



Hoe het akoestisch comfort in bestaande scholen verbeteren?

Voorstelling van de methodologie aan de hand van concrete gevallen

Naïma Gamblin
ASM Acoustics SRL



I. PRESENTATIE VAN DE SPREKER/SPREEKSTER

Naïma Gamblin, gediplomeerd in akoestiek en trillingen, beschikt over meer dan 20 jaar ervaring en is de directrice en oprichtster van ASM Acoustics. Vandaag bestaat het team uit 5 personen en maakt het deel uit van het bureau STRATEC. Wij voeren onze opdrachten in milieu- en gebouwakoestiek volledig autonoom uit, terwijl we tegelijkertijd nieuwe competenties ontwikkelen dankzij de synergie tussen ASM Acoustics en Stratec.

Het doel van deze presentatie is om, aan de hand van concrete voorbeelden, de methodologie toe te lichten die wordt toegepast bij studies om het akoestisch comfort in schoolgebouwen te verbeteren.



DOELSTELLINGEN VAN DE PRESENTATIE

De volgende punten worden behandeld:

- De aanpak van de gemeente
- De aandachtspunten identificeren
- Een diagnose opstellen
- De meest geschikte oplossingen bepalen
- De verschillende fasen van de werf opvolgen



PLAN VAN DE PRESENTATIE

I. INLEIDING

II. GEVAL VAN DE SCHOOL IN SINT-JOOST

III. GEVAL VAN DE SCHOLEN VAN ELSENE

IV. GEVAL VAN DE SCHOLEN VAN JETTE

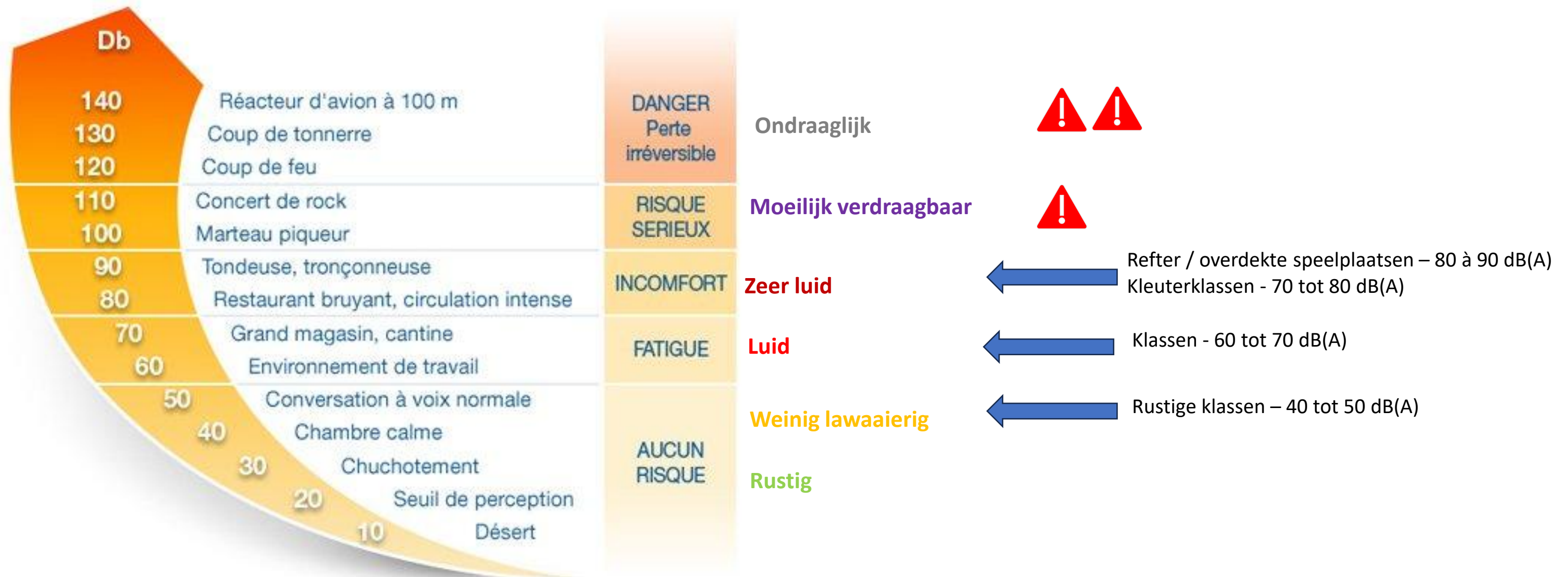


I. INLEIDING



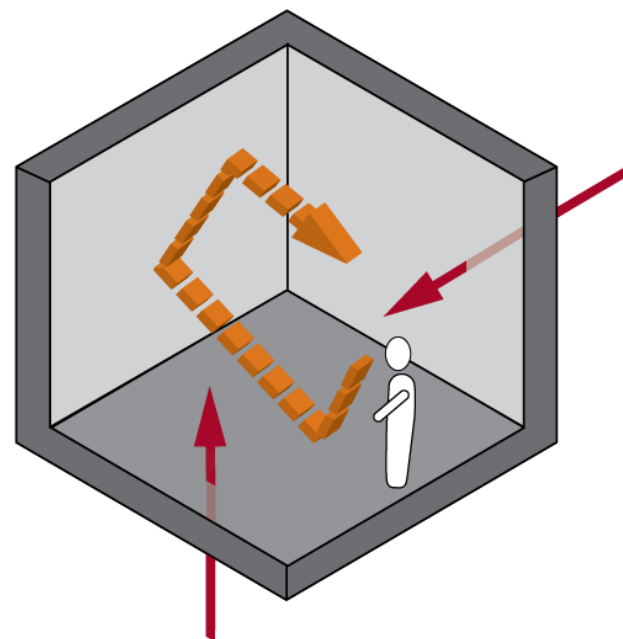
I. INLEIDING

Geluidsschaal



