

JOURNÉE NATIONALE

Les jeunes et le bruit : tous mobilisés pour leur santé et leur environnement

Journée organisée par le Centre d'information sur le Bruit (CidB)
sous l'égide du ministère de la Transition écologique, de la Biodiversité,
de la Forêt, de la Mer et de la Pêche



Une école plus calme est-elle possible ? Exemples de retour d'expérience en rénovation et en neuf

La nouvelle norme « qualité acoustique dans les espaces de bars et restaurants » : application en milieu scolaire

Samuel TOCHON-DANGUY
Co-gérant du bureau d'études LASA
Administrateur GIAC

L'ingénierie
acoustique et vibratoire
depuis 1978

cinov
GIAC ACOUSTIQUE



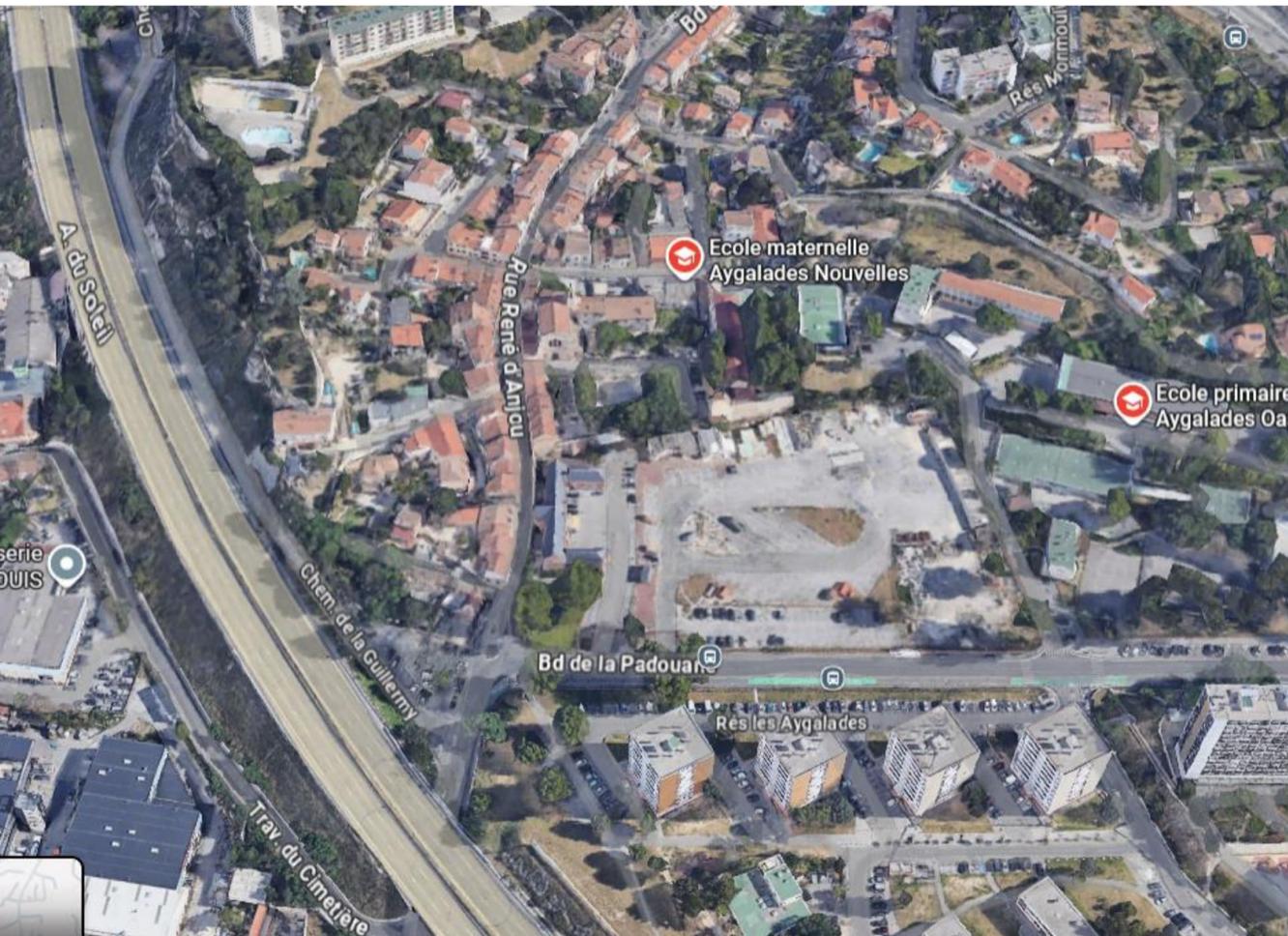
CidB
Centre d'information
sur le Bruit



Design : www.maffre.net / Photo : Shutterstock

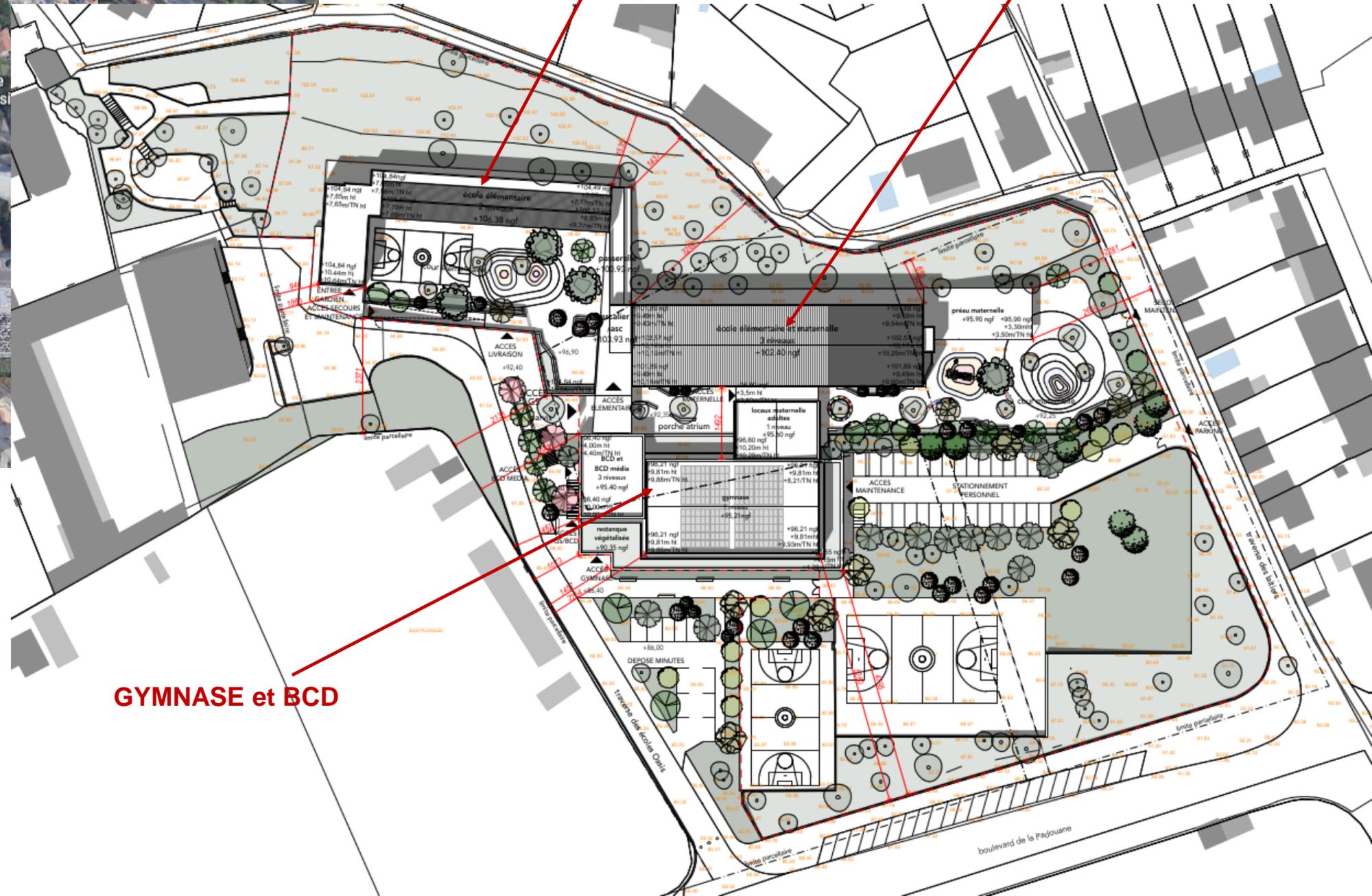
Une école plus calme est elle possible ? Rénovation école Aygalades-Oasis (Marseille)

Projet : 25 M€ en conception - réalisation



BÂTIMENT EGGER

BÂTIMENT GEEP



GYMNASE et BCD

- ANTOINE BEAU ARCHITECTURE et UNIC : architecture**
- Nicolas Faure : paysage**
- SINETUDES : structure**
- SOL.A.I.R. : BET Fluides**
- Alpha-i & co : économie**
- Inddigo : qualité environnementale**
- LASA : acoustique**
- R-Aedificare : économie circulaire - réemploi**
- Bouygues Bâtiment Sud-Est : entreprise générale mandataire**

Aygalades : des bâtiments anciens et peu performants notamment thermiquement

✓ BÂTIMENT GEEP, métal + planchers béton préfabriqué



28 classes

- 9 maternelles
- 19 élémentaires
- Restaurants pour maternelle et élémentaire
- Bibliothèque
- Salle polyvalente
- Gymnase
- Logement de fonction

✓ BÂTIMENT René EGGER, béton



Aygalades : un programme de rénovation qui n'oublie pas le confort acoustique 😊

1.7 - Confort Acoustique

Compte tenu des enjeux de santé publique liés aux bruits, la lutte contre le bruit dans les bâtiments accueillant des enfants fait partie des priorités de la ville de Marseille.

Les agressions par le bruit dans la vie quotidienne des jeunes scolaires sont nombreuses et variées. Elles sont dues soit à des causes externes (implantation des écoles à proximité de sources de bruit importantes tels qu'aéroports, axes routiers, grands carrefours), soit à des causes internes liées à la vie scolaire ou aux conditions matérielles d'accueil des élèves.

