feu, d'entretien... est annexée au rapport. (annexe 29) Ce matériau est prévu pour être lavé facilement à l'eau. Le prix est d'environ 45 à 47 EUR/m² posé. Le principe de pose est repris sur la figure 16.

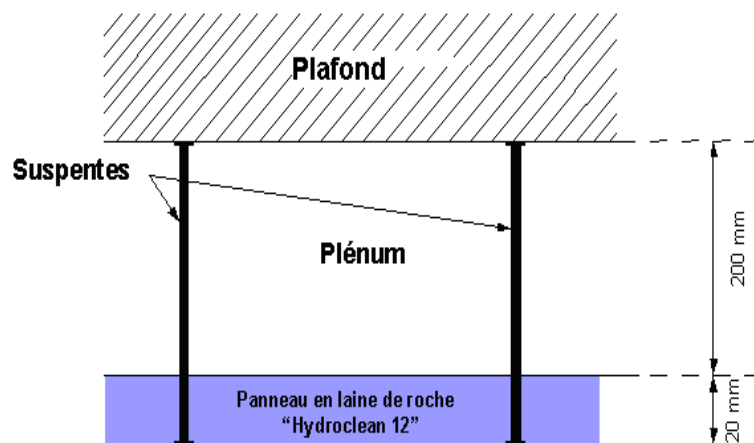


figure 16
(source: CEDIA, 2009)

B1 : baffles en laine de roche de 50 mm d'épaisseur et de 1200 mm de long et 450 mm de hauteur, à suspendre en ligne au plafond de type « Rockfon Baffles » de chez Rockfon ou équivalent. La fiche technique de ce produit reprenant les caractéristiques acoustiques, de résistance au feu, d'entretien... est annexée au rapport (annexe 29). Le prix est d'environ 65 à 70 EUR/baffle posé. Le principe de pose est repris sur la figure 17.

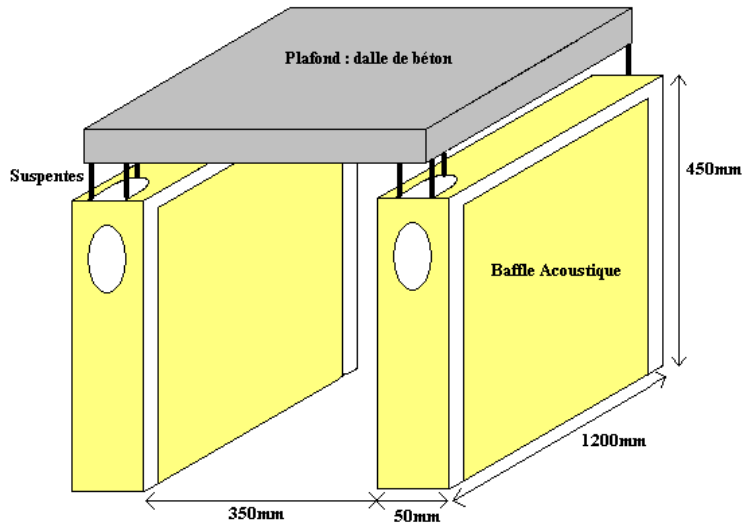


figure 17
(source: CEDIA, 2009)

Traitement minimal

Afin d'atteindre la limite supérieure recommandée pour le temps de réverbération (1 seconde), il est nécessaire de disposer sur le plafond les quantités suivantes :

- 525 m² de matériau de type M1 sur le plafond. Le prix serait d'environ 18375 EUR hors TVA posé. Ces surfaces sont représentées sur l'annexe 21. Ce matériau est lavable avec une éponge humide et du détergent ;

ou

- 525 m² de matériau de type M2 sur le plafond. Le prix serait d'environ 18375 EUR hors TVA posé. Ces surfaces sont représentées sur l'annexe 22. Ce matériau est résistant aux impacts ;

ou

- 525 m² de matériau de type M3 sur le plafond. Le prix serait d'environ 24675 EUR hors TVA posé. Ces surfaces sont représentées sur l'annexe 23. Ce matériau est facilement lavable à l'eau ;

ou

- 80 rangées de 13 baffles (B1) répartis sur environ 564 m² de plafond. Les rangées sont espacées de 450 mm. Le prix serait d'environ 72800 EUR hors TVA posé. Ces rangées sont représentées sur l'annexe 24.

Le temps de réverbération calculé en disposant ces quantités de matériau sur le plafond est repris dans le tableau 6 et sur les figures 18 et 19.

f(Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
525 m ² de M1 sur le plafond	1,45	1,05	1,0	1,0	0,95	0,9
525 m ² de M2 sur le plafond	1,65	1,05	0,95	1,0	0,9	0,85
525 m ² de M3 sur le plafond	1,55	1,05	0,95	1,0	0,9	0,9
104 baffles sur le plafond	1.85	1.35	1	0.9	0.95	0.9

Tableau 6 : Temps de réverbération calculés dans le réfectoire
(source: CEDIA, 2009)

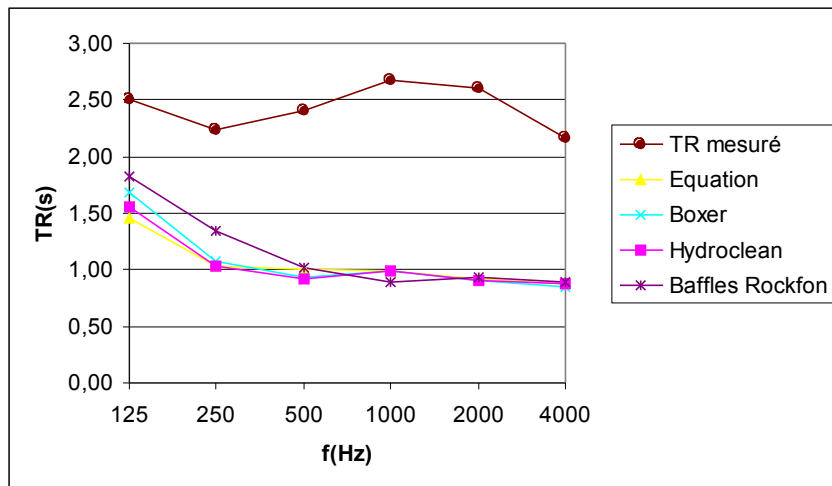


figure 18 : le temps de réverbération mesuré et ceux calculés dans le réfectoire
(source: CEDIA, 2009)

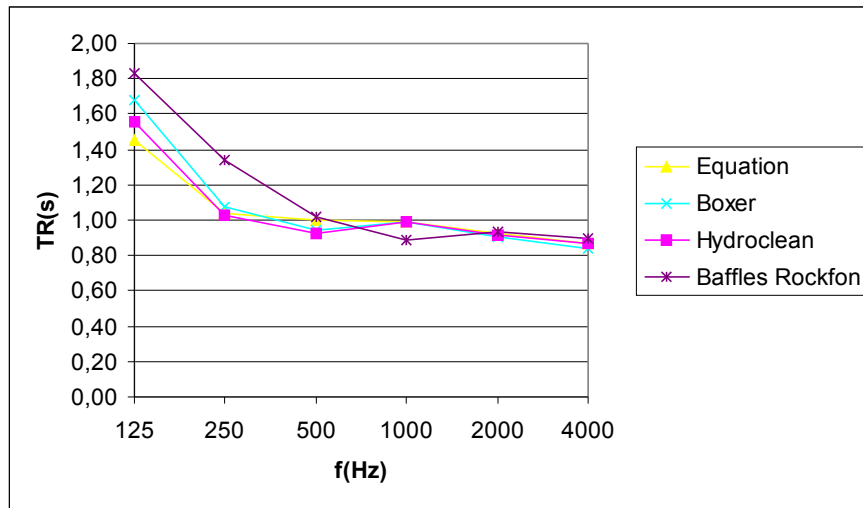


figure 19 : temps de réverbération calculés dans le réfectoire
(source: CEDIA, 2009)

Il apparaît que la répartition fréquentielle est la plus linéaire avec le matériau M1. Cette qualité est indispensable pour la compréhension de la parole. Par contre, elle est la moins linéaire avec le matériaux B1 (remontée nettement trop forte à 125 Hz et 250 Hz). Le temps de réverbération optimal est atteint avec la même surface à couvrir avec les matériaux, M1, M2 ou M3. Par contre avec le matériau B1, la surface à couvrir est plus importante. Le matériau M2 est à utiliser si il y a des impératifs de résistances aux impacts dans ce local. Le matériau M3 est à utiliser si il y a des contraintes très fortes d'entretien.

Clauses acoustiques

Les clauses acoustiques des matériaux absorbants acoustiques envisagés dans les calculs sont les suivantes :

M1 : panneaux feuillurés en laine de roche recouverts d'une peinture blanche satinée de 20 mm d'épaisseur à placer à 20 cm du plafond, de type « Equation » de chez Eurocoustic ou équivalent ;

Le coefficient d'absorption acoustique de ce matériau, mesuré conformément à la norme belge NBN EN 20354, sera égal aux valeurs reprises dans le tableau ci-dessous à $\pm 5\%$.

f(Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
▪	0,5	0,75	0,85	0,85	0,95	0,95

M2 : panneaux en laine de roche recouverts d'un voile minéral résistant aux impacts muni d'une structure stuc projeté acoustiquement ouverte de 25 mm d'épaisseur à placer à 20 cm du plafond, de type « Boxer » de chez Rockfon ou équivalent ;

Le coefficient d'absorption acoustique de ce matériau, mesuré conformément à la norme belge NBN EN 20354, sera égal aux valeurs reprises dans le tableau ci-dessous à $\pm 5\%$.

f(Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
▪	0,4	0,75	0,9	0,85	0,95	0,95

M3 : panneaux en laine de roche recouverts d'une finition hydrofuge comportant un coating hygiénique blanc acoustiquement ouvert avec une structure stuc projeté de 20 mm d'épaisseur à placer à 20 cm du plafond, de type « Hydroclean 12 » de chez Rockfon ou équivalent ;

Le coefficient d'absorption acoustique de ce matériau, mesuré conformément à la norme belge NBN EN 20354, sera égal aux valeurs reprises dans le tableau ci-dessous à $\pm 5\%$.

f(Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
▪	0,45	0,8	0,9	0,85	0,95	0,95

B1 : baffles en laine de roche de 50 mm d'épaisseur et de 1200 mm de long et 450 mm de haut, à placer en rangées espacées de 350 mm au plafond, de type « Rockfon baffles » de chez Rockfon ou équivalent ;

Le coefficient d'absorption acoustique de ce matériau, mesuré conformément à la norme belge NBN EN 20354, sera égal aux valeurs reprises dans le tableau ci-dessous à $\pm 5\%$.

f(Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
▪	0,3	0,5	0,75	0,95	0,9	0,85

Bruit d'équipement

Suivant la norme belge NBN S01-401 (1987), définissant les valeurs limites des niveaux de bruit en vue d'éviter l'inconfort dans les bâtiments, le niveau de bruit maximal dans un réfectoire (assimilé ici à un restaurant) doit être inférieur ou égal à 45 dBA. Les niveaux sonores mesurés dans le réfectoire lorsque les convecteurs sont en position 3 va de 53.5 à 54.5 dBA et lorsqu'ils sont en position 2, il va de 51 à 52.5 dBA. Vu qu'il s'agit d'appareils de chauffage individuels, placés directement dans le réfectoire, pour diminuer le niveau sonore généré par ces derniers, il serait nécessaire d'agir directement sur chaque appareil (remplacer chaque ventilateur par un ventilateur moins bruyant ou capoter chaque appareil ou encore remplacer les convecteurs par des convecteurs moins bruyants). Ces traitements risquent d'être onéreux pour un système de chauffage usagé.