I. INLEIDING

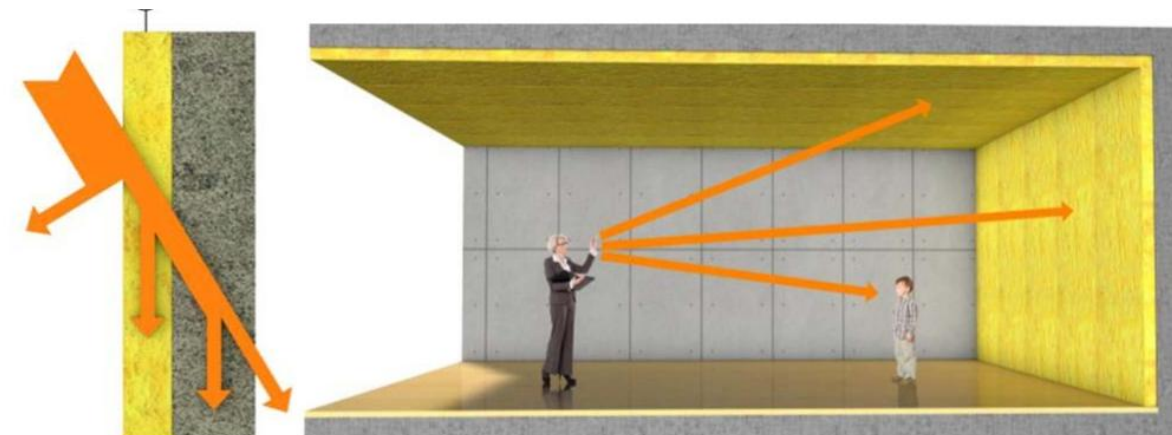
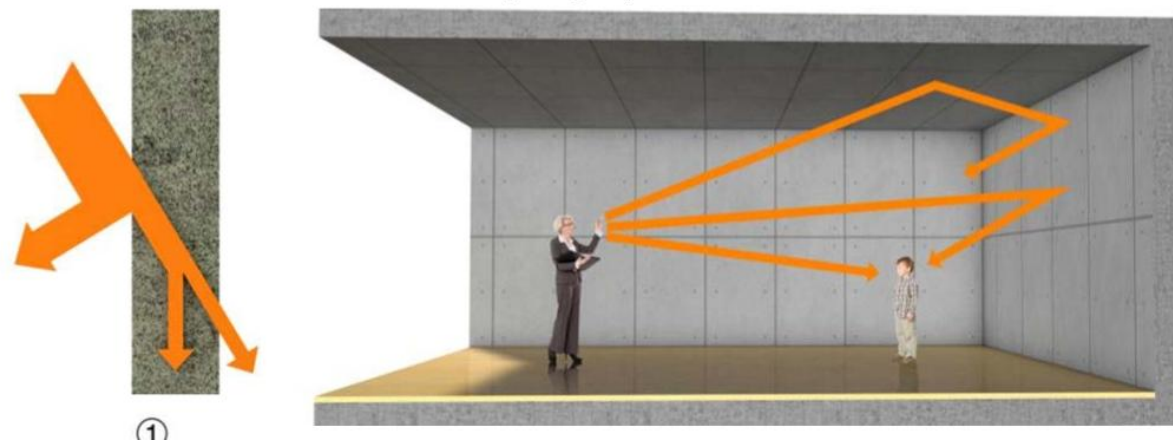
Herhaling begrip nagalm in lokalen



Verwar geluidsabsorptie niet met geluidsisolatie!!

Absorptie vermindert de nagalm in lokalen. Dit verbetert het comfort, vermindert het geluidsniveau naarmate de afstand toeneemt en verhoogt de spraakverstaanbaarheid.

Isolatie vermindert de overdracht van geluid van de ene ruimte naar de andere of ten opzichte van de buitenomgeving.

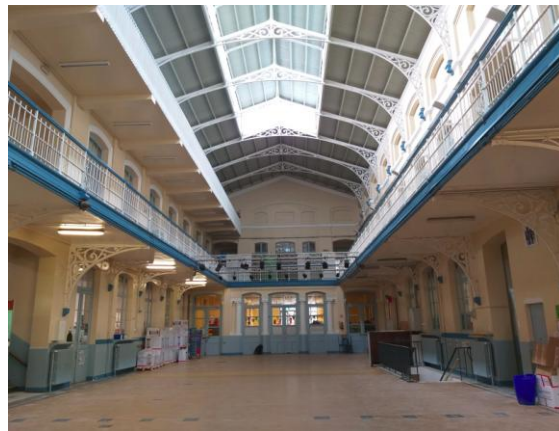


Principe van absorptie: het toevoegen van geluidsabsorberende materialen vermindert de weerkaatsing van geluiden (bron: Leefmilieu Brussel)



I. INLEIDING

Voorbeelden van lokalen voor / na behandeling



Overdekte speelplaats



Conferentiezaal

Voor / na toevoeging van geluidsabsorberend materiaal



TR = 0,46s

TR = 1,47s

TR = 2,10s

RT = 0.46 sec



RT = 1.47 sec



RT = 2.10 sec



I. INLEIDING

De norm NBN S01-400-2 "Akoestische criteria voor schoolgebouwen"

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

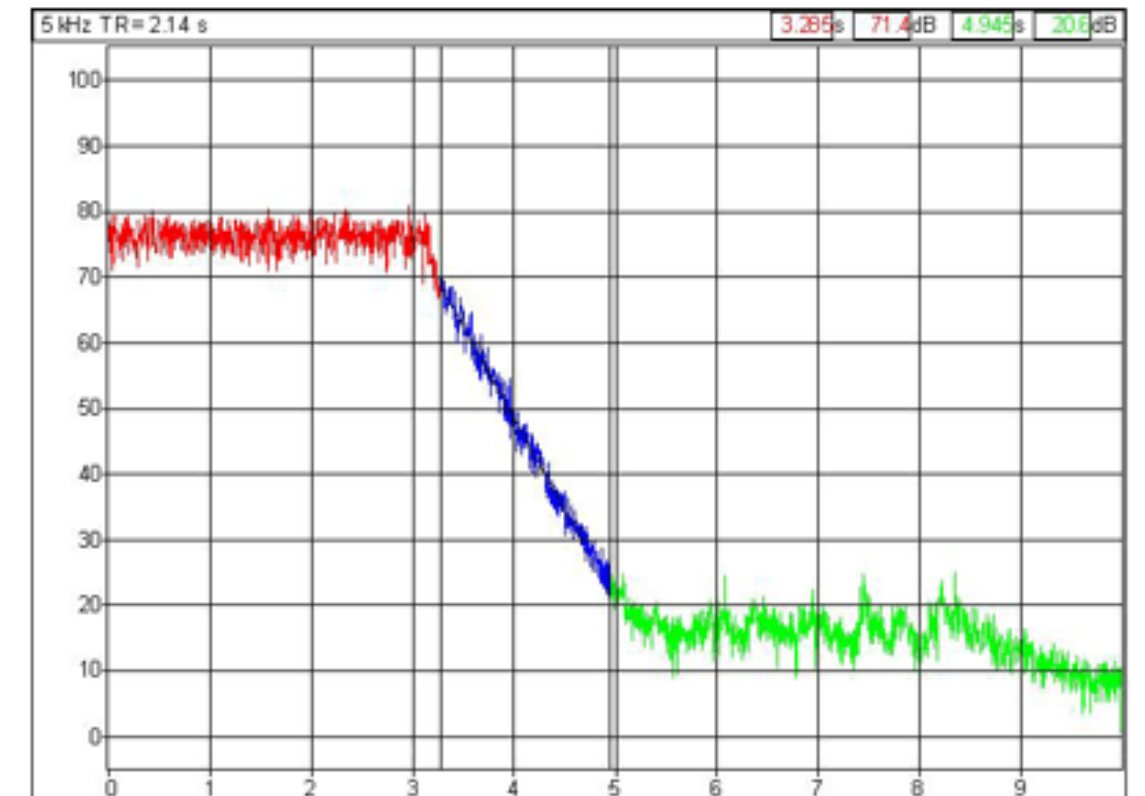
Local	T_{nom} en s. pour une exigence normale	T_{nom} en s. pour une exigence supérieure
Salle de classe	$0,35 \times \log(1,25 \cdot V)$	$0,28 \times \log(1,25 \cdot V)$
Préau	$\log(V/50)$	$\log(V/50) - 0,4$
Réfectoire	1,0	0,6
Salle de sport	$\log(V/50)$	$\log(V/50) - 0,4$