- Protéger les bâtiments du bruit aérien par rapport à l'espace extérieur
- Assurer un isolement aérien convenable entre locaux
- Assurer un isolement aux bruits de choc convenable.
- Diminuer la durée de réverbération.
- Assurer un isolement par rapport aux bruits des équipements

Le concepteur se basera sur la réglementation acoustique des locaux d'enseignements décrite dans l'arrêté du 25 avril 2003 relatif à la limitation de bruit dans les établissements d'enseignement et se référera à la note « Bien concevoir l'acoustique des locaux accueillant les enfants pour préserver leur santé » établie par l'ARS et annexé au présent document.

Un grand soin devra être porté à l'acoustique interne des espaces :

■ Respect des niveaux d'isolement minimaux réglementaires pour l'acoustique intérieure et extérieure (bruit des infrastructures de transport terrestre ou aérien et mesure et traitement des émergences acoustiques).

- Zoning acoustique entre locaux.
- Choix de produits de construction respectant les performances acoustiques demandées et obligation de traitements muraux et de plafond pour les espaces de grande hauteur ou sensibles : réfectoire, salle polyvalente, hall, salle de sport, bibliothèque, etc.
- Choix d'équipements techniques performants au niveau acoustique
- Choix de matériaux adaptés pour le préau, afin d'éviter les résonances

- Le fait que le maître d'ouvrage affirme ou pas dans le programme son souhait de la prise en compte du confort acoustique comme l'un des aspects prioritaires, est souvent assez décisif.
- De même que d'exiger un BE acoustique dans le groupement dès le stade de l'appel à candidature.
- Il arrive encore malheureusement que quelques programmes passent à côté de cet enjeu... 😞

Aygalades : les enjeux acoustiques du projet en phase conception

✓ **RENOVATIONS avec GROS ŒUVRE CONSERVES pour EGGER et GEEP**

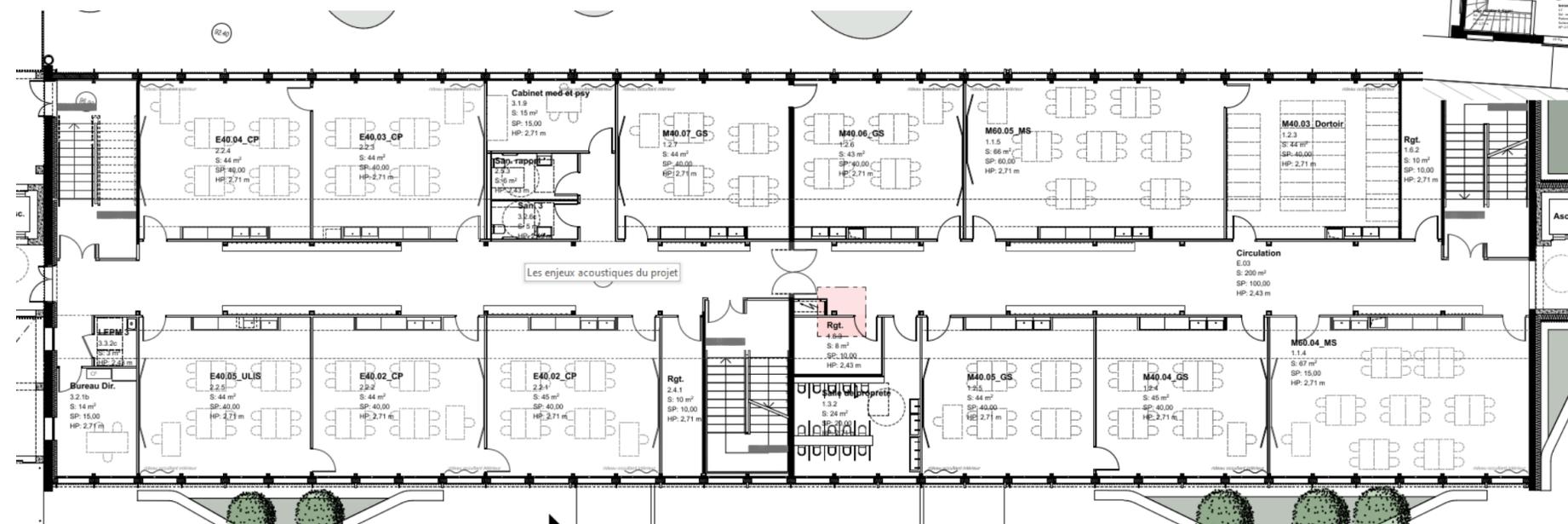
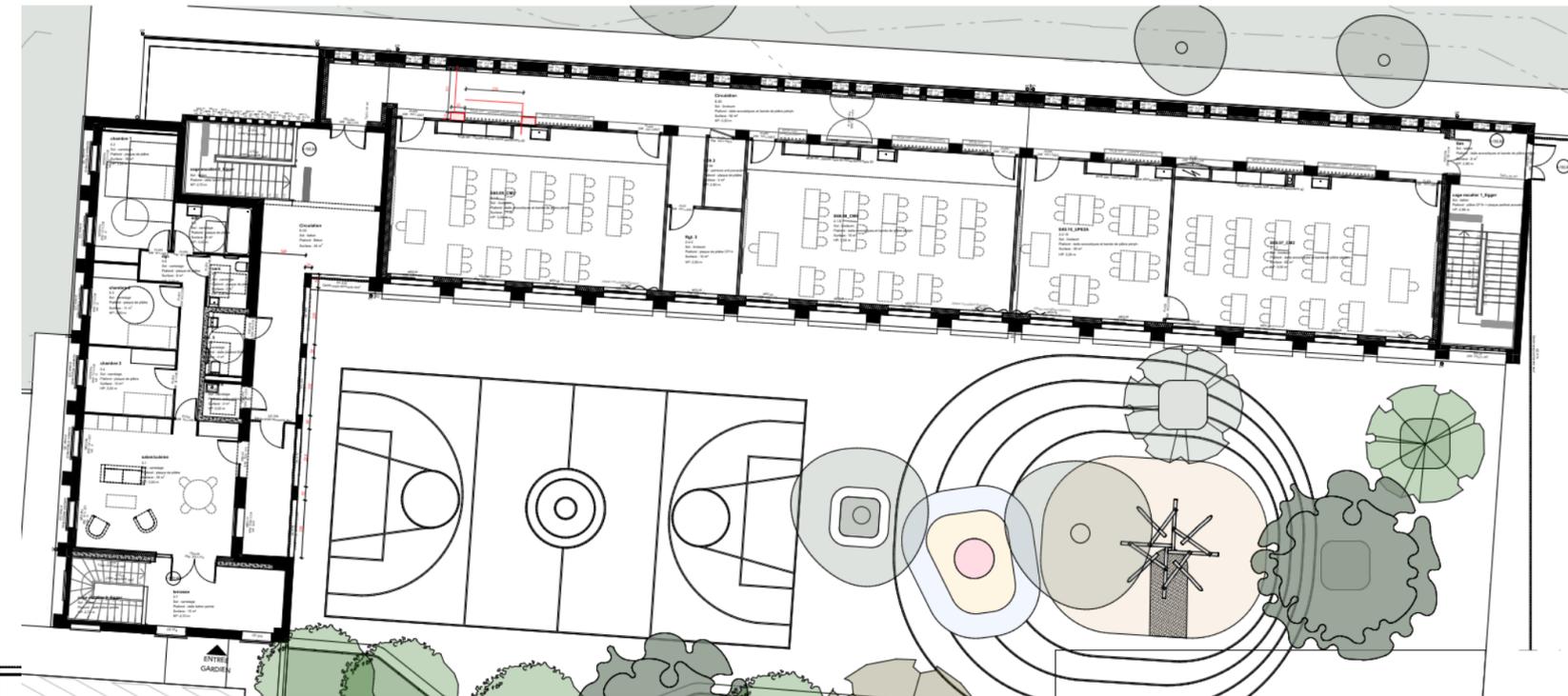
✓ **CONTRAINTES SISMIQUES/FEU/ACOUSTIQUE/ECONOMIQUES**