Lors du remplacement du système de chauffage ainsi qu'à l'avenir, il est conseillé, afin d'être conforme à la norme NBN S01-401 (1987) (l'environnement extérieur est en catégorie 2 : quartier résidentiel urbain), pour toute acquisition d'équipements techniques, de mentionner les limites suivantes à faire respecter :

- 30 dBA : dans les salles de musique ;
- 35 dBA : dans les salles de cours et d'étude ;
- 40 dBA : dans les salles de gymnastique ;
- 45 dBA : dans les réfectoires ;
- 55 dBA : dans les laboratoires et salles d'ordinateurs.

Vu que cette norme est appelée à être actualisée, nous conseillons pour les laboratoires et les salles d'ordinateurs, une limite de 40 dBA. Cette valeur est extraite du « Building Bulletin 93 : Acoustic Design of Schools, a design guide », une référence pour l'acoustique scolaire.

3.4. École 4

3.4.1. Description de l'école

Enseignement secondaire francophone

Enseignement général, technique et professionnel

Réseau scolaire libre confessionnel

Nombre d'enfants: 1800

3.4.2. Description du local - problèmes relevés

Salle polyvalente, le local visé par le projet est utilisé comme salle d'étude, réfectoire et lieu de cours. Il est situé à l'écart d'autres bâtiments et sous une salle qui sert de « cinéma » pour l'école. Local assez vétuste occupé par du matériel usagé, généralement des tables et chaises disposées en rangs d'oignons.

Il s'agit à la fois d'un problème d'isolation au bruit aérien et au bruit de choc par rapport au local vidéo situé au-dessus et d'un problème de réverbération.



*photo du réfectoire
(source: CEDIA, 2009)*

3.4.3. Évaluation du ressenti

Description du panel

- 1 professeur, un éducateur, la conseillère en prévention
- Une classe de quatrième, 23 élèves
- Trois élèves de deuxième, en étude à ce moment

Expression de la gêne et des bruits

Liste des bruits:

- la résonance est la plus citée et expliqué par les élèves : plafonds hauts, pas de meubles.
- provenant de l'autre local, situé au-dessus (l'Eldorado) : bruit des pas, des chaises, bruits d'impact, sons du film, musiques.
- provenant du local : profs ou élèves qui crient, parlent, discutent, déplacements du mobilier, manipulation de matériel
- provenant de l'extérieur : les sonneries, les courses sur la passerelle métallique proche, les travaux (l'école est en rénovation et en phase de construction d'un nouveau bâtiment, passif).

Couleurs ressenties:

- 6 jaunes (gênant)
- 14 oranges (fatiguant)
- 9 rouges (dangereux), dont tous les adultes

Remarques:

Grand problème de résonance, fort ressenti par les utilisateurs; problème qui s'est d'ailleurs ressenti pendant l'animation, vu que cette dernière se tenait dans le local en question et qu'il était, à certains moments, fort difficile de s'entendre. Cette difficulté a aussi été relevée par l'éducateur responsable de la surveillance de l'étude,

mais en insistant sur le comportement des élèves lors des déplacements qui constituent des moments de grand brouhaha.

L'introduction de l'activité a révélé qu'un tiers des élèves n'a pas cité de bruit qu'ils apprécient. Le mot bruit est véritablement associé à la nuisance, à l'aspect négatif des sons. De manière plus générale, il est piquant de constater qu'à chaque séance, de mêmes sons ont été cités comme agréables et désagréables par des personnes différentes.

3.4.4. Diagnostic et mesures du bureau acoustique¹⁶¹⁷

Les mesures d'isolement au bruit aérien entre le local vidéo et le réfectoire ont été réalisées suivant la norme NBN ISO 140-4 "Mesurage in situ de l'isolement aux bruits aériens entre les pièces" et les mesures de l'isolement au bruit de choc entre le local vidéo et le réfectoire ont été réalisées suivant la NBN ISO 140-7 "Mesurage in situ de la transmission des bruits de choc par les planchers". Les mesures ont été réalisées le 6 avril 2009 par Aude Falco et Thomas Drouet, stagiaires et Fabienne Duthoit, Ir de Recherche à la CAT CEDIA. La réception est chaque fois située dans le réfectoire. Les portes des locaux sont fermées lors des mesures.

Les résultats de ces mesures ainsi que ceux prescrits par la norme belge NBN S01-400 sont repris dans le tableau 7.

séparation	catégorie mesurée	catégorie exigée
Local vidéo / réfectoire (D_n)	< IV ^b	II ^a _b
Local vidéo / réfectoire (L_n)	III ^b	II ^a _b

Tableau 7
(source: CEDIA, 2009)

¹⁶ Ce point reprend le rapport de mesure du CEDIA, N.Réf.: 2009/5489 - FD/fd

¹⁷ Pour un éclairage sur les normes acoustiques, se référer à la présentation du CEDIA (annexe 12)

Afin de répondre à la norme belge NBN S01-400, les isollements acoustiques normalisés (D_n) et (L_n), mesurés entre une salle vidéo (considéré comme une classe pour l'interprétation) et un réfectoire (ou salle d'étude) doivent appartenir à la catégorie II_b^g . L'indice a correspond à la catégorie recommandée pour obtenir un confort acoustique satisfaisant le plus grand nombre de personnes et l'indice b correspond à la catégorie minimale évitant une situation généralement estimée inconfortable. Il apparaît que l'ensemble des isollements mesurés ne répond pas aux catégories minimales recommandées.

Valeurs optimales du temps de réverbération

Pour une salle d'étude ou un réfectoire de ce volume, le temps de réverbération recommandé va de 0.6 à de 1 seconde pour les bandes de fréquences de 500 à 2000 Hz. Plus le temps de réverbération est court et plus l'ambiance est "feutrée"

Description et analyse de la mesure du temps de réverbération

Les mesures de temps de réverbération ont été réalisées en quatre positions différentes source-récepteur. Ces temps de réverbération sont repris dans le tableau 8 ainsi que sur la figure 20.

f(Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
TR1 (s)	1,3	1,35	1,95	2,4	2,2	1,8
TR2 (s)	1,3	1,25	2,0	2,35	2,15	1,8
TR3 (s)	1,45	1,4	1,95	2,35	2,2	1,8
TR4 (s)	1,25	1,45	2,0	2,35	2,2	1,8
TRmoyen (s)	1,35	1,35	2,0	2,35	2,2	1,8

Tableau 8 : Temps de réverbération mesurés dans le réfectoire
(source: CEDIA, 2009)

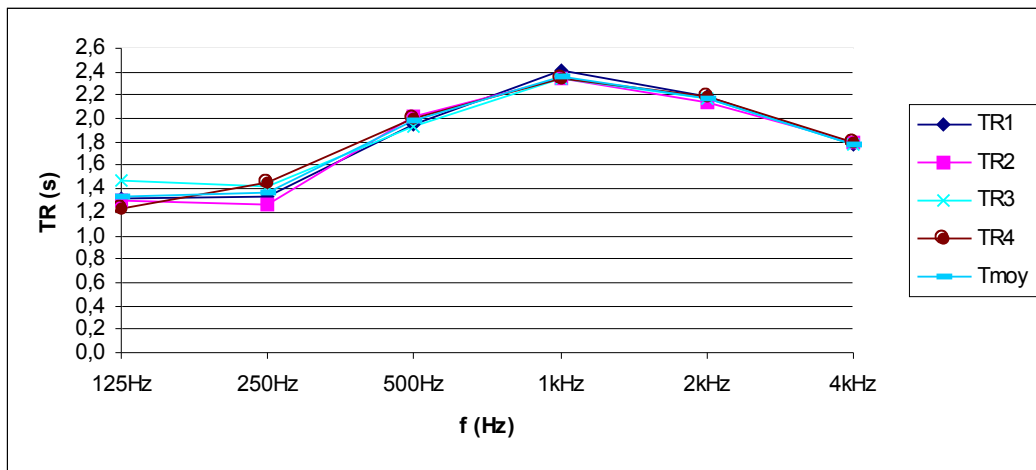


figure 20 : Temps de réverbération mesurés dans le réfectoire

(source: CEDIA, 2009)

Le temps de réverbération mesuré dans ce local vaut approximativement 2.35 secondes à 1000 Hz. Ce temps de réverbération est nettement supérieur à la limite maximale recommandée (1 seconde).

3.4.5. Rapport du bureau d'étude¹⁸¹⁹

L'objet du présent rapport est de proposer des solutions pour résoudre d'une part, le problème d'excès de réverbération dans le réfectoire de l'école 4 et d'autre part, le défaut d'isolation acoustique entre ce réfectoire et le local vidéo situé au-dessus.

Calcul des solutions pour améliorer le temps de réverbération

A partir de l'estimation des coefficients d'absorption acoustique des différents matériaux constituant le réfectoire et du volume de celui-ci, on peut calculer le T_R du local. Les coefficients d'absorption des différents matériaux sont ajustés de telle manière que le T_R calculé et le T_R mesuré soient identiques.

¹⁸ Ce point reprend l'Étude acoustique du CEDIA, N.Réf.: 2009/5492_3-FD/fd

¹⁹ Pour un éclairage sur les normes acoustiques, se référer à la présentation du CEDIA (annexe 12)

Traitements

Présentation des produits

Afin d'atteindre un temps de réverbération inférieur à 1 seconde, pour la gamme de fréquence la plus large possible, des matériaux acoustiques absorbants devront être disposés sur le plafond et/ou les murs. Plusieurs variantes sont analysées. Les matériaux proposés sont soit, choisis lors de notre entrevue le jour des mesures avec Madame Dubois, soit lavables, facilement, parfois avec des produits spéciaux ou encore, résistants aux chocs et devraient ainsi convenir pour un réfectoire.

Les matériaux envisagés dans les calculs sont les suivants :

M1 : panneaux feuillurés en laine de roche de 20 mm d'épaisseur recouverts d'une peinture blanche satinée à suspendre au plafond ou à disposer sur les murs avec un plénum de 20 cm de type « Equation » de chez Eurocoustic ou équivalent. La fiche technique de ce produit reprenant les caractéristiques acoustiques, de résistance au feu, d'entretien... est annexée au rapport (annexe 29). Ce matériau peut être lavé à l'éponge humide avec un détergent. Le prix est d'environ 25 à 35 EUR/m² posé. Le principe de pose est repris sur la figure 21.

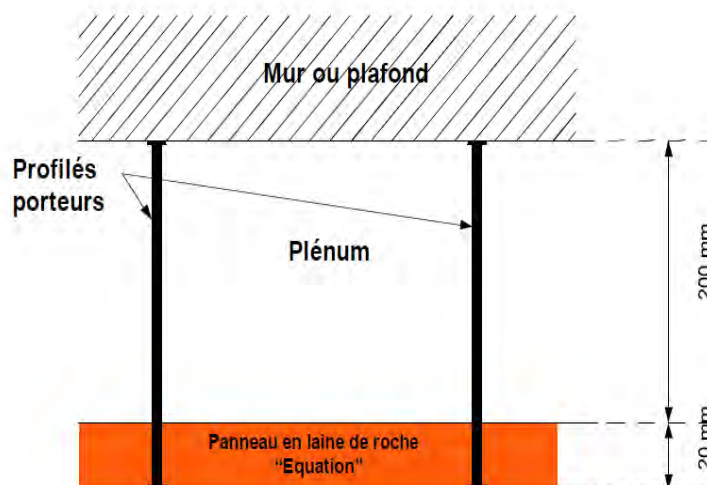


figure 21
(source: CEDIA, 2009)

M2 : panneaux en laine de roche de 25 mm d'épaisseur recouverts d'un voile minéral résistant aux impacts muni d'une structure stuc projeté acoustiquement ouverte à suspendre au plafond ou à disposer sur les murs avec un plénum de 20 cm de type « Boxer » de chez Rockfon ou

équivalent. La fiche technique de ce produit reprenant les caractéristiques acoustiques, de résistance au feu, d'entretien... est annexée au rapport (annexe 29). Ce matériau est résistant aux impacts. Le prix est d'environ 35 EUR/m² posé. Le principe de pose est repris sur la figure 23.

