



Comment améliorer le confort acoustique dans les écoles existantes ?

Présentation de la méthodologie via des cas concrets

Naïma Gamblin

ASM Acoustics SRL



I. PRÉSENTATION DE L'ORATEUR/ORATRICE

Avec plus de 20 ans d'expérience, Naïma Gamblin, diplômée en acoustique et vibrations, est la directrice et fondatrice d'ASM Acoustics. Aujourd'hui l'équipe est composée de 5 personnes et a rejoint le bureau STRATEC. Nous menons nos missions en acoustique de l'environnement et du bâtiment en parfaite autonomie, tout en développant de nouvelles compétences grâce à la synergie ASM Acoustics – Stratec.

A travers des cas concrets, le but de la présentation est de présenter la méthodologie suivie dans le cadre des études menées en vue d'améliorer le confort acoustique dans les établissements scolaires.



OBJECTIFS DE LA PRÉSENTATION

Les points abordés sont les suivants :

- La démarche de la commune
- Identifier les points d'attention
- Etablir le diagnostic
- Définir les solutions les plus adaptées
- Suivre les étapes du chantier



PLAN DE L'EXPOSÉ

I. INTRODUCTION

II. CAS DE L'ECOLE SAINT-JOSSE

III. CAS DES ECOLES D'IXELLES

IV. CAS DES ECOLES DE JETTE

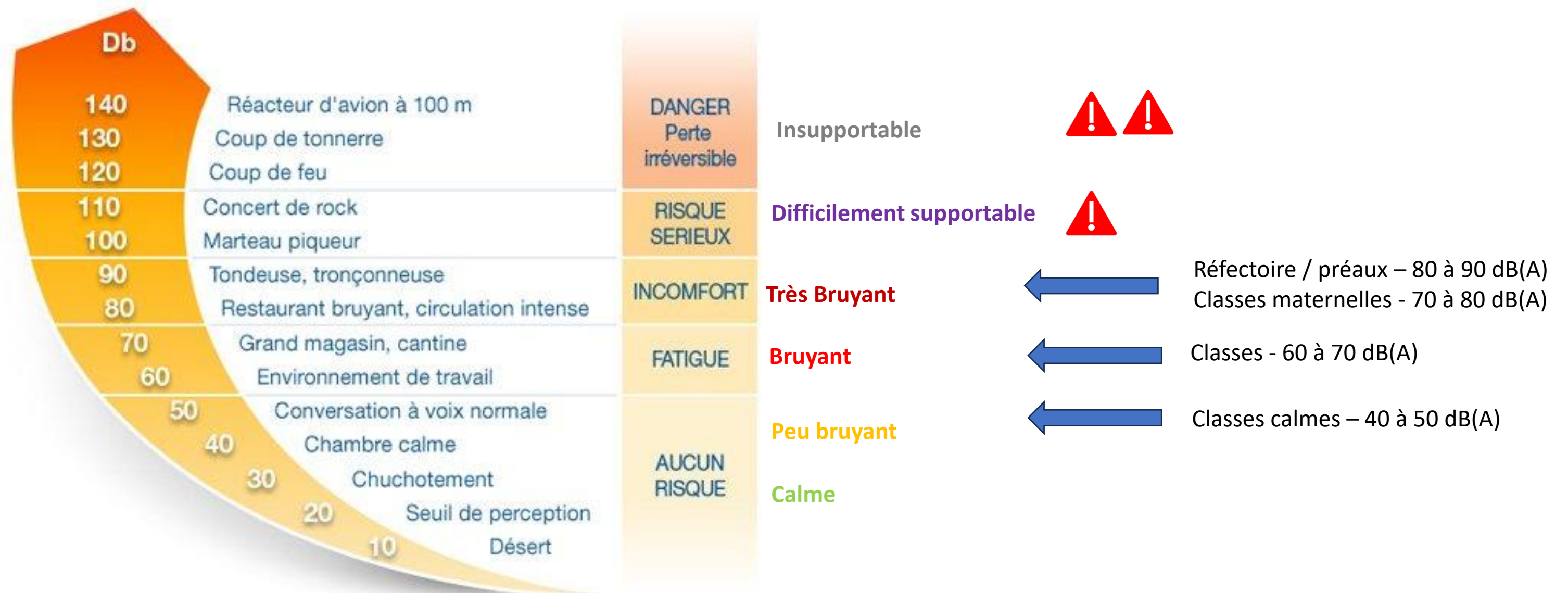


I. INTRODUCTION



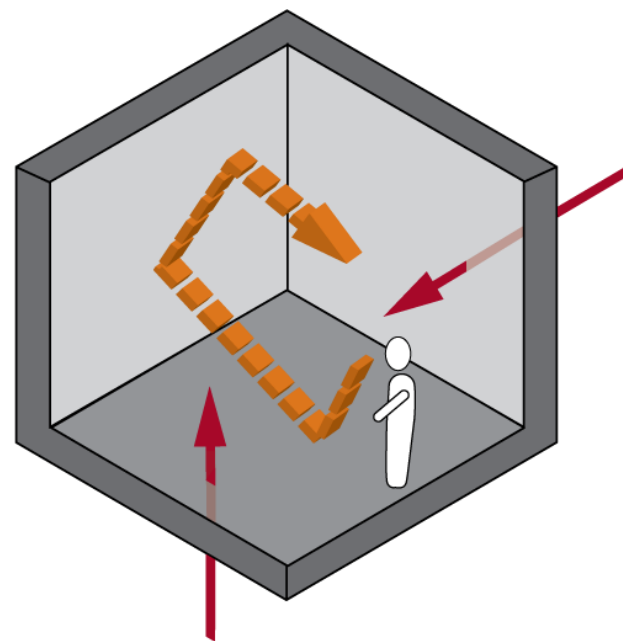
I. INTRODUCTION

Echelle de bruit



I. INTRODUCTION

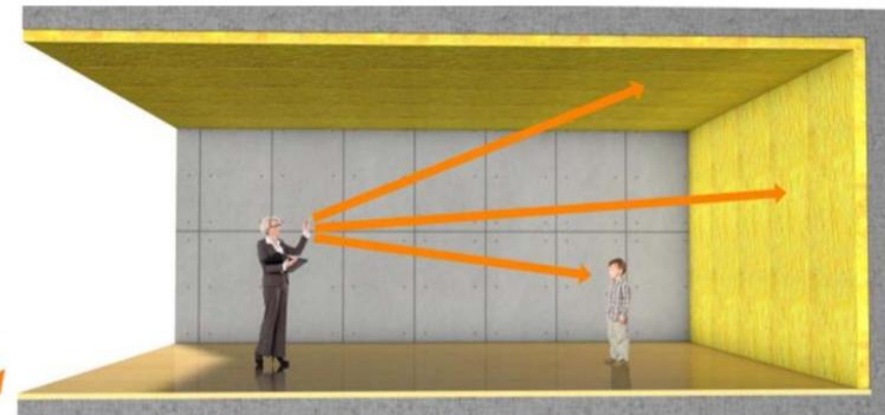
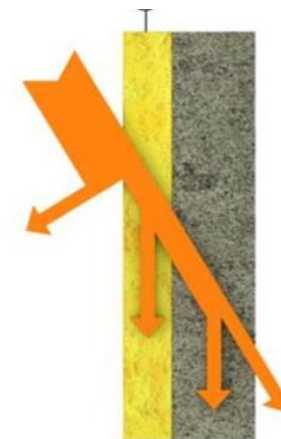
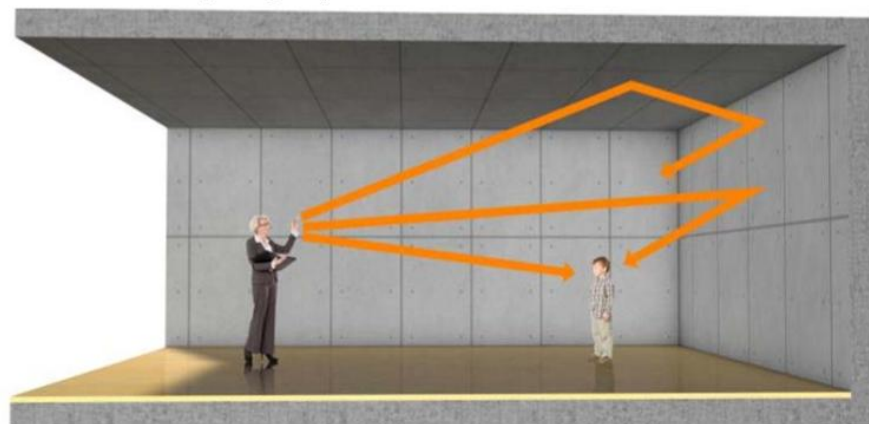
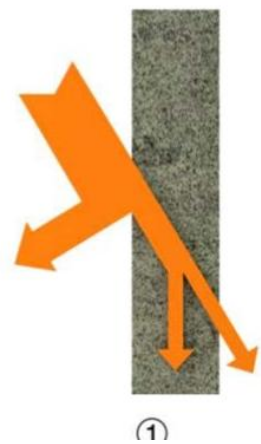
Rappel notion de réverbération des locaux