✓ **GEEP :**

- Structure métallique conservée
- Plancher béton préfabriqués 10cm filants conservés
- Nouvelle façade bois filante (transmissions latérales)
- Pas de hauteur sous plafond : problématique forte d'intégration des systèmes CVC (gaines verticales, armoire en circulation)
- Fixation des brasseurs d'air

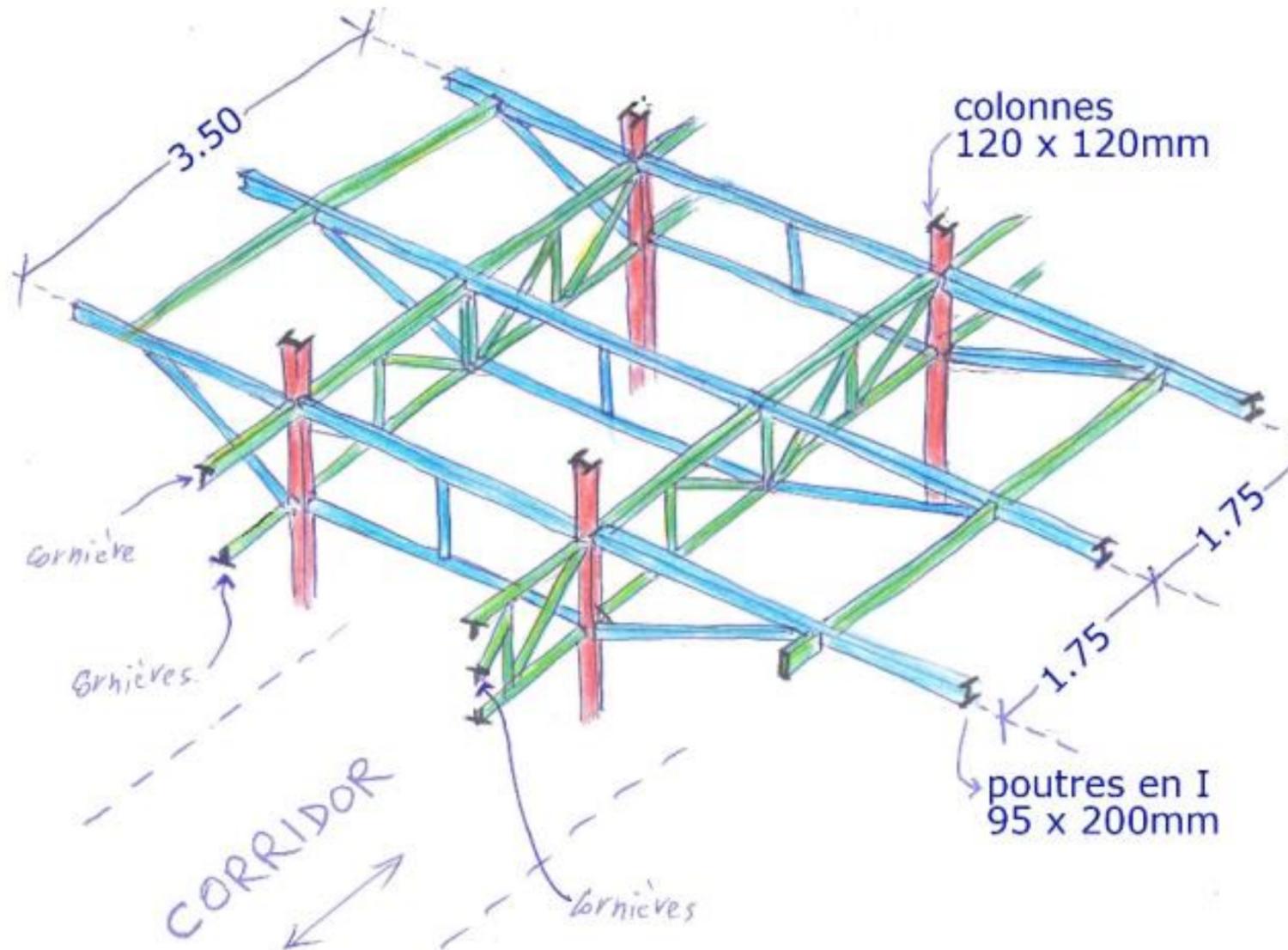
✓ **EGGER :**

- Sol dur TERRAZZO conservé en circulations
- Intégration logement avec objectifs réglementaire



Bâtiment GEEP : structure métallique légère et plancher béton préfabriqué fin

- Complexité acoustique de la conservation de planchers filants existant en béton de 10cm
- Dallage reconstruit en RdC (après isolation) : souhaité non continu au droit des cloisons, mais joint de désolidarisation finalement non réalisable en certaines localisations
- Impact sur transmissions sonores latérales et bruits de chocs