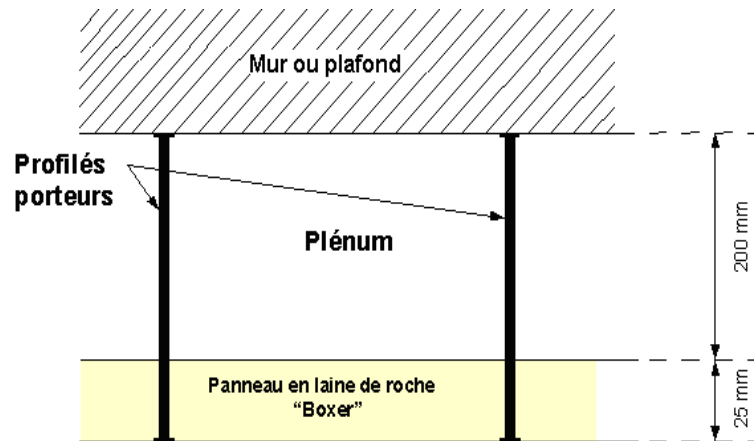


figure 23
(source: CEDIA, 2009)

M3 : panneaux en laine de roche de 20 mm d'épaisseur recouverts d'une finition hydrofuge comportant un coating hygiénique blanc acoustiquement ouvert avec une structure stuc projeté à suspendre au plafond ou à disposer sur les murs avec un plénum de 20 cm de type « Rockfon Hydroclean 12 » de chez Rockfon ou équivalent. La fiche technique de ce produit reprenant les caractéristiques acoustiques, de résistance au feu, d'entretien... est annexée au rapport (annexe 29). Ce matériau est prévu pour être lavé facilement à l'eau. Le prix est d'environ 45 à 47 EUR/m² posé. Le principe de pose est repris sur la figure 24.

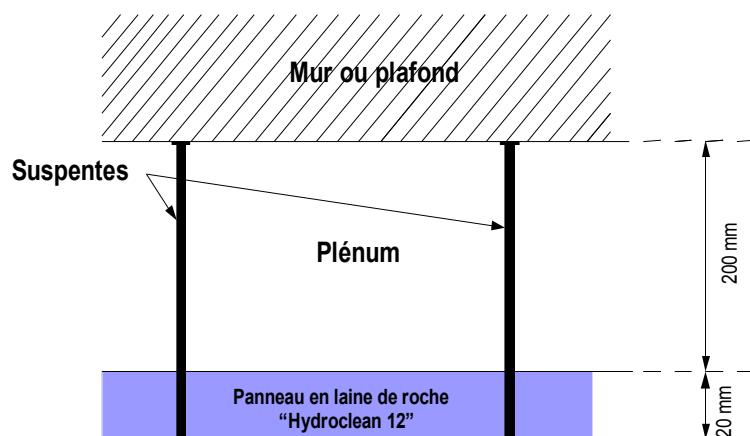


figure 24

(source: CEDIA, 2009)

P1 : dalles perforées en plâtre (18 % de taux de perforation) de 12.5 mm d'épaisseur de type « Gyptone Quattro 50 » de chez BPB ou équivalent, avec un plénum de 300 mm rempli d'un panneau de 75 mm en laine minérale. La fiche technique de ce produit reprenant les caractéristiques acoustiques, de résistance au feu, d'entretien... est annexée au rapport (annexe 29). Le prix est d'environ 55 EUR hors TVA/m² posé. Le principe de pose est repris sur la figure 25.

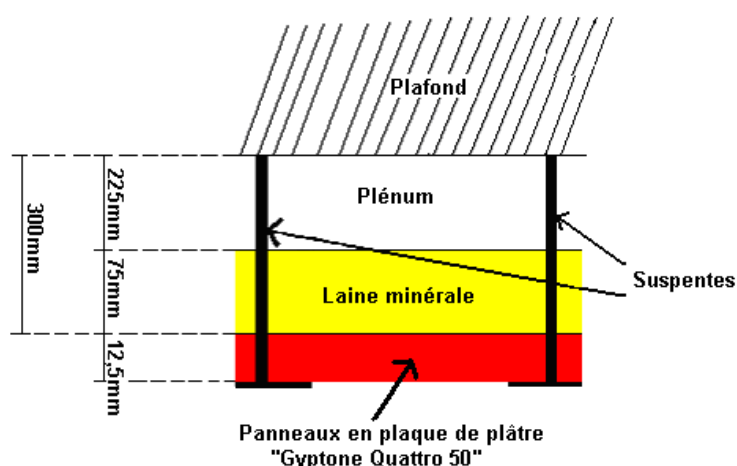


figure 25
(source: CEDIA, 2009)

P2 : panneaux perforés en plâtre (18 % de taux de perforation) de 12.5 mm d'épaisseur de type « Gyptone Line 5 » de chez BPB ou équivalent, avec un plénum de 185 mm avec au dos un voile blanc acoustique. La fiche technique de ce produit reprenant les caractéristiques acoustiques, de résistance au feu, d'entretien... est annexée au rapport (annexe 29). Le prix est d'environ 60 EUR hors TVA/m² posé. Le principe de pose est repris sur la figure 26.

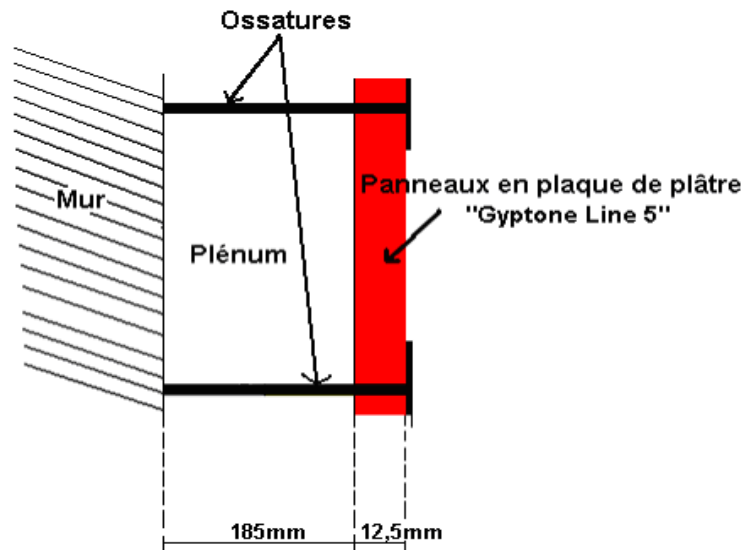


figure 26
(source: CEDIA, 2009)

Traitement minimal

Afin d'atteindre la limite supérieure recommandée pour le temps de réverbération (1 seconde), il est nécessaire de disposer sur le plafond et les murs les quantités suivantes :

- 117 m² de matériau de type M1 sur le plafond et 21 m² sur les murs en partie supérieure. Le prix serait d'environ 4830 EUR hors TVA posé. Ces surfaces sont représentées sur l'annexe 25. Ce matériau est lavable avec une éponge humide et du détergent ;

ou

- 117 m² de matériau de type M2 sur le plafond et 13 m² sur les murs en partie supérieure. Le prix serait d'environ 4550 EUR hors TVA posé. Ces surfaces sont représentées sur l'annexe 26. Ce matériau est résistant aux impacts ;

ou

- 117 m² de matériau de type M3 sur le plafond et 13 m² sur les murs en partie supérieure (partie peinte en jaune). Le prix serait d'environ 6110 EUR hors TVA posé. Ces surfaces sont représentées sur l'annexe 26. Ce matériau est facilement lavable à l'eau ;

ou

- 117 m² de matériau de type P1 sur le plafond et 53 m² de matériau de type P2 sur les murs en partie supérieure. Le prix serait d'environ 9615 EUR hors TVA

posé. Ces surfaces sont représentées sur l'annexe 27. Ce matériau faisait partie du choix de Madame Dubois.

Le temps de réverbération calculé en disposant ces quantités de matériau sur le plafond et les murs est repris dans le tableau 9 et sur les figures 27 et 28.

f(Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
117 m ² de M1 sur le plafond et 21 m ² sur les murs	1,4	1,0	1,0	0,95	0,85	0,8
117 m ² de M2 sur le plafond et 13 m ² sur les murs	1,65	1,05	1,0	1,0	0,9	0,85
117 m ² de M3 sur le plafond et 13 m ² sur les murs	1,55	1,0	0,95	1,0	0,9	0,85
117 m ² de P1 sur le plafond et 53 m ² de P2 sur les murs	1	0,8	0,9	0,9	1,0	0,95

Tableau 9 : Temps de réverbération calculés dans le réfectoire (source: CEDIA, 2009)

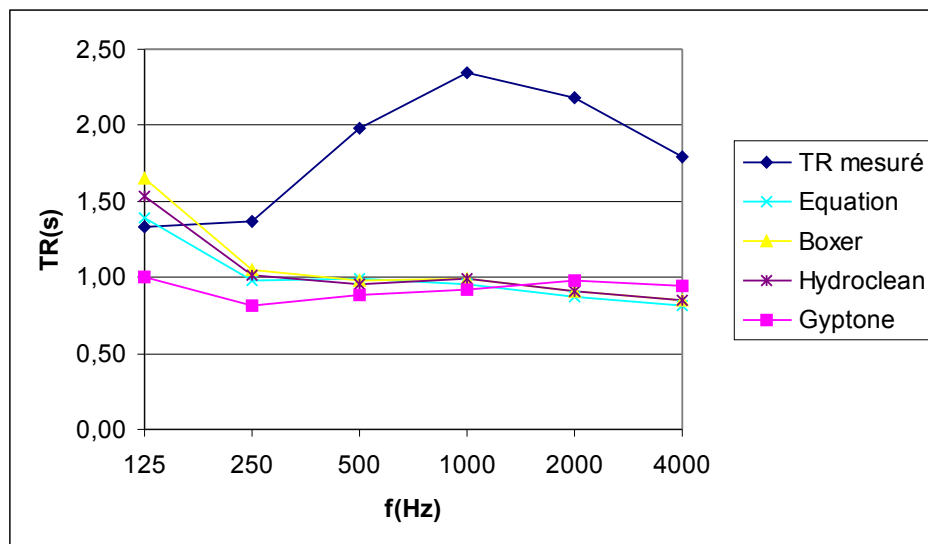


figure 27 : le temps de réverbération mesuré et ceux calculés dans le réfectoire (source: CEDIA, 2009)

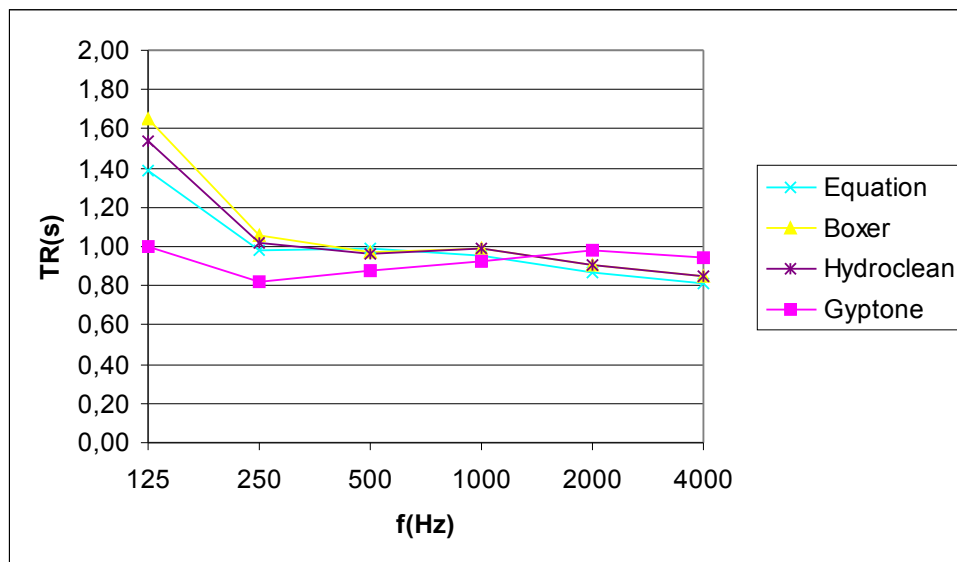


figure 28 : temps de réverbération calculés dans le réfectoire
(source: CEDIA, 2009)

Il apparaît que la répartition fréquentielle est la plus linéaire avec la combinaison de matériaux P1 et P2. Cette qualité est indispensable pour la compréhension de la parole. Par contre, avec cette combinaison, le temps de réverbération optimal est atteint avec le plus de surface à couvrir. La répartition fréquentielle est la moins linéaire avec le matériau M2 (remontée un peu trop forte à 125 Hz).