Ne pas confondre absorption du bruit avec isolement !!

L'absorption permet de réduire la réverbération dans les locaux. Elle améliore le confort, la réduction du bruit en fonction de la distance et l'intelligibilité de la parole.

L'isolement permet de réduire la transmission du bruit d'un local à l'autre ou par rapport à l'extérieur.

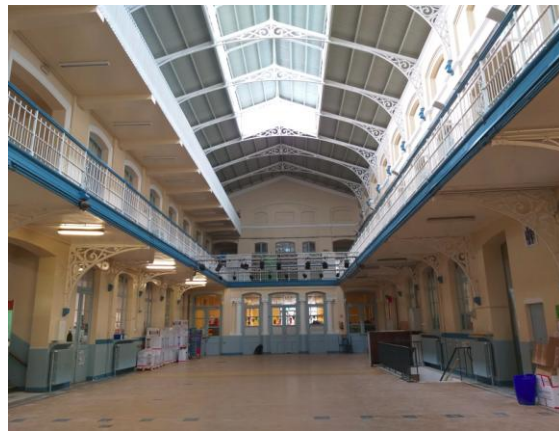


Principe de l'absorption : l'ajout de matériaux absorbants le son réduit la réflexion des sons (source : bruxelles-environnement)



I. INTRODUCTION

Exemples salles avant / après traitement



Préau



Salle de conférence

Avant / après traitement absorbant



TR = 0,46s

TR = 1,47s

TR = 2,10s

RT = 0.46 sec

RT = 1.47 sec

RT = 2.10 sec



I. INTRODUCTION

La norme NBN S01-400-2 relative aux « Critères acoustiques pour les bâtiments scolaires »

Tableau 1 : Objectifs de durée du temps de réverbération T_{nom} en seconde de la norme NBN S01-400-2

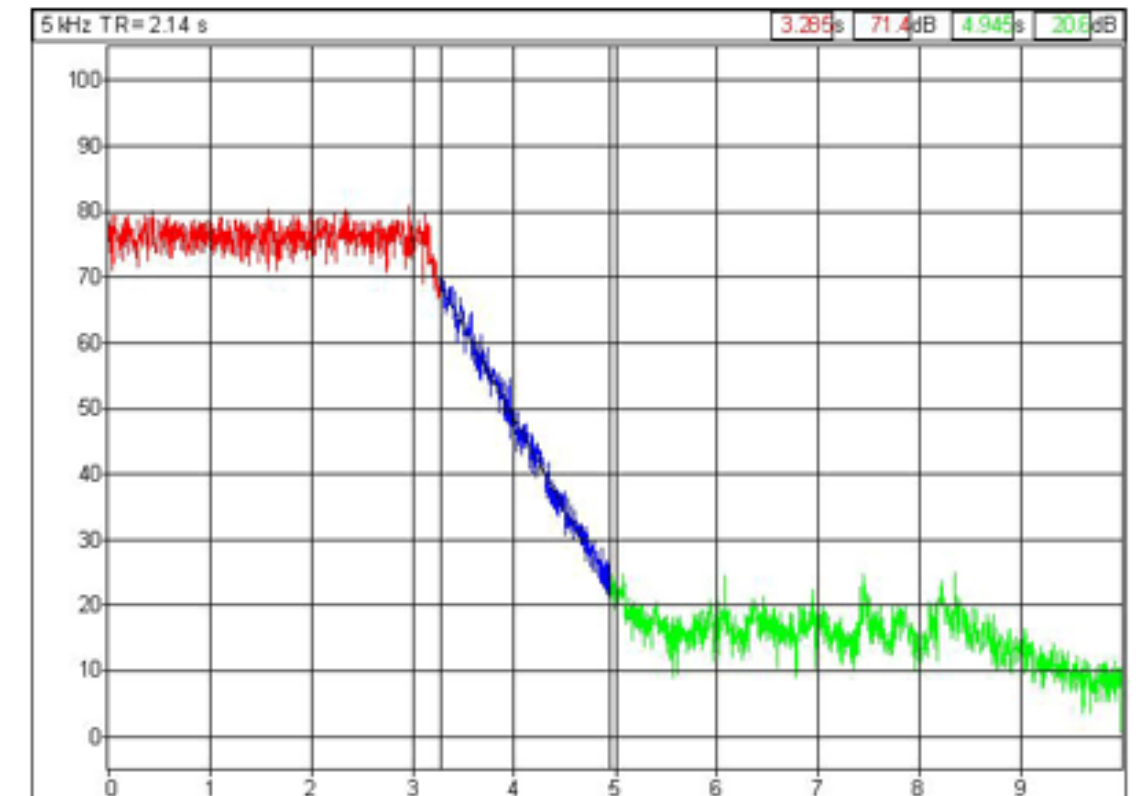
Local	T_{nom} en s. pour une exigence normale	T_{nom} en s. pour une exigence supérieure
Salle de classe	$0,35 \times \log(1,25 \cdot V)$	$0,28 \times \log(1,25 \cdot V)$
Préau	$\log(V/50)$	$\log(V/50) - 0,4$
Réfectoire	1,0	0,6
Salle de sport	$\log(V/50)$	$\log(V/50) - 0,4$

Avec V : Volume du local en m^3



I. INTRODUCTION

La mesure de durée de réverbération



II. CAS DE L'ECOLE SAINT-JOSSE



II. CAS DE L'ECOLE SAINT JOSSE

1 marché toute l'école – procédure négociée sans publication préalable

ETABLISSEMENTS CONCERNES : 1 école maternelle et primaire

NOMBRE DE LOCAUX : 14 classes, le réfectoire, la salle de sport et le préau

BUDGET DE L'ETUDE : 6 950,00€HTVA

Début de l'étude : mars 2018

Fin des travaux : Septembre 2021

Budget des travaux : 174 000€HTVA

2 problématiques :