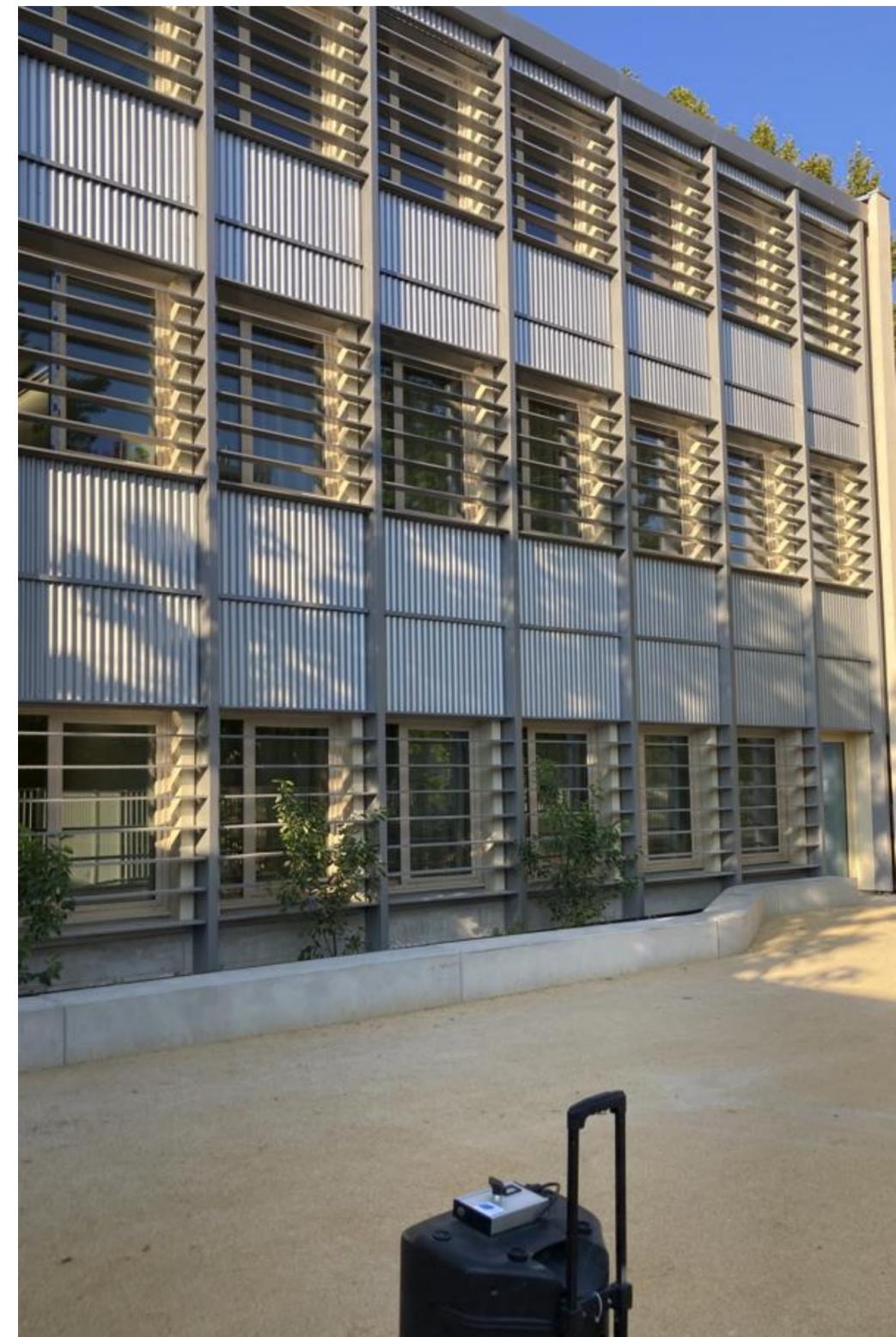
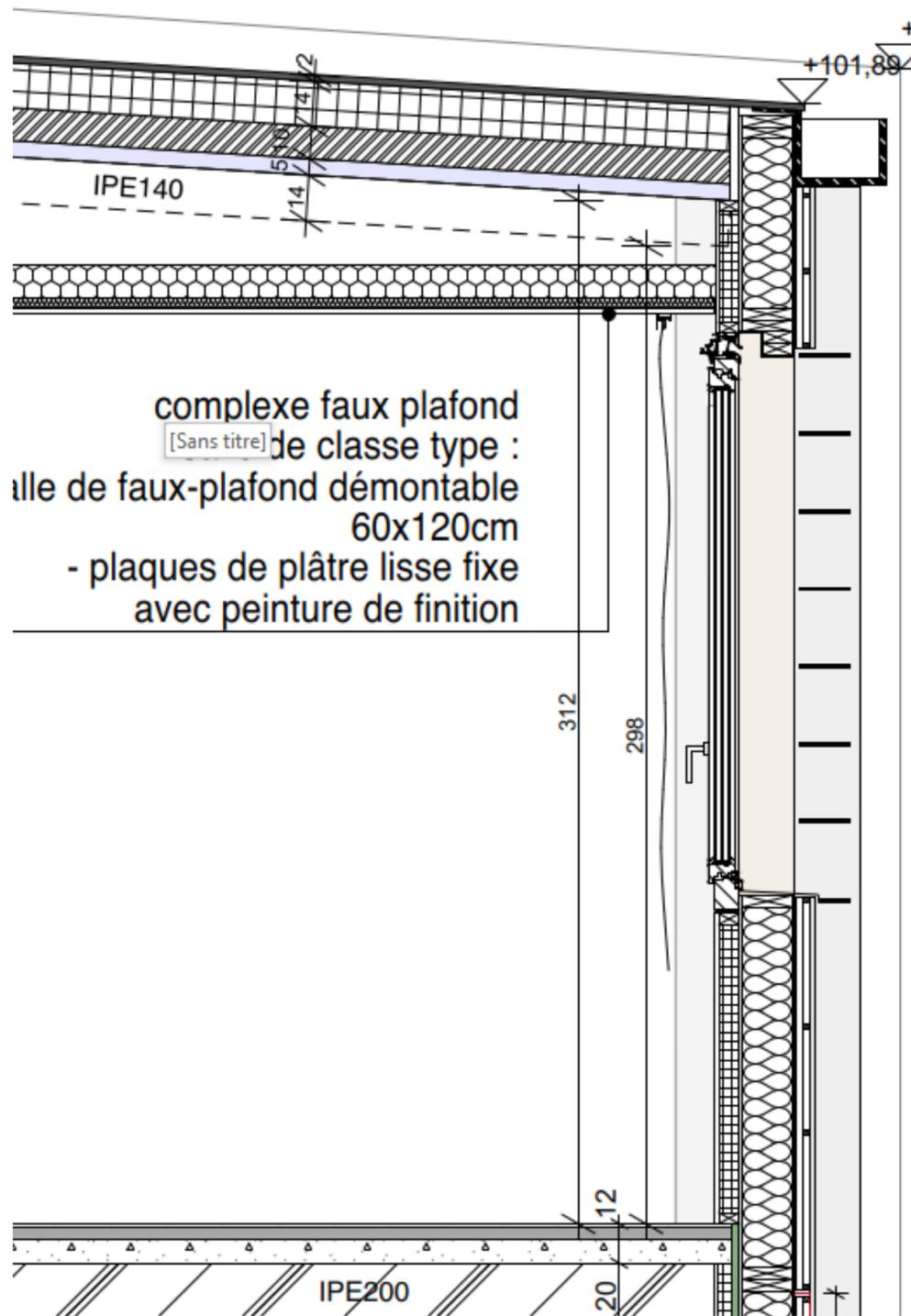


Bâtiment GEEP : structure métallique légère : tout doit être encoffré pour le feu

- Des cloisonnements rendus acoustiquement performants du fait des contraintes feu (encapsulage requis de la structure métallique,...).