Avec les matériaux M2 et M3, le temps de réverbération optimal est atteint avec le moins de surface à couvrir. La répartition fréquentielle est un peu plus linéaire avec le matériau M3 (remontée un peu moins forte à 125 Hz).

Le matériau M2 est à utiliser si il y a des impératifs de résistances aux impacts dans ce local. Le matériau M3 est à utiliser si il y a des contraintes très fortes d'entretien.

Clauses acoustiques

Les clauses acoustiques des matériaux absorbants acoustiques envisagés dans les calculs sont les suivantes :

M1 : panneaux feuillurés en laine de roche recouverts d'une peinture blanche satinée de 20 mm d'épaisseur à placer à 20 cm du plafond et des murs, de type « Equation » de chez Eurocoustic ou équivalent ;

Le coefficient d'absorption acoustique de ce matériau, mesuré conformément à la norme belge NBN EN 20354, sera égal aux valeurs reprises dans le tableau ci-dessous à $\pm 5\%$.

f(Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
▪	0,5	0,75	0,85	0,85	0,95	0,95

M2 : panneaux en laine de roche recouverts d'un voile minéral résistant aux impacts muni d'une structure stuc projeté acoustiquement ouverte de 25 mm d'épaisseur à placer à 20 cm du plafond et des murs, de type « Boxer » de chez Rockfon ou équivalent ;

Le coefficient d'absorption acoustique de ce matériau, mesuré conformément à la norme belge NBN EN 20354, sera égal aux valeurs reprises dans le tableau ci-dessous à $\pm 5\%$.

f(Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
▪	0,4	0,75	0,9	0,85	0,95	0,95

M3 : panneaux en laine de roche recouverts d'une finition hydrofuge comportant un coating hygiénique blanc acoustiquement ouvert avec une structure stuc projeté de 20 mm d'épaisseur à placer à 20 cm du plafond et des murs, de type « Hydroclean 12 » de chez Rockfon ou équivalent ;

Le coefficient d'absorption acoustique de ce matériau, mesuré conformément à la norme belge NBN EN 20354, sera égal aux valeurs reprises dans le tableau ci-dessous à $\pm 5\%$.

f(Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
▪	0,45	0,8	0,9	0,85	0,95	0,95

P1 : dalles perforées en plâtre (18 % de taux de perforation) de 12.5 mm d'épaisseur de type « Gyptone Quattro 50 » de chez BPB ou équivalent, avec un plénum de 300 mm rempli d'un panneau de 75 mm en laine minérale ;

Le coefficient d'absorption acoustique de ce matériau, mesuré conformément à la norme belge NBN EN 20354, sera égal aux valeurs reprises dans le tableau ci-dessous à $\pm 5\%$.

f(Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
-------	-----	-----	-----	------	------	------

▪	0,7	0,9	0,85	0,8	0,7	0,65
---	-----	-----	------	-----	-----	------

P2 : panneaux perforés en plâtre (18 % de taux de perforation) de 12.5 mm d'épaisseur de type « Gyptone Line 5 » couverts d'un voile blanc acoustique de chez BPB ou équivalent, avec un plénum de 185 mm ;

Le coefficient d'absorption acoustique de ce matériau, mesuré conformément à la norme belge NBN EN 20354, sera égal aux valeurs reprises dans le tableau ci-dessous à $\pm 5\%$.

f(Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
▪	0,5	0,6	0,65	0,75	0,6	0,6

Calcul des solutions pour renforcer l'isolation acoustique du plancher entre le local vidéo et le réfectoire

Dans un premier temps les traitements envisagés s'appliqueront uniquement par en-dessous (faux-plafond). Et si ceci n'est pas suffisant des traitement seront proposés par au-dessus (chape sèche). Il est à mentionner que la norme NBN S01-400 (1991) actuelle définit les exigences suivant l'indicateur D_n . Or ce dernier est peu adapté pour les grands volumes (supérieurs à 50 m³) et dans la version actualisée de la norme pour les immeubles de logements, l'indicateur utilisé est le $D_{nT,w}$.

A titre indicatif, les isolement mesurés entre le local vidéo et le réfectoire sont repris dans le tableau 10 avec l'indice $D_{nT,w}$.

séparation	catégorie mesurée		catégorie exigée	
	D_{nT}	$D_{nT,w}+C$	D_{nT}	$D_{nT,w}+C$
aérien				
Local vidéo / réfectoire	III ^b	40	II _b ^a	46 - 51
choc	L'_n	$L'_{n,w}$	L'_n	$L'_{n,w}$
Local vidéo / réfectoire	II ^a	58	II _b ^a	64 - 61

Tableau 10
(source: CEDIA, 2009)

Il apparaît que suivant cet indice, l'isolement au bruit aérien mesuré ne répond pas à la catégorie minimale recommandée tandis que celui au bruit de choc est conforme.

Traitements

Isolation acoustique entre le local vidéo et le réfectoire

Le plancher actuel (plancher sur poutrelles métalliques, vide sans remplissage, lambris de bois) ne répond pas suivant la mesure effectuée à la catégorie II_a ($D_{n,w}+C \geq 51$ dB) pour l'isolement au bruit aérien.

Traitement par en-dessous uniquement

En remplaçant le lambris de bois sous le plancher, par 2 plaques de plâtre de 2*12.5 mm en faux-plafond, fixées sur une ossature métallique de type MSV 125 de chez Gyproc ou équivalent et en disposant dans le vide une laine minérale de 100 mm (35 kg/m³), l'isolement acoustique du plancher au bruit aérien et au bruit de choc deviendrait :

$$D_{nT,w}+C = 52 \text{ dB (I}^b\text{)} ;$$

$$L'_{nT,w} = 54 \text{ dB (II}^a\text{)}.$$

Il apparaît que les isolements au bruit aérien et au bruit de choc sont conformes. Il ne sera dès lors pas nécessaire d'envisager un traitement par au-dessus.

Le principe de montage est repris en figure 29. Le prix est d'environ 80 EUR hors TVA/m² posé de faux-plafond, soit environ 9360 EUR hors TVA posé.

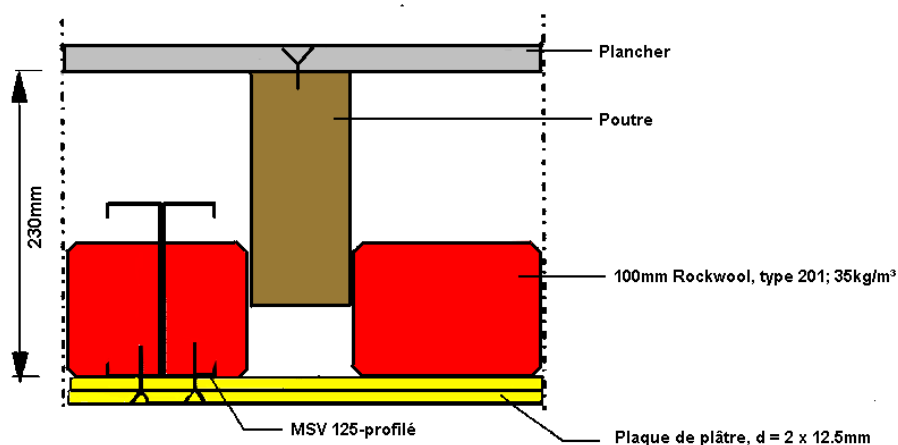


Figure 29
(source: CEDIA, 2009)

Il est à noter que les faux-plafond absorbants acoustiques proposés au point III sont à disposer sous ce faux-plafond isolant.

Alternative combinant traitement de réverbération et d'isolation acoustique

Abaissement du plafond

Pour faire des économies de chauffage, il a été envisagé de redescendre le plafond du réfectoire. Le traitement pour l'isolation acoustique, à savoir un faux-plafond composé de deux plaques de plâtre fixées à une ossature métallique, recouvertes d'une laine minérale de 100 mm pourrait être suspendu à une hauteur de 4 m. Ceci permettrait de réduire le volume du local et par-là d'économiser du chauffage et diminuer le traitement pour la réverbération.

Traitement minimal pour la réverbération

Afin d'atteindre la limite supérieure recommandée pour le temps de réverbération (1 seconde), il est nécessaire de disposer sur le plafond et les murs les quantités suivantes :

- 102 m² de matériau de type M1 sur le plafond. Le prix serait d'environ 3570 EUR hors TVA posé. Ce matériau est lavable avec une éponge humide et du détergent ;

ou

- 102 m² de matériau de type M2 sur le plafond. Le prix serait d'environ 3570 EUR hors TVA posé. Ce matériau est résistant aux impacts ;

ou

- 102 m² de matériau de type M3 sur le plafond. Le prix serait d'environ 4794 EUR hors TVA posé. Ce matériau est facilement lavable à l'eau ;

ou

- 117 m² de matériau de type P1 sur le plafond et 8 m² de matériau de type P2 sur les murs en partie supérieure. Le prix serait d'environ 6915 EUR hors TVA posé. Ce matériau faisait partie du choix de Madame Dubois.