La réverbération dans les locaux

Le faible isolement entre le préau et les classes

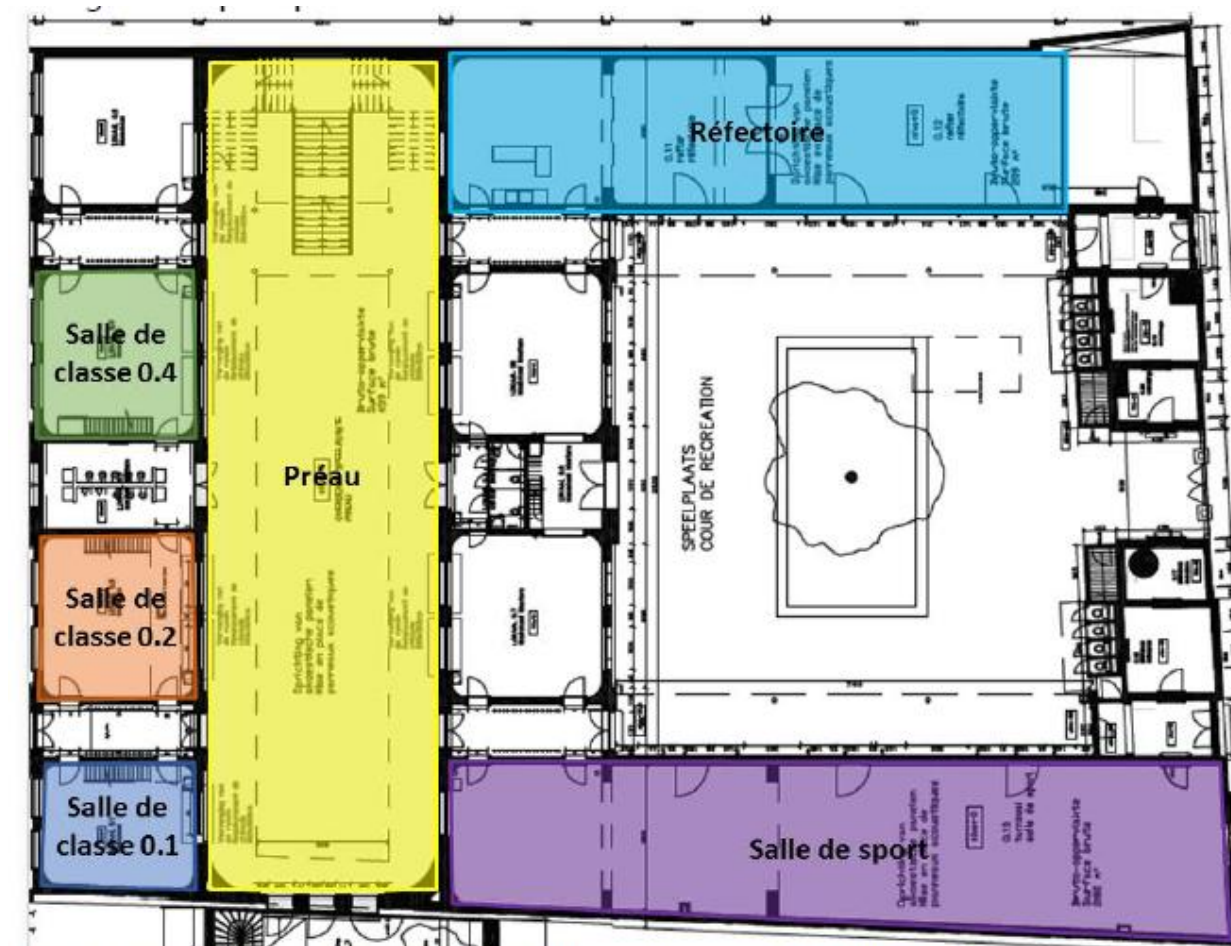


Figure 1 : Localisation des locaux étudiés – niveau rez-de-chaussée



II. CAS DE L'ECOLE SAINT JOSSE

Le contexte

Plaintes récurrentes dans l'ensemble de l'école

La démarche suivie par la commune de Saint Josse a été la suivante :

- Identification des problématiques (réverbération et isolement)
- Déblocage d'un budget pour procéder au diagnostic et définition des solutions
- Lancement du marché de service



II. CAS DE L'ECOLE SAINT JOSSE

Notre mission

- Réaliser un diagnostic initial de la situation
 - => 2 Campagnes de mesure réalisées (1 pour la réverbération, 1 pour l'isolement)
 - => Comparaison avec les objectifs de la norme NBN S01-400-2
 - => Définition des gains à atteindre
- Etablir un dossier d'avant-projet
 - => Proposition et choix des solutions acoustiques avec la commune
- Rédiger un cahier des charges (clauses techniques) avec métré estimatif et localisation des solutions
- Suivi de chantier et mesures de réception