Avec V : Volume du local en m^3



I. INLEIDING

Meting van de nagalmtijd



II. GEVAL VAN DE SCHOOL IN SINT-JOOST



II. GEVAL VAN DE SCHOOL IN SINT-JOOST

1 opdracht voor de volledige school – onderhandelingsprocedure zonder voorafgaande bekendmaking

BETROKKEN INSTELLINGEN: 1 kleuter- en lagere school

AANTAL LOKALEN: 14 klaslokalen, de refter, de sportzaal en de overdekte speelplaats

BUDGET VAN DE STUDIE: 6 950,00€ excl. btw

Start van de studie: maart 2018

Einde van de werken: september 2021

Budget van de werken: 174 000€ excl. btw

2 problematieken:

Nagalm in de lokalen

Geringe isolatie tussen de overdekte speelplaats en de klassen

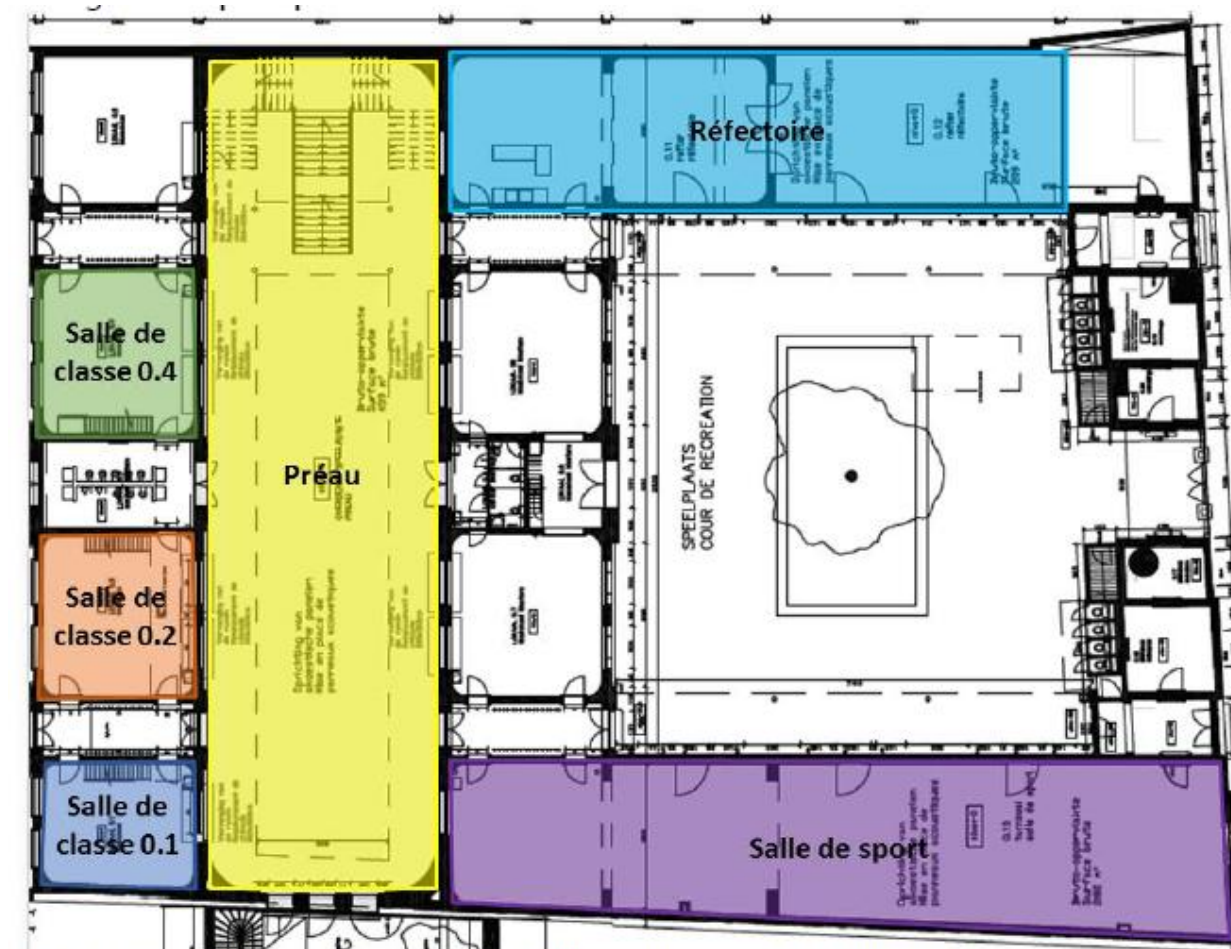


Figure 1 : Localisation des locaux étudiés – niveau rez-de-chaussée



II. GEVAL VAN DE SCHOOL IN SINT-JOOST

Context

Terugkerende klachten in de hele school

De aanpak die door de gemeente Sint-Joost werd gevolgd was:

- Identificatie van de problematieken (nagalm en isolatie)
- Vrijmaken van een budget om het diagnoseonderzoek uit te voeren en definiëren van de oplossingen
- Lancering van de dienstenopdracht



II. GEVAL VAN DE SCHOOL IN SINT-JOOST

Onze opdracht

- Een initiële diagnose van de situatie stellen
 - => 2 meetcampagnes uitgevoerd (1 voor nagalm, 1 voor isolatie)
 - => Vergelijking met de doelstellingen van de norm NBN S01-400-2
 - => Definitie van de te realiseren verbeteringen
- Een voorontwerp opstellen
 - => Voorstel en keuze van akoestische oplossingen samen met de gemeente
- Een bestek opstellen (technische bepalingen) met ramingsmeetstaat en lokalisatie van de oplossingen
- Opvolging van de werf en opleveringsmetingen