Le temps de réverbération calculé en disposant ces quantités de matériau sur le plafond et les murs est repris dans le tableau 11 et sur la figure 30.

f(Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
102 m ² de M1 sur le plafond	1,3	0,95	1,0	1,0	0,9	0,85
102 m ² de M2 sur le plafond	1,5	1,0	0,95	1,0	0,9	0,85
102 m ² de M3 sur le plafond	1,4	0,95	0,9	1,0	0,9	0,85
102 m ² de P1 sur le plafond et 8 m ² de P2 sur les murs	0,95	0,75	0,85	0,9	1,0	0,95

Tableau 11 : Temps de réverbération calculés dans le réfectoire avec le plafond rabaissé (source: CEDIA, 2009)

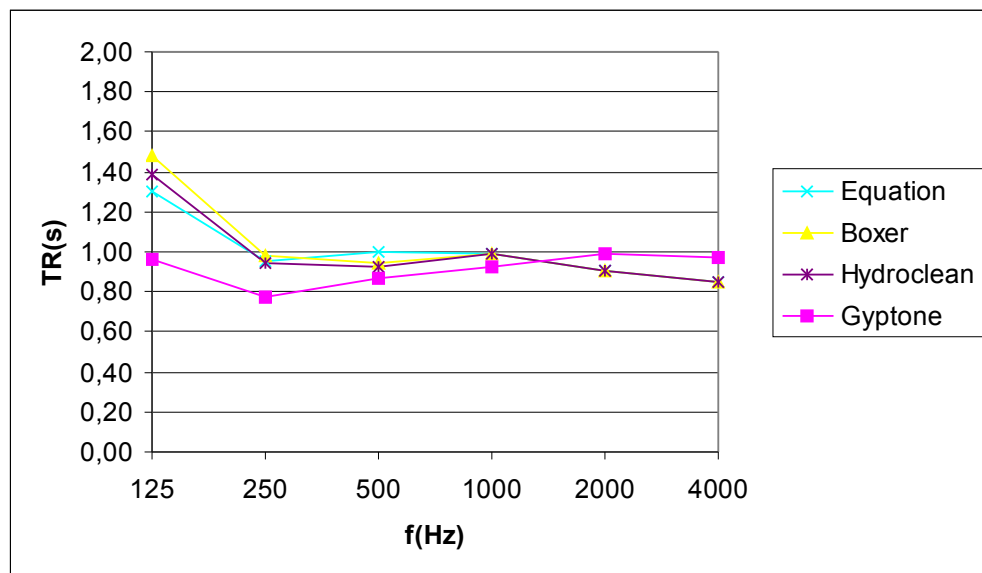


figure 30 : temps de réverbération calculés dans le réfectoire avec le plafond rabaissé (source: CEDIA, 2009)

Il apparaît que la répartition fréquentielle est la plus linéaire avec la combinaison de matériaux P1 et P2. Cette qualité est indispensable pour la compréhension de la parole. Par contre, avec cette combinaison, le temps de réverbération optimal est atteint avec le plus de surface à couvrir. La répartition fréquentielle est la moins linéaire avec le matériau M2 (remontée un peu trop forte à 125 Hz). Avec les matériaux M1, M2 et M3, le temps de réverbération optimal est atteint avec la même surface à couvrir. La répartition fréquentielle est un peu plus linéaire avec le matériau M1 (remontée un peu moins forte à 125 Hz). Le matériau M2 est à utiliser si il y a des impératifs de résistances aux impacts dans ce local. Le matériau M3 est à utiliser si il y a des contraintes très fortes d'entretien.

Conclusions

Afin d'assurer le confort acoustique dans le réfectoire de l'école 4, plusieurs matériaux absorbants acoustiques ont été proposés. Les traitements ont été dimensionnés pour atteindre la limite supérieure recommandée et en tenant compte de contraintes d'entretien et de préférence. Un traitement par le-dessous (faux-plafond) a été proposé pour renforcer l'isolation acoustique du plancher entre le local vidéo et le réfectoire. Ce traitement permet de répondre aux critères (adaptés aux grands volumes) de la norme NBN S01-400 (1991). Il est à noter que les faux-plafond absorbants acoustiques sont à disposer sous le faux-plafond isolant.

3.5. École 5

3.5.1. Description de l'école

Enseignement secondaire néerlandophone

Enseignement général et technique

Réseau scolaire libre confessionnel

Nombre d'enfants: 542

3.5.2. Description du local - problèmes relevés

Deux locaux adjacents (étude de l'un deux) présentant un problème d'isolation acoustique entre eux, mais également avec la cour de récréation et le couloir.

Longueur=7m; largeur = 6m; hauteur=3m

Il s'agit d'un problème d'isolation acoustique entre classes, voire entre classes et couloir et en façades.



*photo des classes et du couloir
(source: CEDIA, 2009)*

3.5.3. Évaluation du ressenti

Description du panel

- 3 professeurs dont la présence dans le local varie:
 - l'un 3h par semaine
 - un autre 2 fois par semaine
 - un dernier chaque jour
- 20 élèves présents chaque jour dans le local (2/3h par jour)

Expression de la gêne et des bruits

Liste des bruits:

- provenant de l'autre local: leçons orales, films, exercices oraux, professeur qui se fâche et parle, parlophone
- provenant de la cour: les enfants qui jouent (école primaire), marteau piqueur, avions
- provenant du couloir: personnes qui courent, le personnel de cuisine

Gênes ressenties:

- 7 jaunes (gênant) dont 2 professeurs
- 16 oranges (fatigant) dont 1 professeur

Remarques:

Après discussion avec les élèves et les professeurs, il semblerait que ce soit surtout l'isolation entre les deux classes qui pose problème, bien plus que les bruits issus de la cour ou du couloir. Les professeurs mentionnent toutefois qu'ils n'entendent pas en permanence le bruit de l'autre classe; le problème se présenterait surtout lorsque l'une classe entreprend un exercice oral tandis que l'autre se concentre sur un contrôle ou un exercice de réflexion. Ce problème pourrait alors être résolu partiellement par une concertation au préalable des professeurs sur leur planning de cours afin de se coordonner sur le niveau sonore commun à avoir (niveau sonore

identique: par exemple, éviter des faire un test dans l'une quand l'autre suit un exercice oral).

3.5.4. Diagnostic et mesures du bureau acoustique²⁰²¹

Les mesures d'isolement au bruit aérien entre classes et entre classes et couloir ont été réalisées suivant la norme NBN ISO 140-4 "Mesurage in situ de l'isolement aux bruits aériens entre les pièces" et les mesures de l'isolement des façades ont été réalisées suivant la norme NBN ISO 140-5 "Mesurages in situ de la transmission des bruits aériens par les éléments de façade et les façades". Les mesures ont été réalisées le 9 avril 2009 par Aude Falco et Thomas Drouet, stagiaires et Fabienne Duthoit, Ir de Recherche à la CAT CEDIA. Les mesures d'isolement au bruit aérien ont été effectuées entre les classes 1.11 et 1.10, entre le couloir et la classe 1.10 et entre les classes 1.17 et 1.10 au premier étage. La réception est chaque fois située dans la classe 1.10. Les portes des classes sont fermées lors des mesures.

Les mesures d'isolement de façade ont été réalisées pour la classe 1.17 donnant sur la cour. Quatre mesures d'isolement sont ainsi effectuées. Les résultats de ces mesures ainsi que ceux prescrits par la norme belge NBN S01-400 sont repris dans le tableau 12.

séparation	catégorie (D_n) mesurée	catégorie (D_n) exigée
classe 1.11 / classe 1.10	< IV ^b	IV ^a _b
couloir / classe 1.10	< IV ^b	IV ^a _b
classe 1.17 / classe 1.10	< IV ^b	IV ^a _b
façade classe 1.17	< V ^d	V ^d

Tableau 12
(source: CEDIA, 2009)

²⁰ Ce point reprend le rapport de mesure du CEDIA, N.Réf.: 2009/5489 - FD/fd

²¹ Pour un éclairage sur les normes acoustiques, se référer à la présentation du CEDIA (annexe 12)

Afin de répondre à la norme belge NBN S01-400, l'isolement acoustique normalisé (D_n), mesuré entre classes ou entre le couloir et une classe doit appartenir à la catégorie IV_b^a . L'indice a correspond à la catégorie recommandée pour obtenir un confort acoustique satisfaisant le plus grand nombre de personnes et l'indice b correspond à la catégorie minimale évitant une situation généralement estimée inconfortable. L'isolement de la façade d'une classe, située en catégorie 2 de bruit extérieur (quartiers résidentiels urbains) (D_n) doit appartenir à la catégorie V^d. Il apparaît que l'ensemble des isolements mesurés ne répond pas aux catégories minimales recommandées.

Mesures du niveau sonore lors du passage d'avion

A titre indicatif, le niveau sonore a été mesuré dans la classe 1.11 lors du passage d'un avion. Ce niveau est de 42 dBA.

Temps de réverbération dans les classes

A titre indicatif, le temps de réverbération mesuré dans la classe 1.10 est de 0.6 s à 1000 Hz et dans la classe 1.17, il est de 0.7 s à 1000 Hz.

Pour les locaux, où le discours doit être clair et compris, sont préférés les lieux où la réverbération est courte, mais sans que le son décroisse trop tôt, afin que les consonnes soient soutenues et les voyelles détachées. Pour une classe du volume de la classe 1.10, le temps de réverbération recommandé va de 0.4 à 0.8 seconde et pour celle du volume de la classe 1.17, il va de 0.6 à 1.2 secondes.

Les temps de réverbération mesurés dans ces 2 classes sont conformes aux limites recommandées.

3.5.5. Rapport du bureau d'étude²²²³

L'objet du présent rapport est de proposer des solutions pour résoudre le problème d'isolation acoustique entre classes de l'école 5 à Bruxelles.

Proposition de traitement pour renforcer l'isolation acoustique entre classes

L'isolement entre classes étant particulièrement déficient et gênant selon les utilisateurs, il a été convenu de traiter ce dernier.

Rendre conforme l'isolement acoustique vis-à-vis du couloir entraînerait une conception architecturale différente (suppression des vitrages).

Quand aux façades bien que peu performante, leur isolation acoustique n'est pas la source de gêne la plus forte (le niveau mesuré de 42 dBA lors du passage d'un avion est raisonnable).

Lors des mesures, des points faibles ont été détectés au niveau des jonctions des cloisons avec le plafond que ce soit entre classes ou entre classes et couloir. Il semblerait que les cloisons ne montent pas jusqu'à la dalle de sol supérieure mais s'arrêteraient à hauteur du faux-plafond absorbant acoustique.

Prolonger les cloisons entre les classes et le couloir jusqu'à la dalle de sol supérieure et assurer une étanchéité parfaite à cette jonction améliorerait en partie la situation.

Traitements

Isolation acoustique entre classes

La cloison actuelle (cloison sur ossature simple, 1 plaque Gyproc par face, sans remplissage) ne pourra pas répondre à la catégorie IV_a ($D_{n,w}+C \geq 34$ dB, même en la prolongeant jusqu'à la dalle de sol supérieure. Pour ce faire, le traitement suivant, devrait être appliqué.

²² Ce point reprend l'Étude acoustique du CEDIA, N.Réf.: 2009/5492_3-FD/fd

²³ Pour un éclairage sur les normes acoustiques, se référer à la présentation du CEDIA (annexe 12)

- remplacer la cloison par une cloison en plâtre à simple ossature de type MS100/2.50.2.A de chez Gyproc ou équivalent (2 plaques de plâtre de 12,5 mm + 40 mm de laine minérale + 2 plaques de plâtre de 12,5 mm) ou toute cloison en plâtre dont l'indice d'affaiblissement acoustique mesuré en laboratoire pour un bruit rose à l'émission est de $R_w+C \geq 48$ dB.

Cette cloison devra monter jusqu'à la dalle de sol supérieure et l'étanchéité entre la cloison et les parois périphériques (sol, plafond, façade, mur du couloir) devra être parfaite. Le prix est d'environ 60 EUR hors TVA/m² posé de cloison, soit plus ou moins 1687 EUR hors TVA pour une cloison. Le principe de pose est repris sur la figure 31.