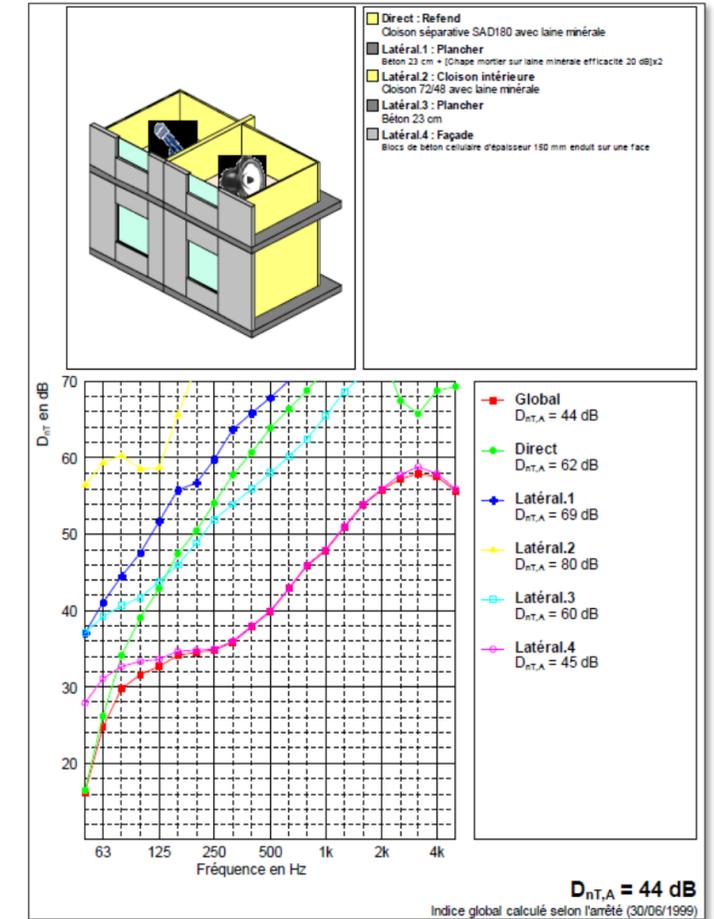
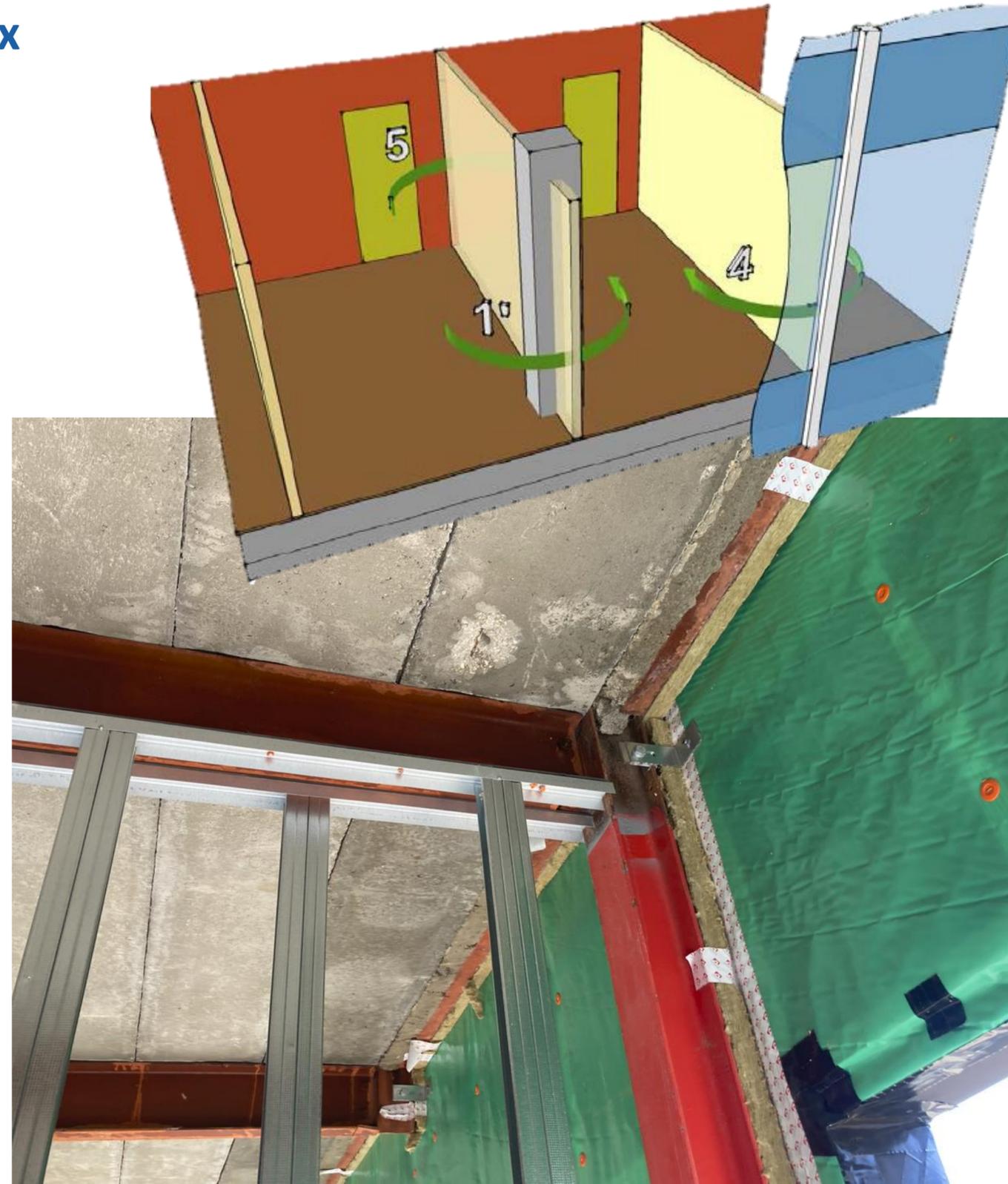