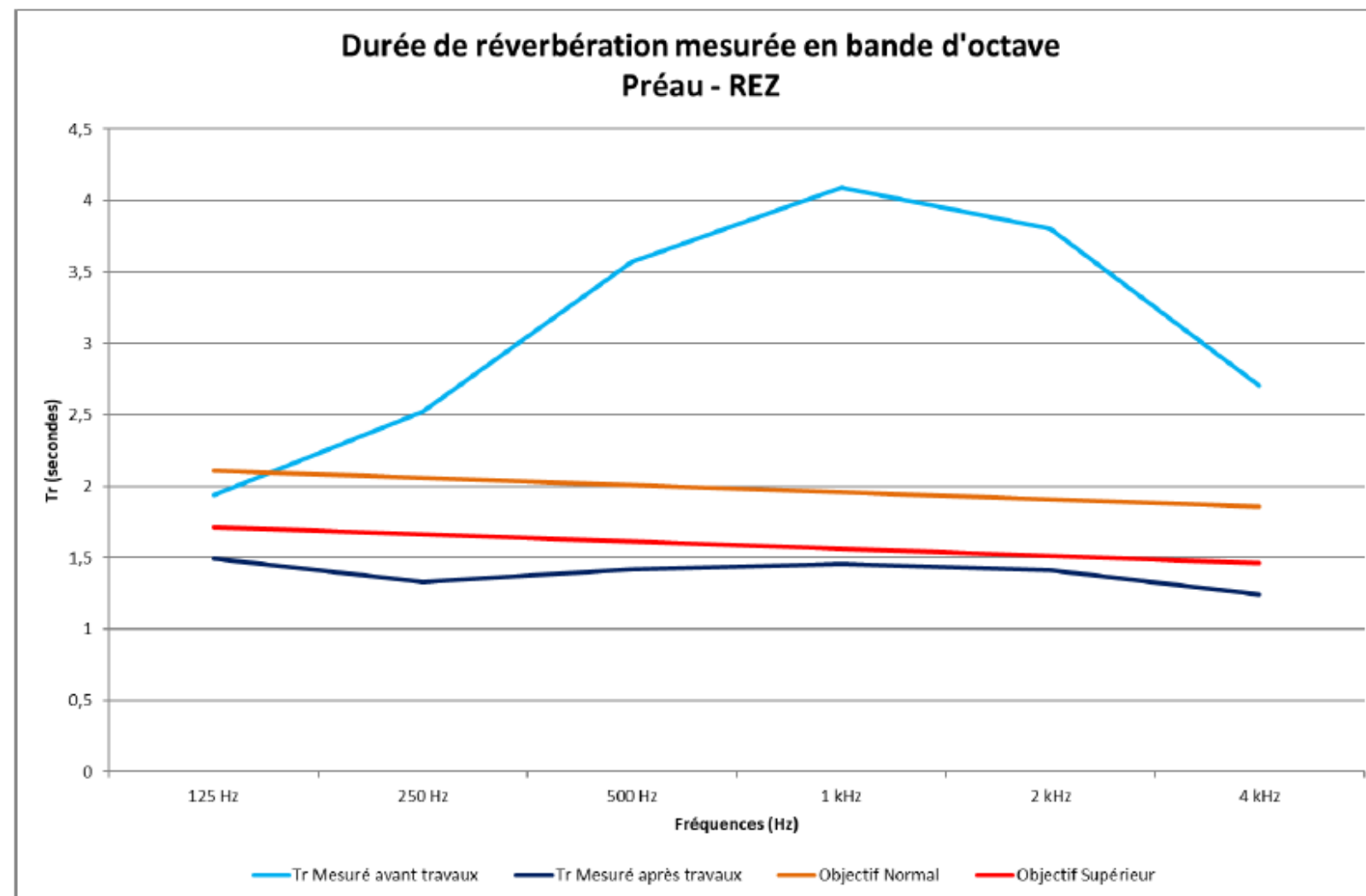


II. GEVAL VAN DE SCHOOL IN SINT-JOOST

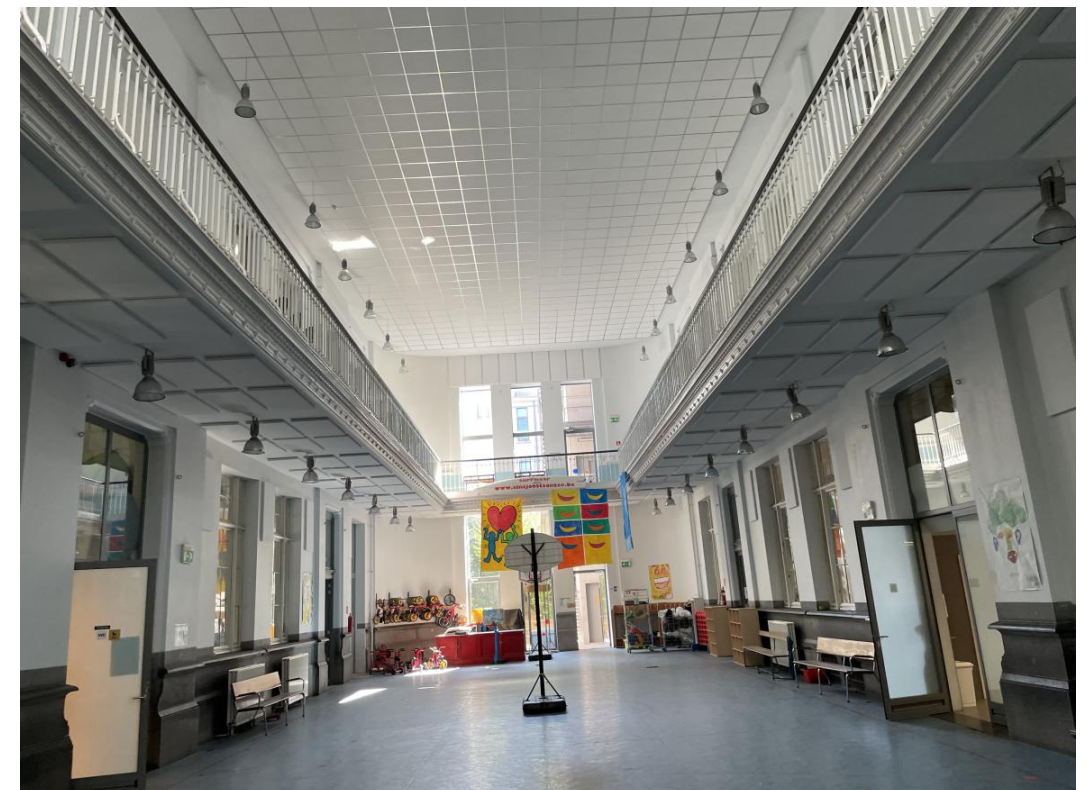
De overdekte speelplaats

Oplossing plafond: absorberende tegels 60x60cm uit minerale wol op bestaande structuur

Oplossing onderzijde van de galerijen en muren: gelijkde panelen uit geschilderde minerale wol