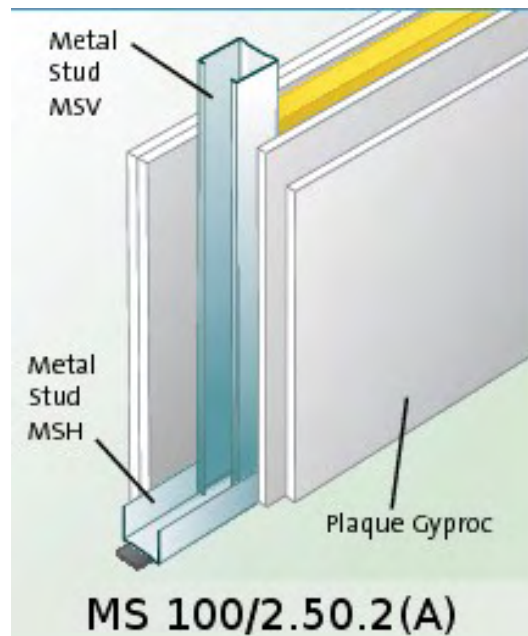


figure 31
(source: CEDIA, 2009)

3.6. École 6

3.6.1. Description de l'école

Enseignement primaire et secondaire francophone

Enseignement général et technique

Réseau libre confessionnel

3.6.2. Description du local - problèmes relevés

Salle polyvalente, utilisée principalement comme salle de sport et salle de fête. Un vestiaire fait partie intégrante de la salle, séparé uniquement par des parois et un étage.

Longueur=0,3m; largeur=10m; hauteur=5m

Il s'agit d'un problème de réverbération.



*photo de la salle polyvalente
(source: CEDIA, 2009)*

3.6.3. Évaluation du ressenti

Description du panel

- 2 professeurs (dont 1 professeur de gym)
- 1 éducateur
- 1 conseillère en prévention
- 16 élèves:
 - 3 de 1ère secondaire
 - 5 de 2ème secondaire
 - 3 de 3ème secondaire
 - 3 de 4ème secondaire
 - 1 de 5ème secondaire
 - 1 de 6ème secondaire

Expression de la gêne et des bruits

Liste des bruits et niveau de gêne de chacun:

- 20 db: professeur de gym
- 40 db: animation, résonance
- 50db: groupe extracteur d'air, lumières
- 60 db: réunion de parents, ping pong, balles
- 70db: netball, cris
- 80 db: volleyball, échos
- 90 db: fête, vestiaire

Gênes ressenties²⁴:

- vert (calme): 3 (3 élèves de 4ème secondaire)
- jaune (gênant): 8 (2 élèves de 1ère secondaire)

²⁴ Tous les participants n'ont pu choisir les couleurs, certains n'ayant participé à la totalité de l'animation

- (1 élève de 2ème secondaire)
- (2 élèves de 3ème secondaire)
- (1 élèves de 6ème secondaire)
- (2 professeurs dont celui de gym)
- orange (fatigant): 7
 - (1 élève de 1ère secondaire)
 - (2 élèves de 2ème secondaire)
 - (1 élève de 5ème secondaire)
 - (1 éducateur)
 - (1 professeur de gym)

Remarques:

Certains professeurs du panel ont fait remarquer que la présence de personnes dans la salle amoindri le bruit. Les vestiaires se trouvant en haut du local émettent un bruit important selon le professeur de gym, bruit difficile à gérer lorsqu'un cours a lieu a même temps dans la salle. Une solution de réorganisation du planning pourrait être envisagée afin d'éviter de telles situations.

3.6.4. Diagnostic et mesures du bureau acoustique²⁵²⁶

Une série de mesures de temps de réverbération ont été réalisées dans ce local, le 7 avril 2009 par Aude Falco et Thomas Drouet, stagiaires et Fabienne Duthoit, Ir de Recherche à la CAT CEDIA. Le but de ces mesures est de quantifier la réverbération actuelle de cette salle et par là, de déterminer les traitements à apporter pour atteindre le temps de réverbération assurant le confort acoustique recommandé.

²⁵ Ce point reprend le rapport de mesure du CEDIA, N.Réf.: 2009/5489 - FD/fd

²⁶ Pour un éclairage sur les normes acoustiques, se référer à la présentation du CEDIA (annexe 12)

Valeurs optimales du temps de réverbération

Vu qu'il s'agit d'une salle polyvalente, les valeurs recommandées de réverbération varient suivant l'usage. Pour le théâtre et les conférences, où le discours doit être clair et compris, sont préférés les lieux où la réverbération est courte, mais sans que le son décroisse trop tôt, afin que les consonnes soient soutenues et les voyelles détachées. La répartition fréquentielle doit être la plus linéaire possible afin d'obtenir une salle neutre, qualité indispensable pour l'intelligibilité d'un discours. Pour une salle de ce volume, le temps de réverbération recommandé pour la parole en audition directe va de 0.85 à 1 seconde et il est de 1.1 seconde s'il s'agit de théâtre.

Pour la musique, le temps de réverbération requis dépend du type de musique envisagé (musique de chambre, orchestre symphonique, chœurs,...). Un temps de réverbération trop long crée un flou, un manque de précision, de netteté. Un temps de réverbération trop court crée une impression de sécheresse, de matité, de dureté, le rendement de la salle est faible. Pour la musique de chambre et le jazz, le T_R optimum dans cette salle est de 1,2 secondes. Dans le cas d'une amplification électronique, plus le temps de réverbération est court, plus il est facile de sonoriser la salle. Pour une salle de sport, le temps de réverbération maximum recommandé est de 1.5 secondes.

Pour ce type de salle polyvalente, le temps de réverbération devrait donc être inférieur à 1.5 secondes et de préférence approcher 1 seconde.

Description et analyse de la mesure du temps de réverbération

Les mesures de temps de réverbération ont été réalisées en quatre positions différentes source-récepteur. Ces temps de réverbération sont repris dans le tableau 13 ainsi que sur la figure 32.

f(Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
TR1 (s)	4,5	3,7	4,2	4,75	4,55	3,35
TR2 (s)	4,05	3,75	4,2	4,7	4,5	3,3
TR3 (s)	4,95	3,75	4,25	4,75	4,4	3,35

TR4 (s)	4,1	3,85	4,25	4,8	4,5	3,3
TRmoyen (s)	4,4	3,75	4,2	4,75	4,5	3,35

Tableau 13 : Temps de réverbération mesurés dans la salle polyvalente (source: CEDIA, 2009)

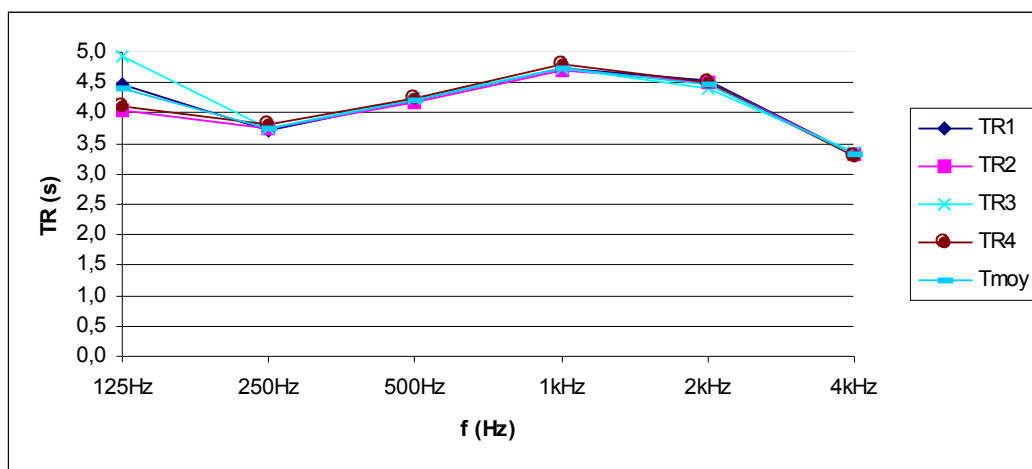


figure 32 : Temps de réverbération mesurés dans la salle polyvalente (source: CEDIA, 2009)

Le temps de réverbération mesuré dans ce local vaut approximativement 4.75 secondes à 1000 Hz. Ce temps de réverbération est très nettement supérieur à la limite maximale recommandée (1.5 voire 1 seconde).

Mesure du niveau de bruit généré par la ventilation

Au vu de la gêne ressentie, due au niveau sonore généré par le système de ventilation, que ce soit à l'extérieur au droit des fenêtres des classes ou à l'intérieur de la salle polyvalente, des mesures du niveau de bruit généré par ce dernier ont été réalisées. Les bruits générés par les équipements dans une salle polyvalente ou dans une classe ne devraient pas dépasser la valeur limite de 35 dBA. De ce fait au droit des façades et notamment des fenêtres, il est conseillé de ne pas dépasser 40 dBA.

Le niveau sonore mesuré au centre de la salle lorsque la ventilation est en régime 2 est de 53 dBA et lorsqu'elle est en régime 1, il est de 44.5 dBA. Ces niveaux sont supérieurs à la limite recommandée (35 dBA).

A l'extérieur, au droit des fenêtres des classes du rez-de-chaussée, le niveau sonore mesuré lorsque le groupe de ventilation est en fonctionnement est de 57.5 dBA. Il est à noter que le bruit de fond environnant est relativement important et supérieur à la limite de 40 dBA.

3.6.5. Rapport du bureau d'étude²⁷²⁸

L'objet du présent rapport est de proposer des solutions pour résoudre le problème d'excès de réverbération dans la salle polyvalente de l'école 6

Calcul des solutions pour améliorer le temps de réverbération

A partir de l'estimation des coefficients d'absorption acoustique des différents matériaux constituant la salle polyvalente et du volume de celle-ci, on peut calculer le T_R du local. Les coefficients d'absorption des différents matériaux sont ajustés de telle manière que le T_R calculé et le T_R mesuré soient identiques.

Traitements

Présentation des produits

Afin d'atteindre un temps de réverbération voisin de 1 seconde, pour la gamme de fréquence la plus large possible, des matériaux acoustiques absorbants devront être disposés sur le plafond et/ou les murs. Vu l'usage de cette salle en hall de sports, les matériaux proposés sont résistants aux chocs. Le temps de réverbération étant particulièrement élevé et la salle disposant de nombreux vitrages, un seul matériau était suffisamment performant pour améliorer l'acoustique au vu des surfaces disponibles.

Les matériaux envisagés dans les calculs sont les suivants :

T1 : panneaux en laine de roche de 40 mm d'épaisseur recouverts d'une finition
voile minéral peint en blanc renforcé d'une grille de verre à suspendre au

²⁷ Ce point reprend l'Étude acoustique du CEDIA, N.Réf.: 2009/5492_3-FD/fd

²⁸ Pour un éclairage sur les normes acoustiques, se référer à la présentation du CEDIA (annexe 12)

plafond avec un plénum de 20 cm de type « SPORTFON » de chez Rockfon ou équivalent. La fiche technique de ce produit reprenant les caractéristiques acoustiques, de résistance au feu, d'entretien... est annexée au rapport (annexe 29). Le prix est d'environ 80 à 85 EUR/m² posé. Le principe de pose est repris sur la figure 33.

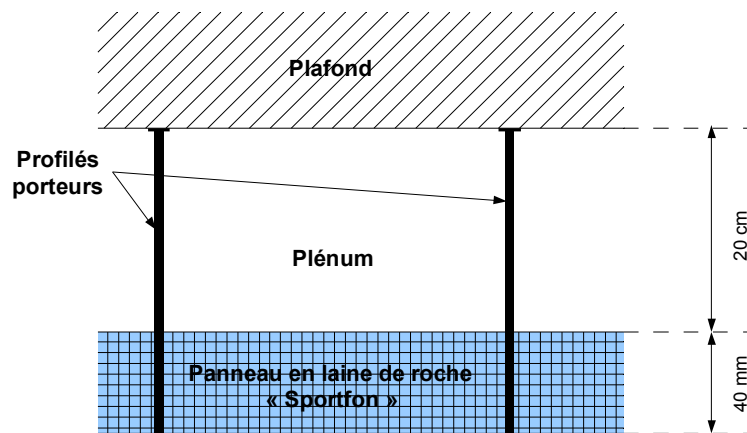


figure 33
(source: CEDIA, 2009)

T2 : panneaux en plaques de plâtre de 12.5 mm d'épaisseur recouverts d'un panneau de 75 mm de laine minérale à disposer sur les murs avec un plénum de 10 cm de type « Gyptone Base » de chez BPB ou équivalent. La fiche technique de ce produit reprenant les caractéristiques acoustiques, de résistance au feu, d'entretien... est annexée au rapport (annexe 29). Le prix est d'environ 40 EUR/m² posé. Le principe de pose est repris sur la figure 34.