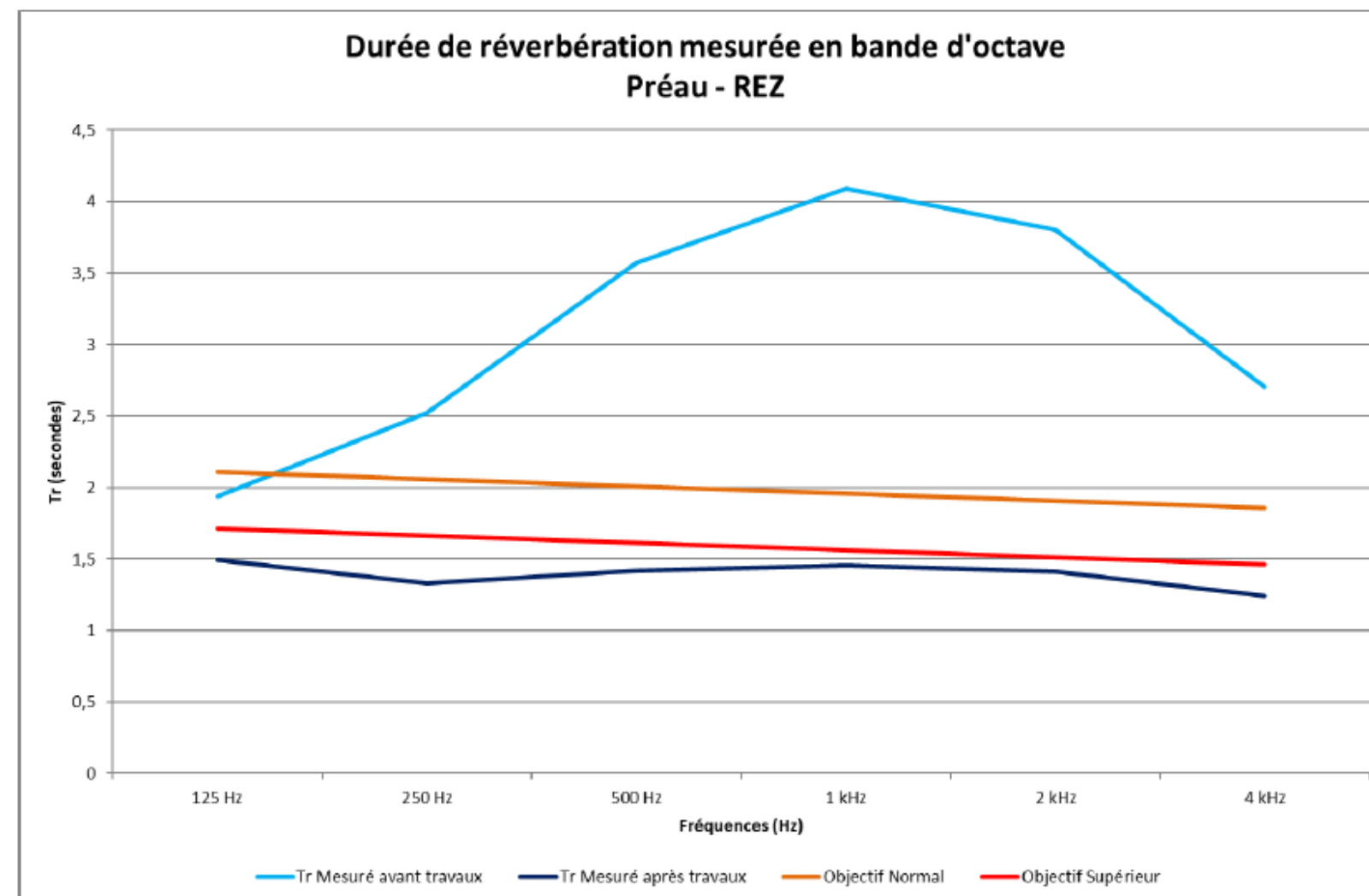


II. CAS DE L'ECOLE SAINT JOSSE

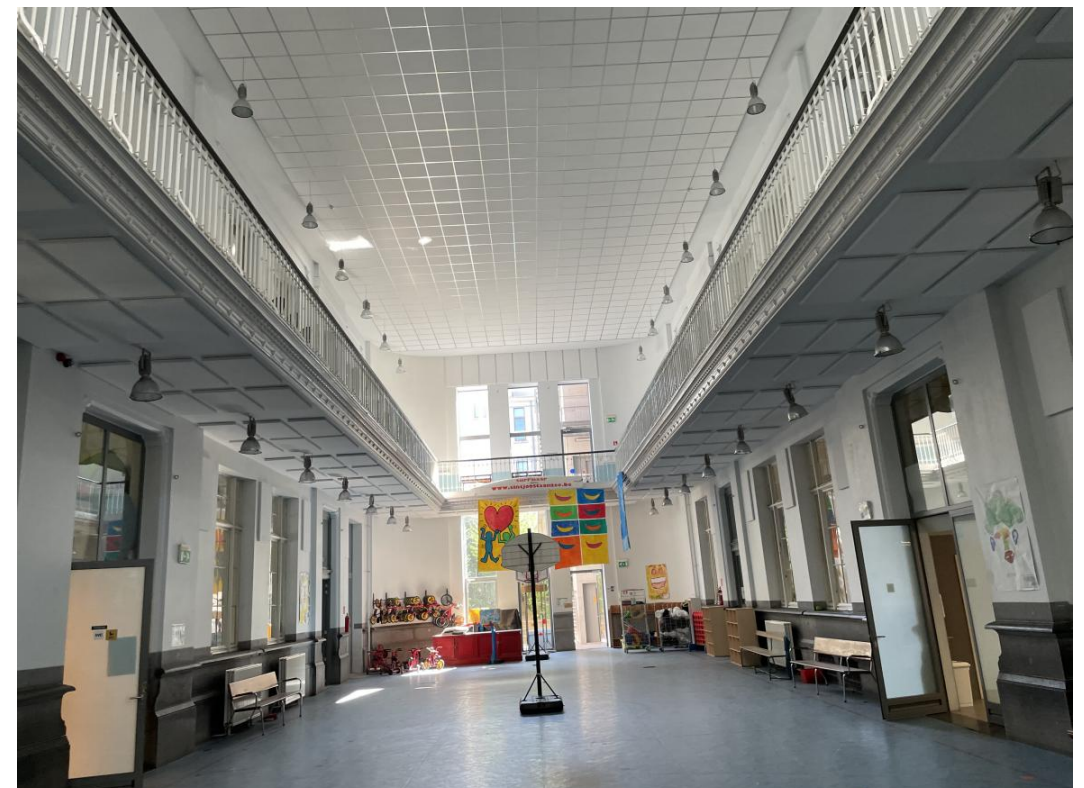
Le préau

Solution plafond : dalles absorbantes 60x60cm en laine minérale sur structure existante

Solution sous-faces des coursives et murs : panneaux collés en laine minérale peinte