Voor de werken



Na de werken

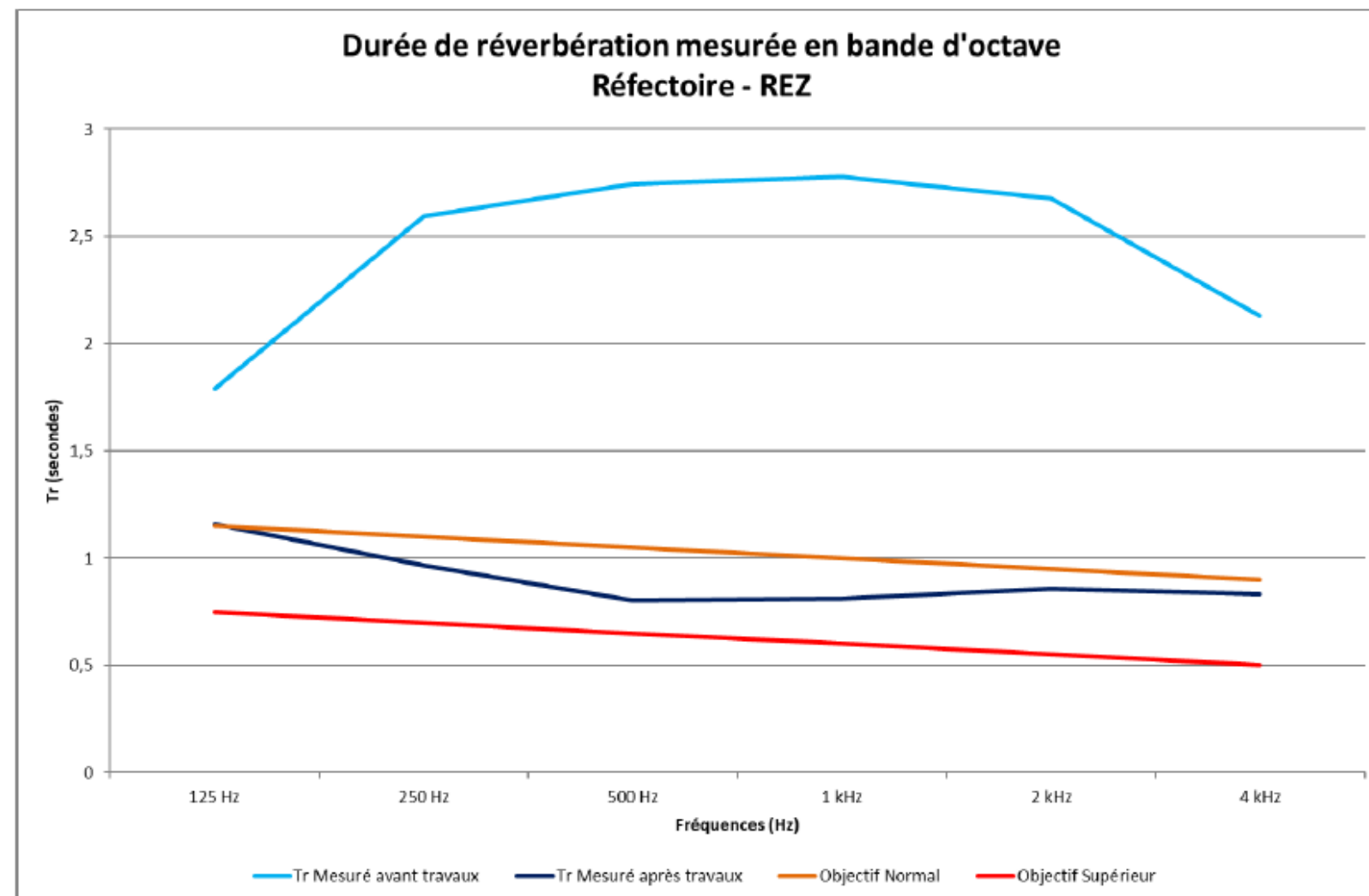


II. GEVAL VAN DE SCHOOL IN SINT-JOOST

De refter

Oplossing plafond: opgehangen panelen 120x60cm uit geschilderde minerale wol

Oplossing muren: gelijkde panelen uit geschilderde minerale wol



Voor de werken



Na de werken

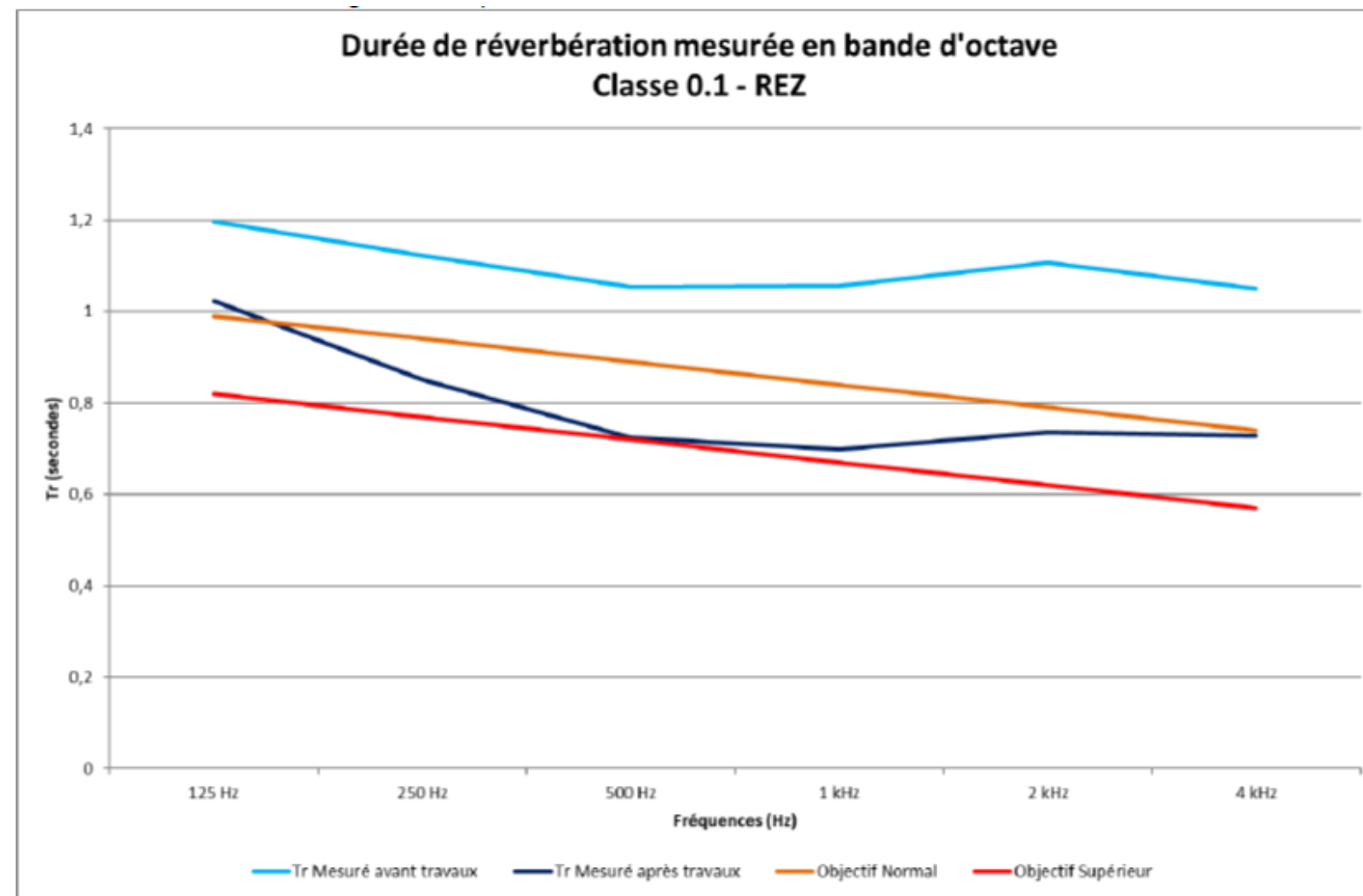


II. GEVAL VAN DE SCHOOL IN SINT-JOOST

Klassen

Oplossing plafond: opgehangen panelen 120x60cm uit geschilderde minerale wol

Oplossing muren: gelijkde panelen uit geschilderde minerale wol



Voor de werken



Na de werken



III. Geval van de scholen van Elsene



III. GEVAL VAN DE SCHOLEN VAN ELSENE

1 globale opdracht voor een aantal geselecteerde lokalen in verscheidene scholen – onderhandelingsprocedure zonder voorafgaande bekendmaking

BETROKKEN INSTELLINGEN: 8 scholen en 1 kinderdagverblijf

AANTAL LOKALEN: 33 lokalen, waaronder 9 overdekte speelplaatsen (4 met erfgoedbeperkingen, waarvan 2 monumentale)

BUDGET VAN DE STUDIE: 42 800,00€ excl. btw

Start van de studie: juli 2020

Einde van de werken: maart 2023 (1 perceel nog in uitvoering)

Budget van de werken: ongeveer 340 000€ excl. btw (behalve monumentale overdekte speelplaatsen)

2 problematieken:

Nagalm in de lokalen

Overlast in de buurt (voor de hal aan de Sans-Soucistraat)



III. GEVAL VAN DE SCHOLEN VAN ELSENE

Context

De aanpak die door de gemeente Sint-Joost werd gevolgd was:

- Openbare onderwijsinstelling die vaak klachten ontving
- Inventarisatie van de lokalen en zalen die aanleiding gaven tot klachten / akoestisch ongemak
- Bezoeken van de dienst architectuur aan de opgelijste lokalen
- Identificatie van de problematieken
- Prioritering van de te behandelen lokalen (op basis van de uitvoerbaarheid en afhankelijk van de complexiteit / gevoeligheid van de lokalen)
- Technisch bestek
- Raming van de dienstenopdracht
- Aanvraag van subsidies bij quiet.brussels vóór de lancering van de dienstenopdracht



III. GEVAL VAN DE SCHOLEN VAN ELSENE

Onze opdracht

- Een initiële diagnose van de situatie stellen
=> 3 meetcampagnes uitgevoerd in de verschillende scholen in juli 2020
=> Opmeting van alle lokalen (uitbesteed aan een tekenaar)