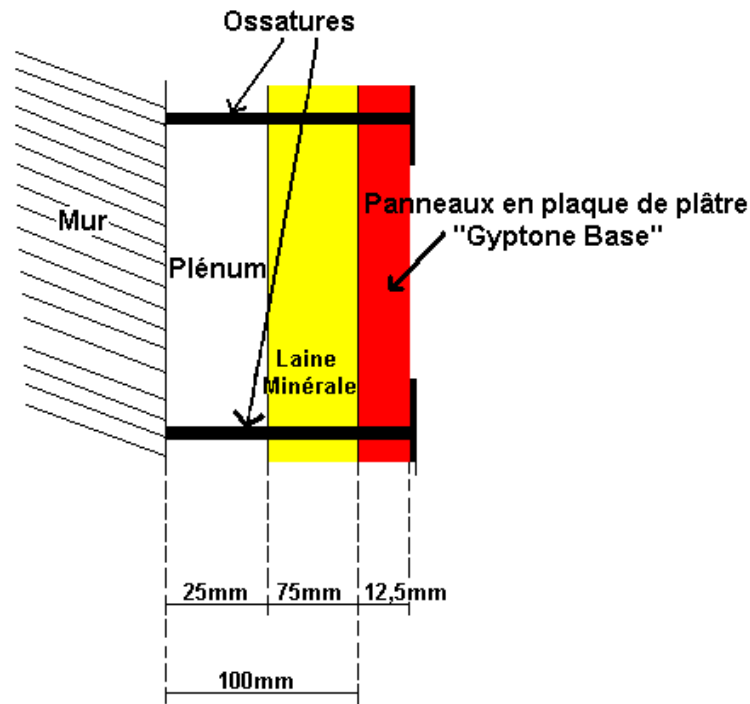


figure 34
(source: CEDIA, 2009)

Traitement minimal

Afin d'atteindre le temps de réverbération recommandé (1 seconde), il est nécessaire de disposer sur le plafond et les murs les quantités suivantes :

- 346 m² de matériau de type T1 sur le plafond et 122 m² sur les murs (en partie supérieure au-dessus de 2 m) ainsi que 96 m² de matériau de type T2 sur les murs (en partie inférieure). Le prix serait d'environ 43620 EUR hors TVA posé. Ces surfaces sont représentées sur l'annexe 28 (T1 en jaune et T2 en rose).

Le matériau de type T2 a été ajouté pour linéariser le temps de réverbération avec la fréquence, indispensable dans le cas d'une salle de spectacle, pour l'intelligibilité de la parole.

Le temps de réverbération calculé en disposant ces quantités de matériaux sur le plafond et les murs est repris dans le tableau 14 et sur les figures 35 et 36.

f(Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
346 m ² de T1 sur le plafond + 122 m ² de T1 sur les murs + 96 m ² de T2 sur les murs	1,5	1,0	1,0	1,0	1,0	0.95

Tableau 14 : Temps de réverbération calculés dans le réfectoire
(source: CEDIA, 2009)

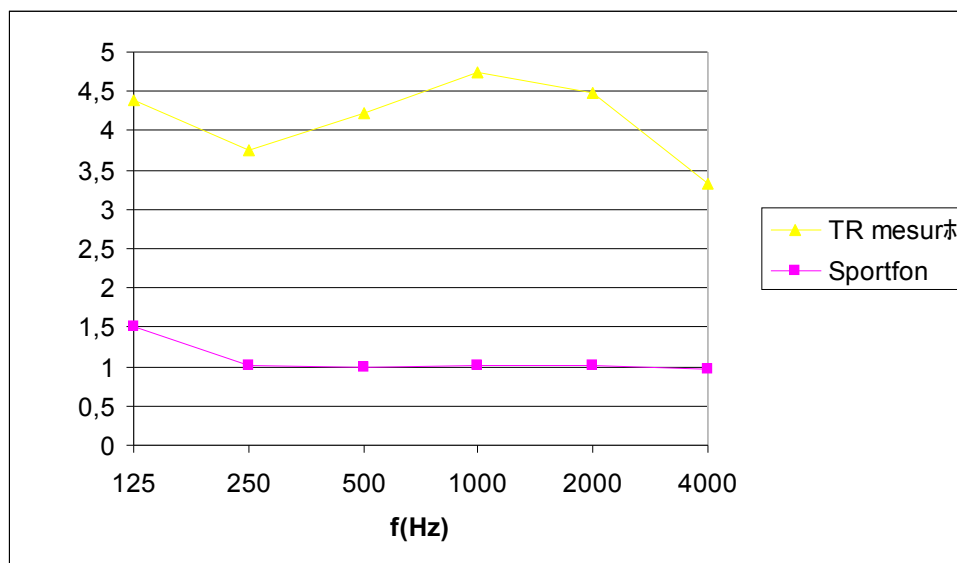


figure 35 : le temps de réverbération mesuré et celui calculé dans la salle polyvalente
(source: CEDIA, 2009)

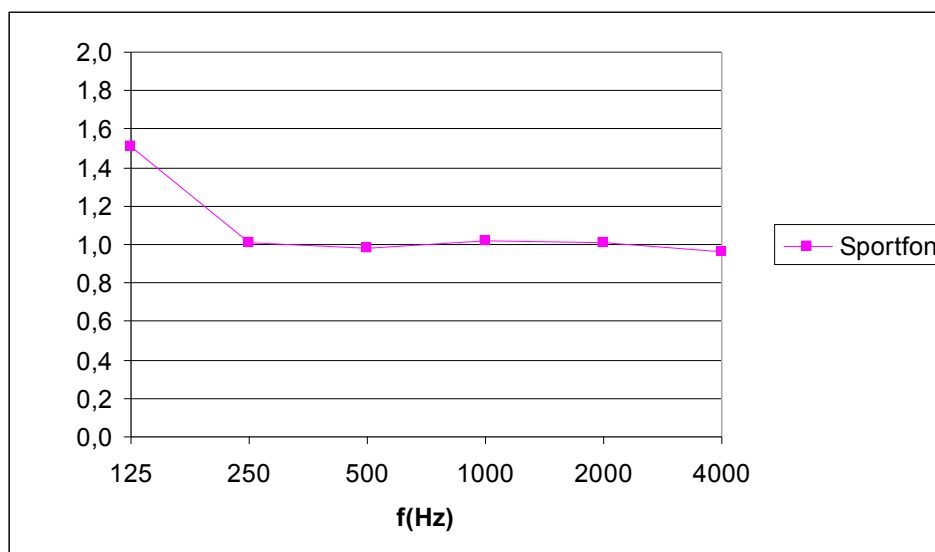


figure 36 : temps de réverbération calculé dans la salle polyvalente
(source: CEDIA, 2009)

La valeur optimale du temps de réverbération est atteinte avec ces quantités placées sur le plafond et sur les murs. La répartition fréquentielle est plus ou moins linéaire (remontée un peu trop forte à 125 Hz).

Clauses acoustiques

Les clauses acoustiques des matériaux absorbants acoustiques envisagés dans les calculs sont les suivantes :

T1 : panneaux en laine de roche recouverts d'une finition voile minéral peint renforcé d'une grille de verre de 40 mm d'épaisseur à placer à 20 cm du plafond et des murs, de type « SPORTFON » de chez Rockfon ou équivalent ;

Le coefficient d'absorption acoustique de ce matériau, mesuré conformément à la norme belge NBN EN 20354, sera égal aux valeurs reprises dans le tableau ci-dessous à $\pm 5\%$.

f(Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
▪	0,45	0,85	0,95	0,95	0,95	0,95

T2 : plaques de plâtre disposées à 10 cm des murs, recouvertes d'une laine minérale de 75 mm d'épaisseur placée dans le plénum de 10 cm, de type « Gyptone base » de chez BPB ou équivalent ;

Le coefficient d'absorption acoustique de ce matériau, mesuré conformément à la norme belge NBN EN 20354, sera égal aux valeurs reprises dans le tableau ci-dessous à $\pm 5\%$.

f(Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
▪	0,6	0,35	0,15	0,05	0,05	0,02

Bruit d'équipement

Dans les salles de classes, selon la norme belge NBN S01-401 (1987), définissant les valeurs limites des niveaux de bruit en vue d'éviter l'inconfort dans les bâtiments (l'environnement extérieur est en catégorie 2 : quartier résidentiel urbain), la valeur limite est de 35 dBA. De ce fait au droit des façades et notamment des fenêtres, il

est conseillé de ne pas dépasser 40 dbA. A l'extérieur, au droit des fenêtres des classes du rez-de-chaussée, le niveau sonore mesuré lorsque le groupe de ventilation est en fonctionnement est de 57.5 dbA. Il est à noter que le bruit de fond environnant est relativement important et supérieur à la limite de 40 dbA.

Dans la norme belge NBN S01-401 (1987), la salle polyvalente n'est pas reprise directement dans la dénomination des locaux. Par contre, dans le « Building Bulletin 93 : Acoustic Design of Schools, a design guide » ce type de local est mentionné et le niveau de bruit y est limité à 35 dbA. Cette valeur correspond à la valeur limite imposée par la norme belge NBN S01-401 (1987) pour les salles de conférence.

Le niveau sonore mesuré au centre de la salle lorsque la ventilation est en régime 2 est de 53 dbA et lorsqu'elle est en régime 1, il est de 44.5 dbA.

Ces niveaux sont supérieurs à la limite recommandée (35 dbA).

Deux défauts importants ont été repérés lors des mesures :

- au niveau de la pulsion, des silencieux sont disposés dans le mur à la sortie du groupe. Or, il apparaît que le resserrage autour de ces derniers n'est pas correctement réalisé (cfr photo sur la figure 37). Ceci permet un passage privilégié pour le bruit extérieur généré par les groupes. Il est vivement conseillé d'effectuer le resserrage autour de ces silencieux, soit en maçonnerie, soit en bourrant avec de la laine minérale.



*figure 37 : pulsion
(source: CEDIA, 2009)*

- au niveau de l'extraction, le jour est visible autour du passage de la gaine à travers la façade (cfr photo sur la figure 38). Ceci permet un autre passage privilégié pour le bruit extérieur généré par les groupes. Il est vivement conseillé de renforcer la façade autour du percement (doubler la plaque et assurer une étanchéité parfaite).



figure 38 : Extraction

A l'avenir, il est conseillé, afin d'être conforme à la norme NBN S01-401, pour toute acquisition d'équipements techniques, de mentionner les limites suivantes à faire respecter :

- 30 dBA : dans les salles de musique ;
- 35 dBA : dans les salles de cours et d'étude et la salle polyvalente ;
- 40 dBA : dans les salles de gymnastique ;
- 45 dBA : dans les réfectoires ;
- 55 dBA : dans les laboratoires et salles d'ordinateurs.