Avant travaux



Après travaux

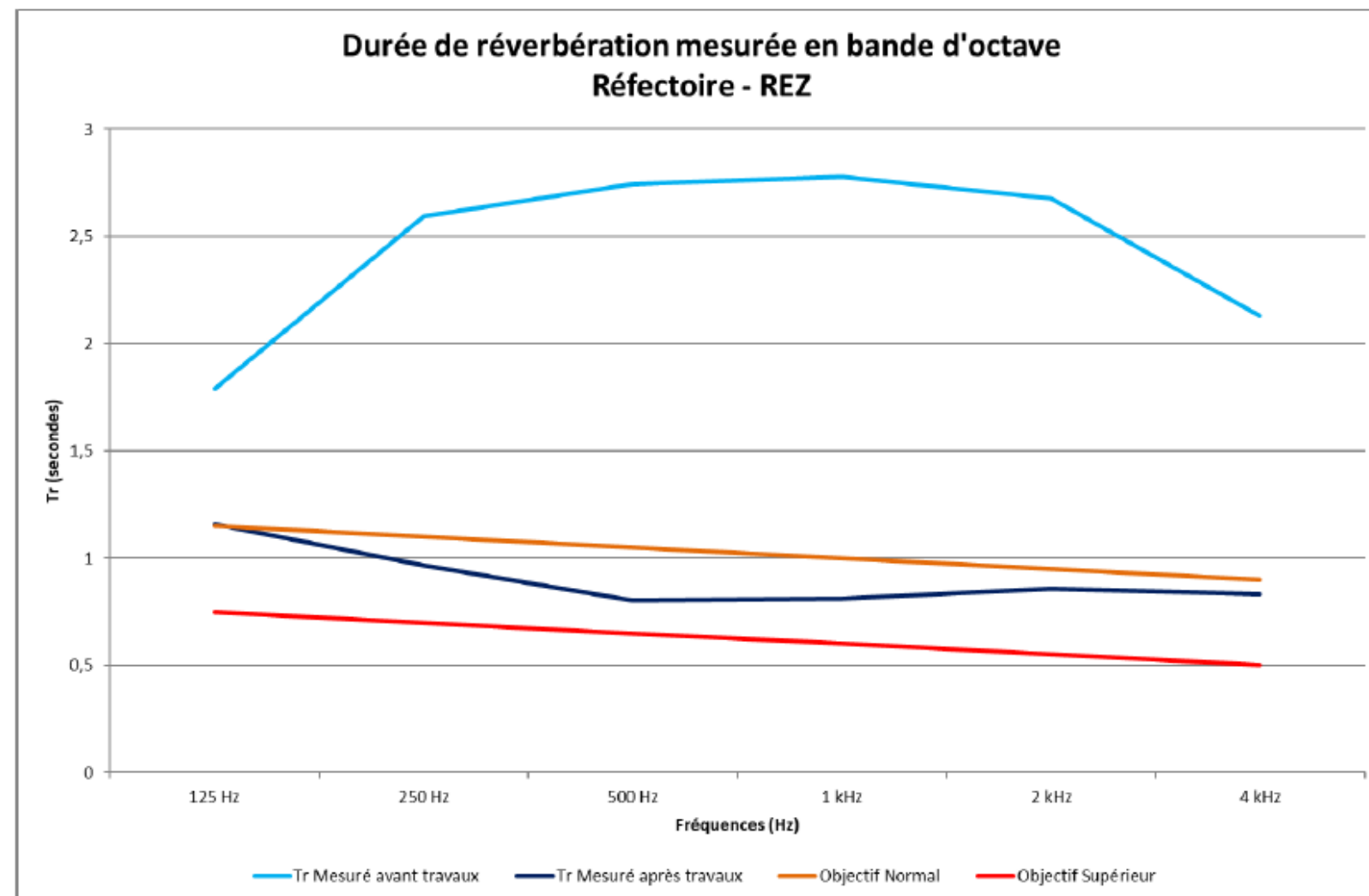


II. CAS DE L'ECOLE SAINT JOSSE

Le réfectoire

Solution plafond : panneaux suspendus 120x60cm en laine minérale peinte

Solution murs : panneaux collés en laine minérale peinte



Avant travaux



Après travaux

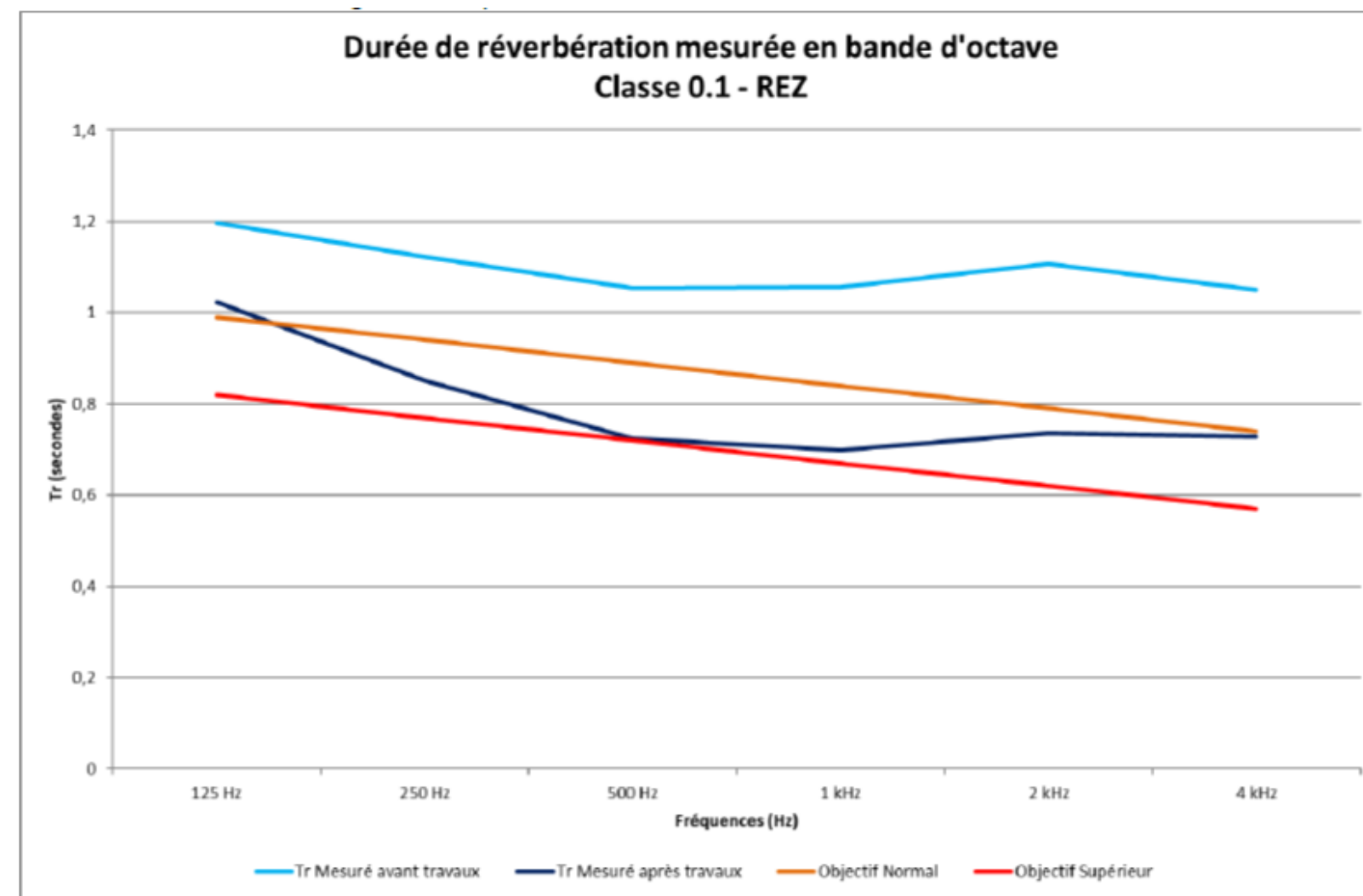


II. CAS DE L'ECOLE SAINT JOSSE

Les classes

Solution plafond : panneaux suspendus 120x60cm en laine minérale peinte

Solution murs : panneaux collés en laine minérale peinte



Avant travaux



Après travaux



III. CAS DES ECOLES D'IXELLES



III. CAS DES ECOLES D'IXELLES

1 marché global pour un ensemble de locaux ciblés dans plusieurs écoles – procédure négociée sans publication préalable

ETABLISSEMENTS CONCERNES : 8 Ecoles et 1 crèche

NOMBRE DE LOCAUX : 33 locaux dont 9 préaux (4 avec contraintes patrimoniales, dont 2 monumentaux)

BUDGET DE L'ETUDE : 42 800,00€HTVA

Début de l'étude : juillet 2020

Fin des travaux : mars 2023 (1 lot encore en cours)

Budget des travaux : environ 340 000€HTVA (hors préaux monumentaux)

2 problématiques :

La réverbération dans les locaux

Gêne dans le voisinage (pour hall de la rue Sans-Soucis)



III. CAS DES ECOLES D'IXELLES

Le contexte

La démarche suivie par la commune de Saint Josse a été la suivante :

- Instruction publique qui recevait souvent des plaintes
- Recensement des locaux et salles faisant l'objet de plainte / inconfort acoustique
- Visites service architecture des locaux listés
- Identification des problématiques
- Hiérarchisation des locaux prioritaires à traiter (facilité d'exécution, en fonction de la complexité /sensibilité des locaux)
- Cahier des charges techniques
- Estimation du marché de service
- Demande Subsidies quiet.brussels avant de lancer le marché de services



III. CAS DES ECOLES D'IXELLES

Notre mission

- Réaliser un diagnostic initial de la situation
=> 3 Campagnes de mesure réalisées dans les différentes écoles en juillet 2020
=> Relevé métré de l'ensemble des locaux (sous-traité à un dessinateur)
- Etablir un dossier d'avant-projet (sept 2020)
- Rédiger un cahier des charges (clauses techniques) avec métré estimatif et plans de calepinage
- Suivi de chantier et mesures de réception



III. CAS DES ECOLES D'IXELLES

Le diagnostic

- Réalisation de mesures acoustiques pour caractériser la situation existante
- Prises de cotes et localisation des surfaces disponibles
- Identification des enjeux (contraintes du lieu, sensibilité...)
- Définition des gains à atteindre

4.7 Synthèse des résultats

Tableau 27 : Résumé des situations existants dans les locaux.

Bâtiment	Local	T _{nom} mesuré	T _{nom} en s. pour une exigence normale	T _{nom} en s. pour une exigence supérieure	Objectif normal atteint
Ecole 1	Préau	4,90	1,88	1,48	Non
Ecole 2	Préau	2,56	1,58	1,18	Non
Ecole 5	Préau maternelle	1,00	1,00	0,60	Oui
Ecole 5	Préau primaire	3,34	2,31	1,91	Non
Ecole 5	Salle de percussion*		1,00	0,60	
Ecole 7	Classe 173	0,94	0,83	0,66	Non
Ecole 7	Salle des professeurs	0,72	1,00	0,60	Oui
Ecole 8	Animation 2.11 (= animations 1.07, 2.08, 2.16)	0,55	0,60	0,40	Oui
Ecole 8	Classe 1.05 (= classe 2.05)	0,92	0,88	0,71	Non
Ecole 8	Classe 1.08	1,32	0,84	0,67	Non
Ecole 8	Classe 2.06 (= classe 2.05)	1,22	0,88	0,71	Non
Ecole 8	Classe 2.09 (= classe 2.07)	1,25	0,87	0,69	Non
Ecole 8	Classe 2.12 (= Classe 2.10)	1,01	0,85	0,68	Non
Ecole 8	Classe 2.17	0,95	0,87	0,70	Non

Extrait du tableau de synthèse des résultats des mesures de Tr

4.2.2 Préau primaire



Dimensions du préau primaire.

Bâtiment	Ecole 5
Local	Préau primaire
Largeur (m)	13,00
Longueur (m)	61,00
Hauteur (m)	13,00
Volume (m³)	10309,0

Figure 7 : Photo et dimensions du préau primaire de l'école 5.