- Opstellen van een voorontwerpdossier (september 2020)
- Opstellen van een bestek (technische bepalingen) met ramingsmeetstaat en plaatsingsplannen
- Opvolging van de werf en opleveringsmetingen



III. GEVAL VAN DE SCHOLEN VAN ELSENE

Diagnose

- Uitvoering van geluidsmetingen om de bestaande situatie te karakteriseren
- Opmetingen en lokalisatie van de beschikbare oppervlakken
- Identificatie van de aandachtspunten (plaatsgebonden beperkingen, gevoeligheid...)
- Definitie van de te realiseren verbeteringen

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

Uittreksel van de samenvattende tabel van de resultaten van de Tr-metingen

4.2.2 Préau primaire



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

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

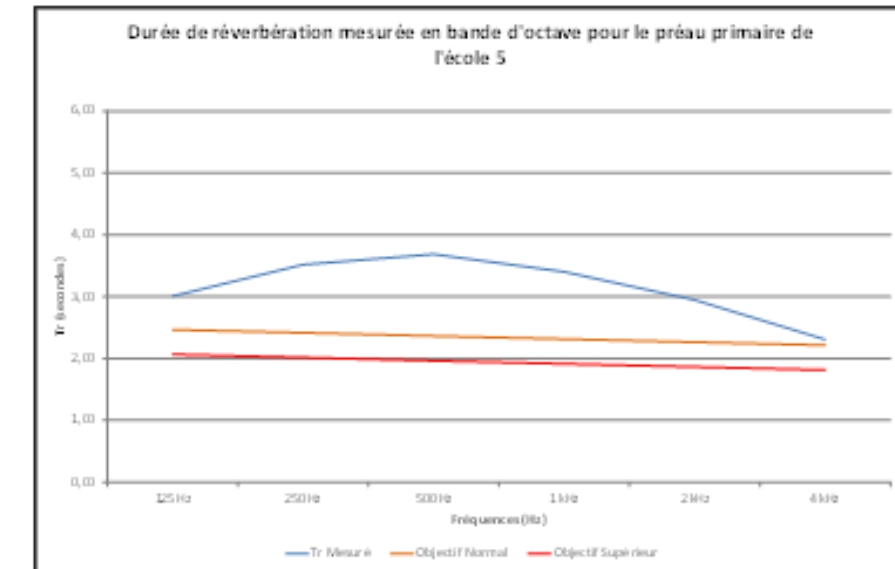


Figure 8 : Résultats de mesure de la durée de réverbération existant dans le préau primaire de l'école 5.

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.

III. GEVAL VAN DE SCHOLEN VAN ELSENE

Voorgestelde oplossingen



Opgehangen platen uit geschilderde minerale wol © projecten Asm Acoustics



Baffles uit geschilderde minerale wol © Rockfon



© dox Acoustics



III. GEVAL VAN DE SCHOLEN VAN ELSENE

Voorgestelde oplossingen



Gelijmde platen uit geschilderde minerale wol © projecten Asm Acoustics



Platen uit melamineschuim © Texaa



Houtvezelplaten © projecten Asm Acoustics



III. GEVAL VAN DE SCHOLEN VAN ELSENE

Het voorontwerp met de verschillende varianten

Analyse van de verschillende mogelijke oplossingen op basis van de initiële diagnose en het bestudeerde lokaal, met principeschema

Keuze van de uiteindelijke oplossing (gevalideerd door de gemeente)



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. GEVAL VAN DE SCHOLEN VAN ELSENE

Kostenraming per variant

Doel: alle noodzakelijke gegevens aanleveren om de besluitvorming te ondersteunen

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) + îlots 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				
				Ecole 5	Préau maternelle	1,00	0,60	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
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. GEVAL VAN DE SCHOLEN VAN ELSENE