Vu que cette norme est appelée à être actualisée, nous conseillons pour les laboratoires et les salles d'ordinateurs, une limite de 40 dBA. Cette valeur est extraite du « Building Bulletin 93 : Acoustic Design of Schools, a design guide », une référence pour l'acoustique scolaire.

Conclusions

Afin d'assurer le confort acoustique dans la salle polyvalente de l'école 6, plusieurs matériaux absorbants acoustiques ont été proposés. Le traitement a été dimensionné pour atteindre la limite optimale recommandée et en tenant compte de contraintes de résistance aux impacts.

4. PERSPECTIVES

« et maintenant, je suis telle école, comment je m'y prends? »

Afin de soutenir les 6 écoles du projet pilote dans la compréhension et la mise en œuvre des propositions du bureau acoustique, une réunion rassemblant les différents acteurs du projet (Bruxelles Environnement, le bureau acoustique CEDIA, les écoles en projet ainsi que les acteurs institutionnels de l'enseignement) a été organisée le 24 août 2009 (annexe 10, annexe 11²⁹ et annexe 12). Dans le cadre de cette réunion, l'échange entre les participants a permis de mettre en exergue certains points ou questionnements importants pour les écoles qui voudraient mettre en œuvre des travaux de nature acoustique:

4.1. Problèmes financiers des écoles

- Les écoles désireuses de réaliser des travaux d'amélioration acoustique du bâtiment rencontrent bien souvent des problèmes de financement du projet. Pour les 6 écoles en projet, **une fiche technique** a été réalisée par le bureau acoustique, précisant les matériaux à utiliser, mais également les règles à suivre pour poser ce matériel de façon à ce qu'il remplisse le résultat acoustique attendu. L'utilisation de **professionnels** est recommandée (la fiche technique servant alors de clause technique pour le fabricant et l'entrepreneur), mais il peut parfois être possible de diminuer ses coûts en demandant à l'**association des parents, ouvriers** de l'école ou de la commune, de faire les travaux à la place des professionnels. Il reste toutefois un danger dans la mise en œuvre (substitution de matériaux, conditions de pose non respectées, etc) ayant un impact sur le résultat obtenu, dans la durabilité du projet (travail moins bien fait qui durera moins longtemps) mais également dans la responsabilité de l'école (« et si le faux plafond tombe? »). Quelle que soit la solution choisie, il est primordial de respecter, par rapport à la fiche technique reçue, les points suivants:

1. bien choisir son matériau

²⁹ Ce document renseigné en annexe 11 reste confidentiel

2. respecter les conditions de placement du matériau

- En ce qui concerne **l'octroi de subsides**, au niveau de la Communauté Française, il est important de noter que la notion de bruit est aujourd'hui acceptée dans les dossiers de demande de travaux dans les écoles, et ceci en priorité 3 (nouvelle mesure récente datant du mois de mai 2009). Cette thématique est également portée au niveau du SEGEC (Secrétariat Général de l'Enseignement Catholique en Communauté Française), et suivie notamment par Mr Lattenist, conscient de cette problématique. Un cas concret illustre ici cette opportunité: une école pilote a aujourd'hui bénéficié d'un subside suite à l'introduction d'un dossier à la Communauté Française ; le rapport d'étude du bureau acoustique appuie fortement la demande de l'école, il la valide et il servira de guide à la réalisation des travaux afin d'éviter un cas de figure trop souvent vécu : une rénovation de locaux qui n'entraîne aucune amélioration acoustique voire une détérioration et, par corollaire, une impossibilité pour l'école d'engager de nouveaux frais.

4.2. Information et sensibilisation

4.2.1. Au niveau technique

En amont des travaux

Il s'avère important d'informer directement les **personnes en charge des travaux** (architectes, entrepreneurs, etc) des problématiques acoustiques rencontrées. Le cahier des charges des travaux peut ainsi contenir, par exemple, les résultats de réverbération garantis (mentionnés dans la fiche technique) à imposer au professionnel qui va entreprendre les travaux.

Au sein de l'établissement, il est également nécessaire d'informer **toute personne décisionnaire** de l'aspect acoustique des locaux, ceci afin qu'il soit pris en compte lors de travaux de rénovation ou de construction divers.

Enfin, il est important que les écoles restent attentives aux **mesures de bruit des équipements** qu'elles achètent. Il s'avère également nécessaire d'exiger ces mesures des fournisseurs, et de placer finalement tout équipement en connaissance de cause (distributeurs de boissons, radiateurs, ventilation, ...).

En aval des travaux

Suite aux travaux de rénovation acoustique entrepris, des mesures peuvent être réalisées (notamment par Bruxelles Environnement), afin d'avoir un point de comparaison avec les mesures faites avant les travaux. L'école peut donc vérifier que ces mesures correspondent bien à ses attentes (mentionnées dans la fiche technique). Il s'avère toutefois nécessaire de **diffuser ces informations au sein du monde scolaire**, et ceci dans le cadre d'un échange de bonnes pratiques; il faut en effet montrer la faisabilité de tels projets, notamment pour les écoles désireuses de prendre en compte cette thématique dans leurs travaux.

De plus, **les utilisateurs des locaux** étant les plus concernés par une amélioration de l'acoustique, il est important de les impliquer dans le projet (si possible en amont) et de les informer des modifications réalisées ainsi que les raisons de ces dernières. Élèves, professeurs ou surveillants, ils se sentiront concernés directement et auront tendance à développer plus de respect pour ce nouveau matériau.

4.2.2. Au niveau comportemental

Bruxelles Environnement propose toutes sortes de **pistes de sensibilisation** du monde scolaire à la problématique du bruit. Si des changements techniques sont possibles, d'autres changements comportementaux sont également envisageables et peuvent venir compléter (ou précéder) tous travaux acoustiques dans l'établissement. Des animations, des formations ou des outils pédagogiques sur la thématiques peuvent y être trouvés. Plusieurs piste de sensibilisation peuvent être suggérées:

- évaluation du ressenti selon des méthodologies simples et efficaces;
- réflexion et mise en œuvre de solutions légères par les occupants des locaux;
- information sur les travaux à mener et en cours;
- introduction de la problématique dans les cours;
- etc.

4.3. L'aspect santé

Il s'avère important pour les écoles du projet que l'aspect santé soit mis en exergue dans leur dossier. Or, les analyses acoustiques et du ressenti ne parlent que de « **confort** » **acoustique**, mot qui a, bien sûr, moins d'impact lorsque le dossier doit être soumis à acceptation d'un (ou d'un groupe) de décideurs. La santé acoustique rejoint ici la notion de **qualité de l'enseignement**: elle touche à **l'intelligibilité** du discours, mais également à **l'irascibilité et à l'agressivité** des utilisateurs de ces locaux. Différentes pistes de ressources complémentaires au dossier sont proposées au point suivant afin de renforcer cet aspect santé.

4.4. En pratique

Conseils: Le bureau acoustique du CEDIA reste disponible pour des questions relatives aux projets en cours. Il sont également en contact avec des entrepreneurs expérimentés en acoustique.

f.duthoit@ulg.ac.be ou jean.nemerlin@ulg.ac.be

Matériaux: Le centre urbain dispose de conseillers en rénovation acoustique du bâtiment et en matériaux nécessaire.

www.curbain.be

Information: Le site de Bruxelles Environnement regorge d'informations sur la thématique du bruit et de l'acoustique. Il propose également des animations, formations et toutes sortes d'outils pédagogiques sur le bruit

www.bruxellesenvironnement.be

Le site des Rencontres Jeunes et Bruit, organisées en novembre 2008, et rassemblant tous les acteurs du bruit, propose toutes les conférences en podcast ainsi que le Bilan et Perspectives de ces Rencontres.

www.onvasentendre.be

Active depuis 5 ans dans les écoles, Empreintes asbl propose des animations et formations pour enseignants, surveillants et direction sur la thématique du bruit.

www.empreintesasbl.be

Santé: Bruxelles Environnement organise le 30 octobre 2009 une conférence sur l'acoustique en milieu scolaire, abordant l'aspect santé et pratique par des visites de terrain.

mfd@ibgebim.be

Le site des Rencontres Jeunes et Bruit présente également des informations sur l'aspect santé

www.onvasentendre.be

Le site du Bureau International d'AudioPhonologie traite de l'intelligibilité de la parole, et propose un rapport de deux pages chiffré sur la thématique

www.biap.org

CONCLUSION

Les résultats du rapport d'étude du bureau acoustique soulignent l'importance des **problèmes de réverbération** dans les 6 écoles visitées (problèmes bien plus importants que celui de l'isolation acoustique). Ce constat rejoint celui de la synthèse des problèmes acoustiques rencontrés dans les 28 candidatures reçues. En se basant sur ce panel de 6 écoles étudiées et sur l'analyse de ces 28 candidatures reçues, nous pourrions donc en conclure que la réverbération serait le **principal problème acoustique** rencontré dans les locaux scolaires. Une connaissance de cette problématique en amont de la construction de nouveaux bâtiments scolaires permettrait sans doute d'y remédier à la source. D'où l'importance de diffuser de telles informations à destination du secteur de la construction.

Il est également important de noter que les 6 écoles sélectionnées semblent avoir correctement **identifié leurs problèmes acoustiques**, problèmes qui ont ensuite été confirmés par l'étude du bureau acoustique. Ce point particulier permet de mettre en exergue l'importance de **l'avis des utilisateurs des locaux** sur les nuisances rencontrées, cet avis étant en effet proche de la réalité mesurée. L'avis des utilisateurs, ainsi que **leur compétence dans leur compréhension du milieu** de vie constituent l'opportunité d'un lien fort entre l'évaluation du ressenti et la mesure objective.

En trois semaines de temps, depuis l'ouverture jusqu'au-delà de la clôture des candidatures des écoles au projet pilote, 36 formulaires ont été envoyés! Toutes ces écoles présentaient des problèmes d'acoustique dans leur bâtiment. Afin de respecter les conditions de sélection, seules les 28 candidatures envoyées dans le temps impartis ont été prises en compte. Cette demande importante de participer à un tel projet traduit **l'intensité de la problématique au sein des établissements scolaires** aujourd'hui, ainsi que le peu de réponses données à ce jour. Il s'avère donc nécessaire de poursuivre ce projet vers une prise en compte de la problématique acoustique des écoles par les responsables politiques.

LISTE DES ANNEXES

1. Courrier à destination des directions d'écoles – appel à candidatures
2. Descriptif du projet à destination des écoles
3. Formulaire de candidature des écoles
4. Liste des contacts et base de donnée des écoles candidates
5. Proposition de sélection des écoles
6. Courrier à destination des écoles sélectionnées
7. Courrier à destination des écoles non retenues
8. Liste des bureaux acoustiques
9. Descriptif du projet à destination des bureaux d'expertise acoustique
10. Courrier d'invitation des acteurs à la réunion finale du projet
11. Liste des participants à la réunion finale
12. Présentation du bureau acoustique du CEDIA pour la réunion finale
13. Annexe 13: proposition Ecole 1
14. Annexe 14: proposition Ecole 1
15. Annexe 15: proposition Ecole 1
16. Annexe 16: proposition Ecole 1
17. Annexe 17: proposition Ecole 2
18. Annexe 18: proposition Ecole 2
19. Annexe 19: proposition Ecole 2
20. Annexe 20: proposition Ecole 2
21. Annexe 21: proposition Ecole 3
22. Annexe 22: proposition Ecole 3
23. Annexe 23: proposition Ecole 3
24. Annexe 24: proposition Ecole 3
25. Annexe 25: proposition Ecole 4
26. Annexe 26: proposition Ecole 4

27. Annexe 27: proposition Ecole 4
28. Annexe 28: proposition Ecole 6
29. Fiches techniques des matériaux proposés