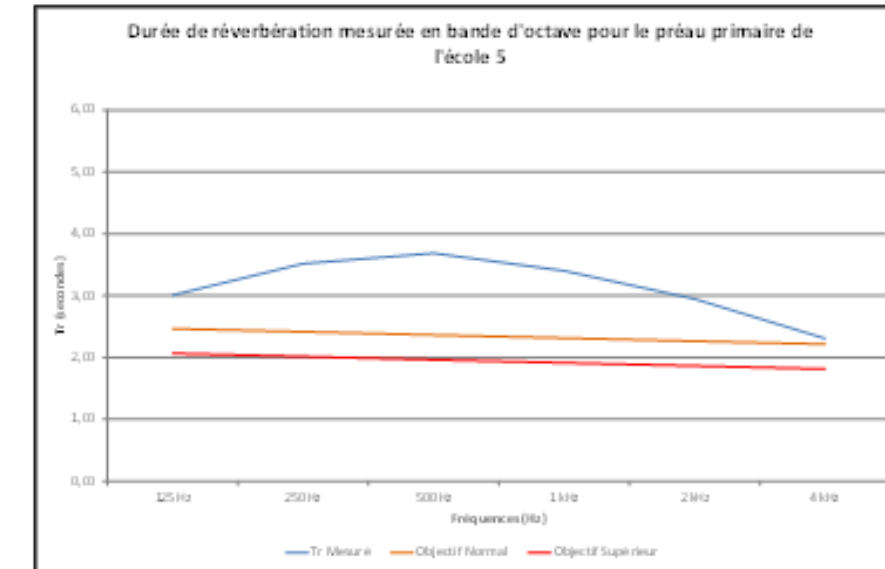


Figure 8 : Résultats de mesure de la durée de réverbération existant dans le préau primaire de l'école 5.

Tableau 7 : Résultats des durées de réverbération moyennes mesurées en seconde par bande d'octave.

Fréquences (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000	T _{nom} mesuré	T _{nom} objectifs normal	T _{nom} objectifs supérieur
Tr mesuré - Préau primaire	3,01	3,52	3,69	3,40	2,94	2,31	3,34	2,31	1,91

Analyse des mesures :

Dans le préau primaire de l'école 5, le Tr nominal mesuré est de 3,34s. Cette valeur ne respecte ni l'objectif normal fixé, ni l'objectif supérieur.

Les surfaces de traitements disponibles sont peu nombreuses et principalement localisées : au niveau du plafond et sous les coursives

Les contraintes du lieu sont :

- Sa préservation patrimoniale très élevée
- Ses faibles surfaces disponibles
- La faiblesse de la charpente d'un point de vue stabilité (la charpente n'accepte aucun surpoids)

Compte tenu des enjeux patrimoniaux de ce préau, les solutions proposées pour améliorer l'acoustique de cette pièce vont s'orienter avant tout vers des traitements les plus discrets possibles ou bien suspendus dans l'espace du plafond, permettant de toucher le moins possible aux éléments architecturaux de la salle. Plusieurs solutions seront proposées en vue d'établir le meilleur compromis entre esthétique et efficacité.

Etablissement d'une fiche de mesure par local étudié

III. CAS DES ECOLES D'IXELLES

Les solutions envisagées



Panneaux suspendus en laine minérale peinte © projets Asm Acoustics



Baffles en laine minérale peinte © Rockfon



© dox Acoustics



III. CAS DES ECOLES D'IXELLES

Les solutions envisagées



Panneaux collés en laine minérale peinte
© projets Asm Acoustics



Panneaux en mousse Mélamine
© Texaa



Panneaux fibres de bois © projets Asm Acoustics



III. CAS DES ECOLES D'IXELLES

L'avant-projet avec les différentes variantes

Analyse des différentes solutions envisageables en fonction du diagnostic initial et de la salle étudiée avec schéma de principe

Choix de la solution finale retenue (validation par la commune)



Figure 71 : Variante 1 – Salle de Classe



Figure 65 : Variante 1 - Préau Maternelle Ecole 5 & 6



Figure 66 : Variante 2 - Préau Maternelle Ecole 5 & 6



Figure 72 : Variante 2 – Salle de Classe



Figure 67 : Variante 3 - Préau Maternelle Ecole 5 & 6



III. CAS DES ECOLES D'IXELLES

Evaluation des coûts par variante

Objectif : fournir toutes les données nécessaire pour aider à la décision

Tableau 49 : Récapitulatif des surfaces absorbantes à prévoir par type de local et type de solution ainsi que le coût par variante.

Bâtiment	Local	Tr nom mesuré [s]	Tr nom objectif [s]	Variantes		Localisation / observations	Unité	Surface ou nombre d'éléments	Tr nom estimé [s]	Prix unitaire livré/posé (HTVA)	Prix total fourni/posé (HTVA)	Prix par variante
Ecole 1	Préau	4,90	1,88	1	B : Panneaux fibre de bois	Bande murale périphérique (partie basse) + ilots ponctuels (partie haute)	m²	360	< 1,88	€ 60,00	€ 21.600,00	€ 21.600,00
				1 bis	B : Panneaux fibre de bois	Totalité des murs latéraux (longueurs)	m²	465	< 1,88	€ 60,00	€ 27.900,00	€ 27.900,00
				2	B : Panneaux fibre de bois	Bande murale périphérique (partie basse)	m²	260	< 1,88	€ 60,00	€ 15.600,00	€ 35.100,00
					F : Baffles suspendus verticaux	Sous la verrière	Unités	130		€ 150,00	€ 19.500,00	
Ecole 2	Préau	2,56	1,58	1	F : Baffles suspendus verticaux	Plafond youssettes	Unités	143	< 1,58	€ 150,00	€ 21.450,00	€ 31.050,00
					G : Cubes	Zone verrière (à définir)	Unités	32		€ 300,00	€ 9.600,00	
				2	F : Baffles suspendus verticaux	Plafond youssettes	Unités	143	< 1,58	€ 150,00	€ 21.450,00	€ 30.450,00
					C : Panneaux fixés MM + tissus	1 ou 2 surfaces murales partie verrière	Unités	30		€ 300,00	€ 9.000,00	
				Option 1	E : Panneaux suspendus LM (1,76mx1,16m) à la place de F: Baffles suspendus verticaux	Plafond youssettes	Unités	30	< 1,58	€ 250,00	€ 7.500,00	
				Option 2	Ajout G : Cube dans variante 2	Zone verrière, quantité à titre indicatif	Unités	8	< 1,58	€ 300,00	€ 2.400,00	€ 32.850,00
				1	C : MM + tissus tendu	Dans les 5 alcôves murales	m²	15	0,72 ⁽¹⁾	€ 300,00	€ 4.500,00	€ 4.500,00
					G : Cubes	En option : parties couloir	Unités	10		€ 300,00	€ 3.000,00	€ 7.500,00
Ecole 5	Préau maternelle	1,00	0,60	2	D : Plaques de plâtre perforées	Remplacement du faux plafond actuel	m²	126	0,72 ⁽¹⁾	€ 70,00	€ 8.820,00	€ 13.320,00
					C : MM + tissus tendu	Dans les 5 alcôves murales	m²	15		€ 300,00	€ 4.500,00	
					G : Cubes	En option : parties couloir	Unités	10		€ 300,00	€ 3.000,00	€ 16.320,00
	Préau primaire	3,34	2,31	1	B : Panneaux fibre de bois	Collés totalité plafond entre les lattes	m²	740	2,34	€ 60,00	€ 44.400,00	€ 82.900,00
					A : Panneaux collés LM	Plafond des coursives et/ou alcôves murales	m²	350		€ 110,00	€ 38.500,00	
				2	H : Toiles suspendues	Sous le plafond (à définir)	m²	300	2,41 ⁽¹⁾	?	?	?
					A : Panneaux collés LM	Plafond des coursives et/ou alcôves murales	m²	350		€ 110,00	€ 38.500,00	
				3	G : Cylindres	Suspendus au plafond	Unités	200	2,48	€ 80,00	€ 16.000,00	€ 54.500,00
					A : Panneaux collés LM	Plafond des coursives et/ou alcôves murales	m²	350		€ 110,00	€ 38.500,00	
	Salle de percussion		0,60	1	B : Panneaux fibre de bois	Toutes les surfaces murales disponibles	m²	40	< 0,60	€ 60,00	€ 2.400,00	€ 4.650,00
					Moquette	Sol	m²	45		€ 50,00	€ 2.250,00	



III. CAS DES ECOLES D'IXELLES

Le cahier des charges – établissement du dossier d’adjudication

- Rappel des objectifs acoustiques
- Liste des travaux à prévoir avec prescriptions de mise en œuvre
- Plans de calepinage des solutions
- Métré récapitulatif et estimatif des travaux