Het bestek – opstelling van het aanbestedingsdossier

Herhaling van de akoestische doelstellingen

Lijst van de te voorziene werken met verwerkingsvoorschriften

Plaatsingsplannen van de oplossingen

Samenvattende meetstaat en raming van de werken

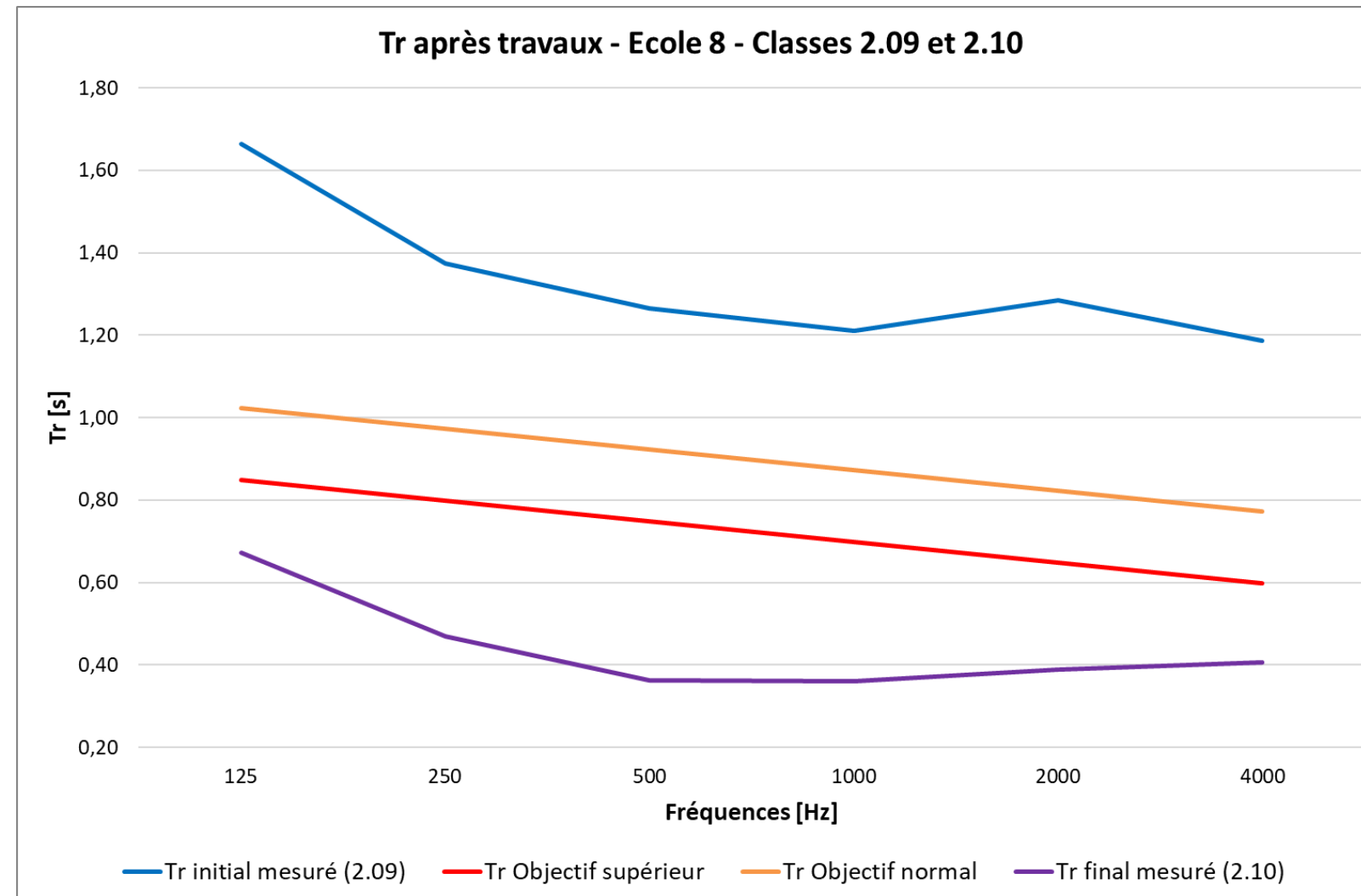
Métré récapitulatif								
Description					Type U Q			
Local	Solution	Article CSC	Descriptif	Localisation	performance demandée			
Ecole 1								
Préau	Panneaux en fibre de bois de Type 1	4.1	Panneaux vissés 1200x600x35mm - fibres de max 1mm	Murs	$\alpha_w \geq 0,85$	QF	m²	411,52
	Câdre en bois autour 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 existante + 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. GEVAL VAN DE SCHOLEN VAN ELSENE