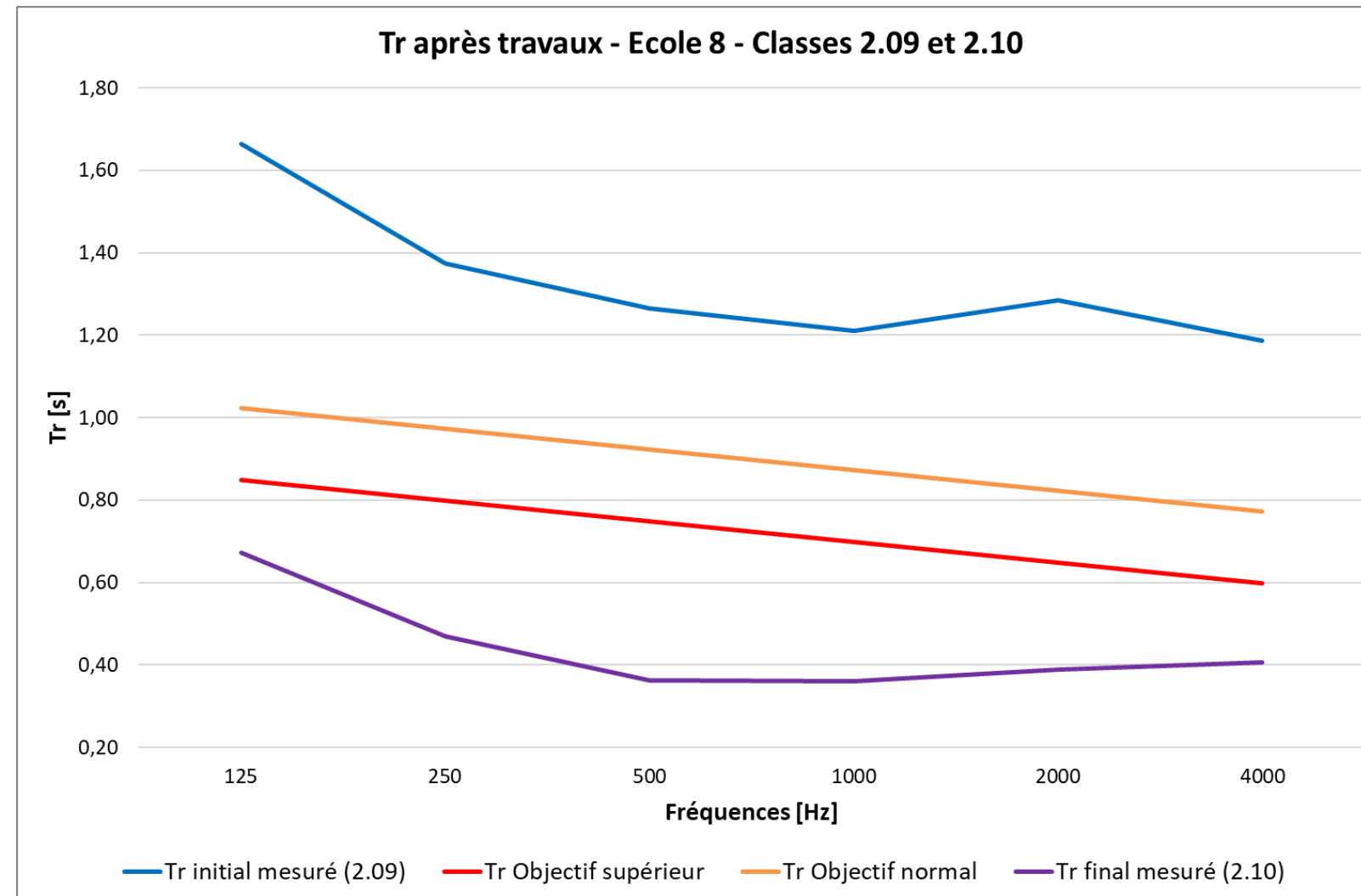
Métré récapitulatif								
Description					Type	U	Q	
Local	Solution	Article CSC	Descriptif	Localisation	performance demandée			
Ecole 1								
Préau	Panneaux en fibre de bois de Type 1	4.1	Panneaux vissés 1200x600x35mm - fibres de max 1mm	Murs	$\alpha_w \geq 0,85$	QF	m²	411,52
	Câdre en bois autour des panneaux	4.1	Câdre en bois 20mm autour des panneaux en fibres de bois	Murs	/	QP	m	209,07
	Dépose et repose câbles électriques	4.12	Dépose câbles électrique et repose sous les panneaux muraux	Murs	/	QP	m	86,98
	Lattes en bois pour accrochage mural	4.13	2 lattes en bois sur tout le pourtour des murs	Murs	/	QP	m	111,12
Ecole 2								
Préau	Panneaux suspendus en laine minérale	4.3	Panneaux suspendus peints en blanc - 1760*1160*40mm (plenum max 100mm)	Plafond	voir CSC	QF	pièce	32,00
	Cubes suspendus avec housse textile	4.5	Cubes suspendus 500x500x500mm recouverts d'un tissu lavable	Plafond	voir CSC	QF	pièce	16,00
	Dépose et repose des luminaires	4.9	Dépose et repose luminaires suspendus existants	Plafond	/	QF	pièce	16,00
Ecole 5								
Préau maternelle	Panneaux en fibre de bois de Type 1	4.1	Panneaux vissés 1200x600x35mm - fibres de max 1mm	Alcôves murales	$\alpha_w \geq 0,85$	QF	pièce	33,34
	Câdre en bois autour des panneaux	4.1	Câdre en bois 20mm autour des panneaux en fibres de bois	Alcôves murales	/	QP	pièce	12,35
Salle de percussion	Panneaux en fibre de bois de Type 1	4.1	Panneaux vissés 1000x600x50mm - fibres de max 2mm	Murs	$\alpha_w \geq 0,85$	QF	m²	75,63
	Câdre en bois autour des panneaux	4.1	Câdre en bois 20mm autour des panneaux en fibres de bois	Murs	/	QP	pièce	60,00
	Panneaux en fibre de bois de Type 3	4.1	Dalles fibre de bois 600x600x25mm sur structure existantev + laine minérale 40mm dans le plénum	Plafond	$\alpha_w \geq 0,85$	QF	m²	45,83
	Bass-trap	4.2	Structure bois + bourrage en laine minérale des angles + panneaux vissés 1200x600x25mm	Coins Murs	/	QF	m²	10,75
	Moquette	4.8	moquette acoustique épaisseur min 6mm	Sol	$\alpha_w \geq 0,25$	QF	m²	45,83



III. CAS DES ECOLES D'IXELLES

Les classes

Solution plafond : panneaux en fibre de bois avec laine minérale sur structure métallique