Klassen

Oplossing plafond: houtvezelplaten met minerale wol op metalen structuur



Voor de werken



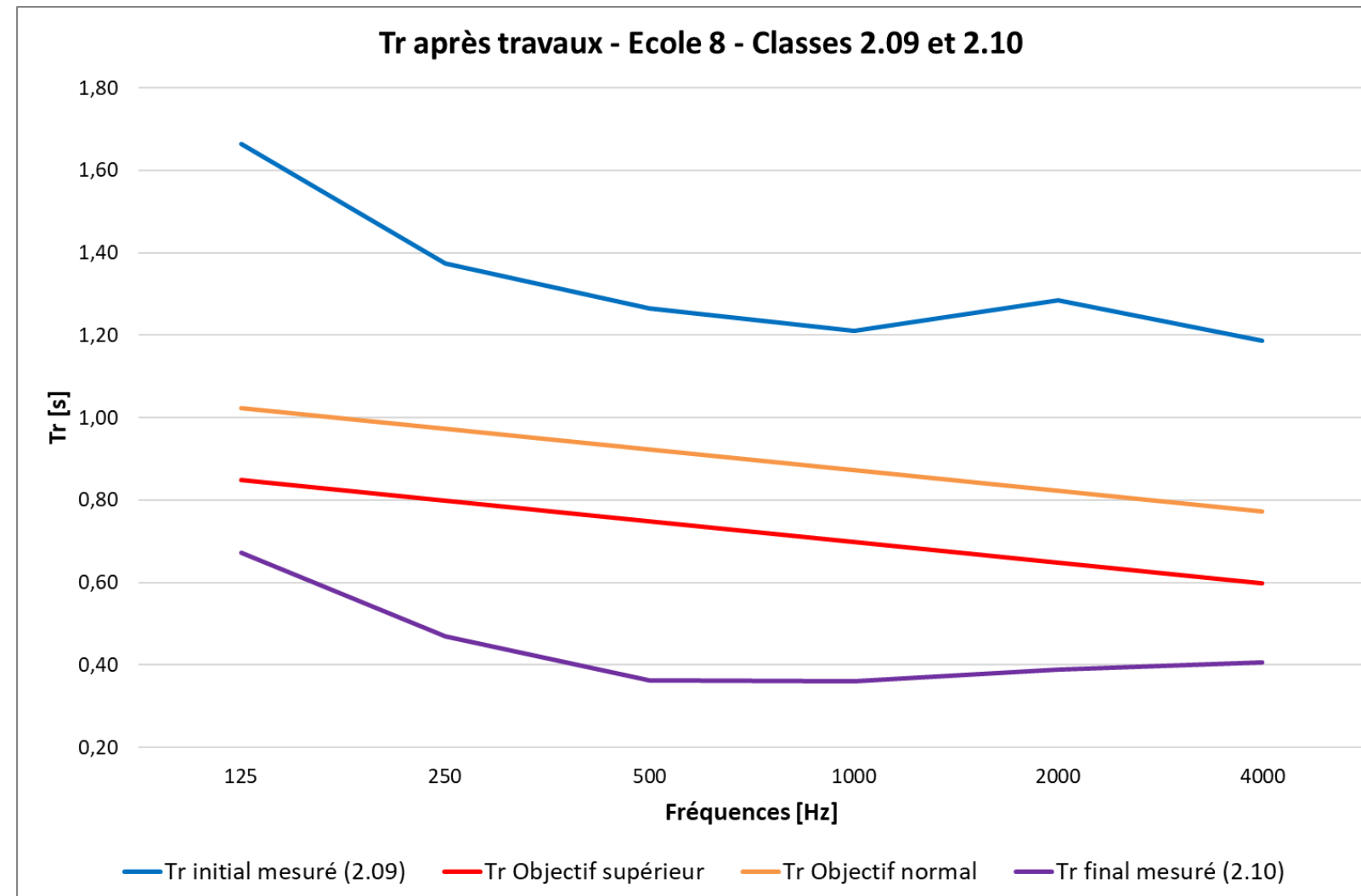
Na de werken



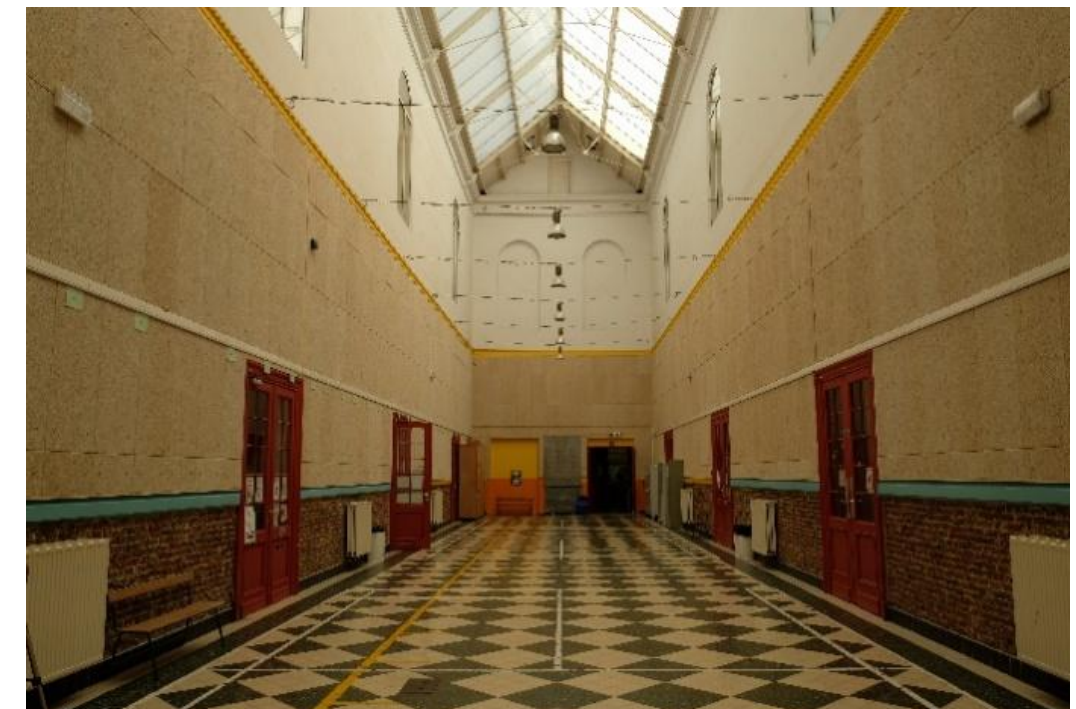
III. GEVAL VAN DE SCHOLEN VAN ELSENE

Overdekte speelplaats school 1

Oplossing muren: gelijmde houtvezelplaten met minerale wol



Voor de werken



Na de werken



III. GEVAL VAN DE SCHOLEN VAN JETTE



II. GEVAL VAN DE SCHOLEN TE JETTE

1 opdracht met raamovereenkomst voor 1 jaar, 3 keer verlengbaar

BETROKKEN INSTELLINGEN: op aanvraag – sinds 2018 interventies in 16 dossiers, waarvan 11 scholen of kinderdagverblijven

AANTAL LOKALEN: > 32 lokalen, waaronder refters, sportzalen en overdekte speelplaatsen

Context

Wanneer de dienst werken een klacht ontvangt betreffende geluid in een van de openbare gebouwen, wordt de problematiek onderzocht. Indien gewenst wordt op basis van de onderhandelde raamovereenkomst (vast uurtarief) een beroep op ons gedaan.

Onze opdracht: Interventie per geval wanneer er een klacht is

=> Diagnose

=> Verslag Voorontwerp

=> Op aanvraag: geluidsmetingen voor oplevering, na de werken



III. GEVAL VAN DE SCHOLEN TE JETTE

Voorbeelden van behandelde lokalen



Refter school Van Helmont – plaatsing van opgehangen volumetrische elementen in melamineschuim



Refter school Dieleghe: opgehangen platen 120 x 120 cm uit geschilderde minerale wol



TE ONTHOUDEN VAN DE PRESENTATIE

- Nagalm in schoollokalen leidt tot sterke hinder, leerproblemen en vermoeidheid bij zowel personeel als leerlingen
- Bij interne renovaties van lokalen wordt sterk aanbevolen om ook de akoestische dimensie in aanmerking te nemen
- Er bestaan talrijke oplossingen om deze hinder te verminderen, ook bij renovatie
- Een beroep doen op een akoestiekexpert helpt om de meest geschikte oplossing te vinden en de oppervlakken optimaal te benutten
- In dat kader zijn verschillende aanpakken mogelijk, afhankelijk van het beschikbare budget, het beleid van de gemeente en de urgentie van het dossier.



TOOLS, WEBSITES, BRONNEN

- NBN S01-400-2: Akoestische criteria voor schoolgebouwen
- Enkele websites van fabrikanten van geluidsabsorberende panelen (niet-limitatieve lijst):

<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

Akoestieksspecialiste

02 203 33 75

n.gamblin@asm-acoustics.be

ASM Acoustics

www.asm-acoustics.be