Avant travaux



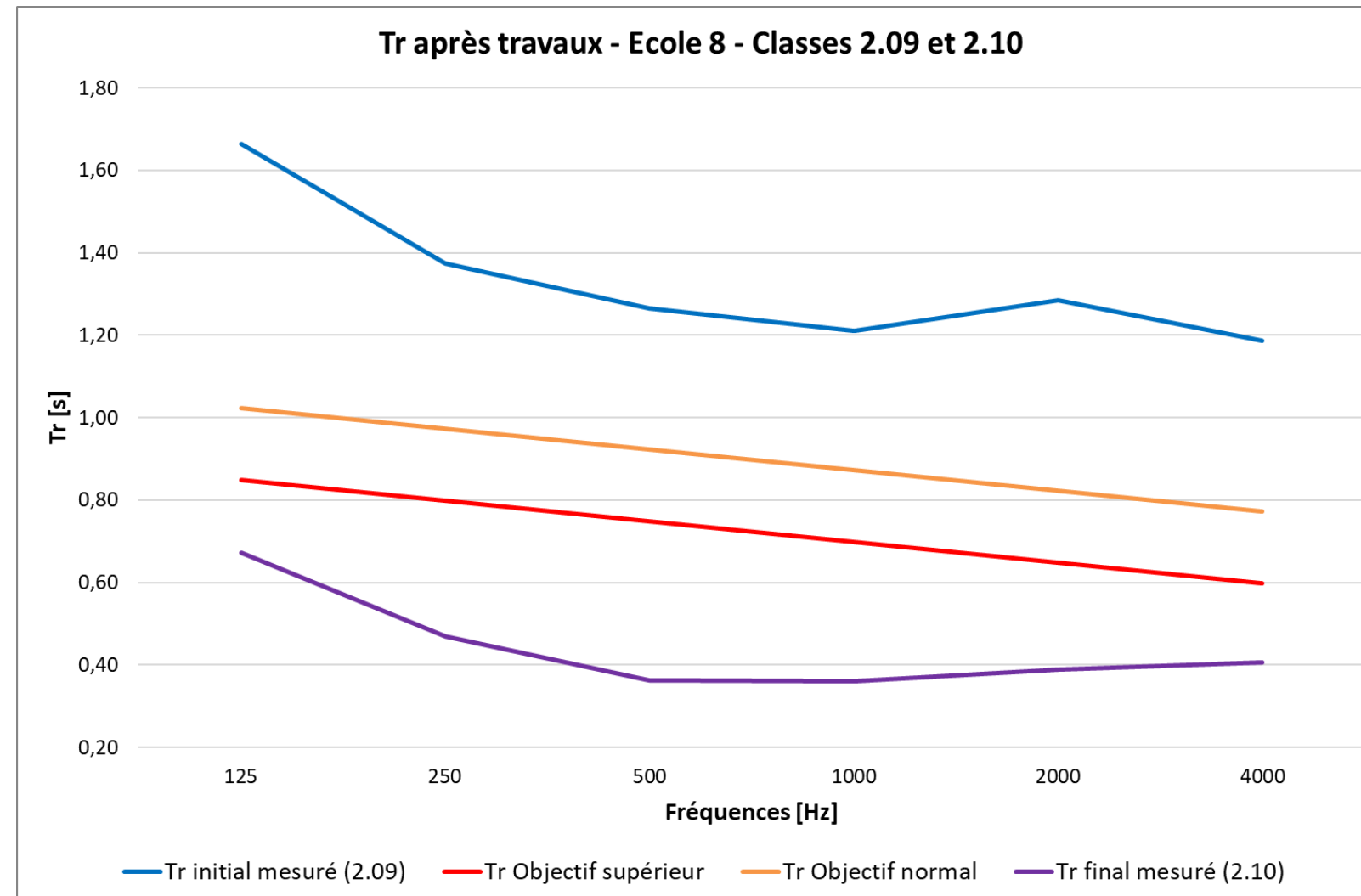
Après travaux



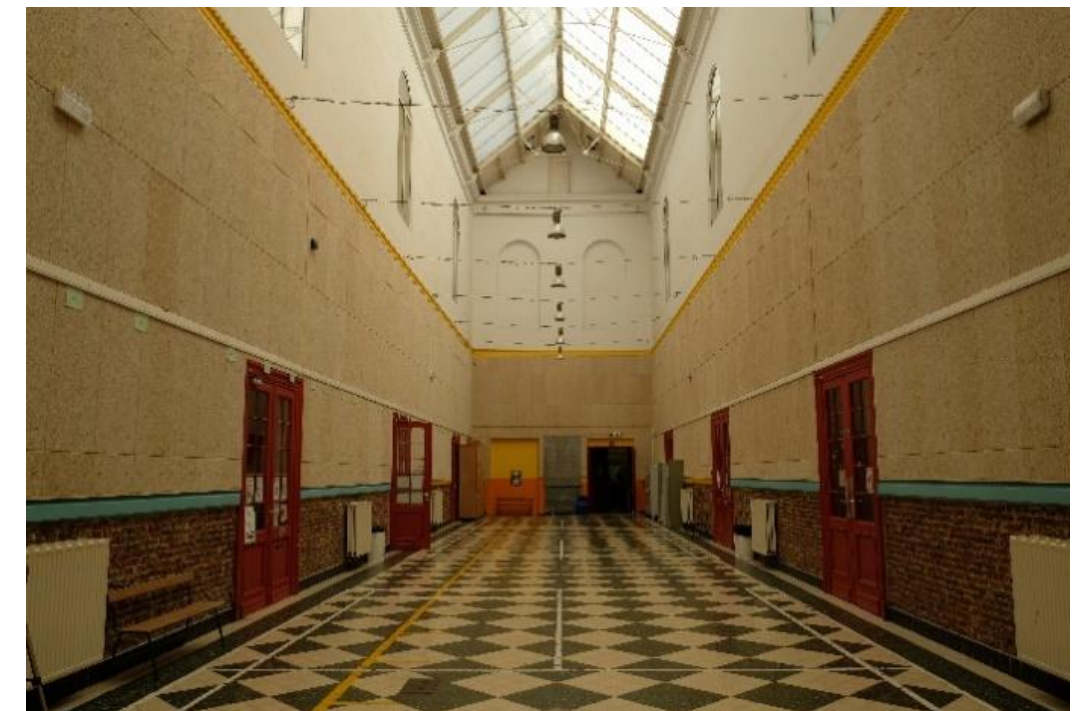
III. CAS DES ECOLES D'IXELLES

Le préau école 1

Solution murs : panneaux collés en fibre de bois avec laine minérale



Avant travaux



Après travaux



III. CAS DES ECOLES DE JETTE



II. CAS DES ECOLES A JETTE

1 marché en contrat-cadre sur 1an renouvelable 3 fois

ETABLISSEMENTS CONCERNES : sur demande – depuis 2018, intervention dans 16 dossiers dont 11 établissements scolaires ou crèches

NOMBRE DE LOCAUX : > 32 locaux dont des réfectoires, salles de sport et préaux

Le contexte

Lorsque le service travaux reçoit une plainte de bruit dans un des bâtiments publics, il étudie la problématique et s'il le souhaite, fait appel à nous sur base du contrat-cadre négocié (tarif horaire fixe).

Notre mission : Intervenir au cas par cas lorsqu'il y a une plainte

=> Diagnostic

=> Rapport Avant-projet

=> Sur demande : mesures acoustiques de réception, après travaux



III. CAS DES ECOLES A JETTE

Exemples de locaux traités



Réfectoire Ecole Van Helmont – pose d'éléments volumétriques suspendus en mousse mélamine



Réfectoire Ecole Dieleghem : panneaux suspendus 120 x 120 cm en laine minérale peinte



CE QU'IL FAUT RETENIR

- La réverbération dans les locaux scolaires conduit à une forte gêne, des difficultés d'apprentissage et une fatigue pour le personnel comme pour les élèves
- Il est vivement recommandé dans le cadre de rénovation intérieure des locaux, de prendre en compte la dimension acoustique
- De nombreuses solutions existent pour réduire cette gêne, y compris en rénovation
- Faire appel à un acousticien permet d'être assisté pour trouver la solution adéquate et optimiser les surfaces
- Dans ce cadre, plusieurs montages sont possibles en fonction des budgets disponibles, de la politique de la commune, de l'urgence du dossier..



OUTILS, SITES INTERNET, SOURCES

- NBN S01-400-2 : Critères acoustiques pour les bâtiments scolaires
- Quelques sites de fabricants de panneaux absorbants (liste non exhaustive):

<https://fr.rockfon.be/>

<https://www.eurocoustic.com/fr>

<https://www.doxacoustics.eu/en>

<https://heraklith.be/fr-be>

<https://texaa.fr/>

<https://www.plaka-solutions.com/>

<https://phonotech.com>

<https://asona.com/fr/asona-home-francais/>



CONTACT

Naïma Gamblin

Acousticienne

02 203 33 75

n.gamblin@asm-acoustics.be

ASM Acoustics

www.asm-acoustics.be