Bâtiment GEEP : façades à ossature bois rapportées



Bâtiment GEEP : façades ossatures bois rapportées et sujet des transmissions latérales

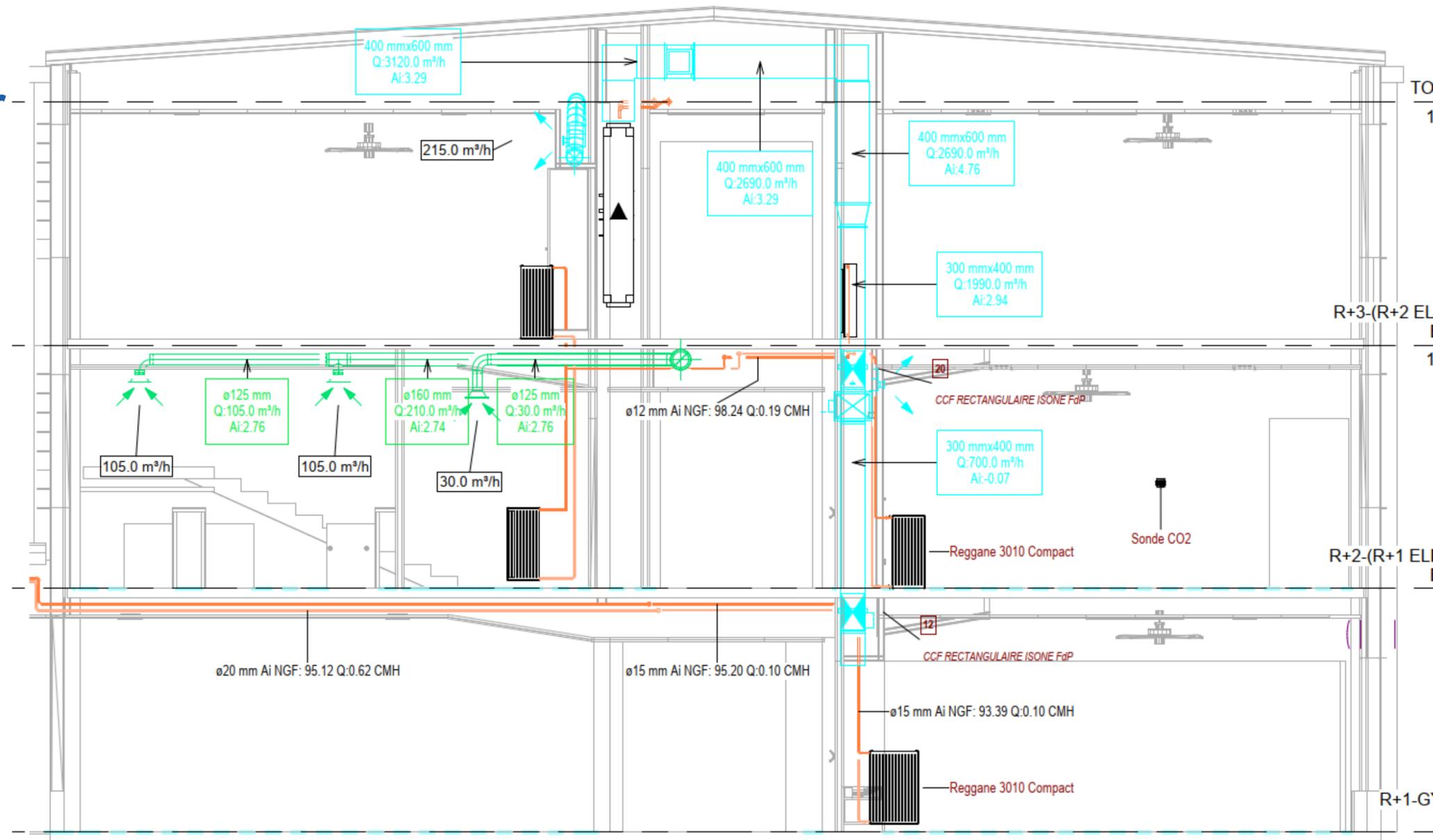
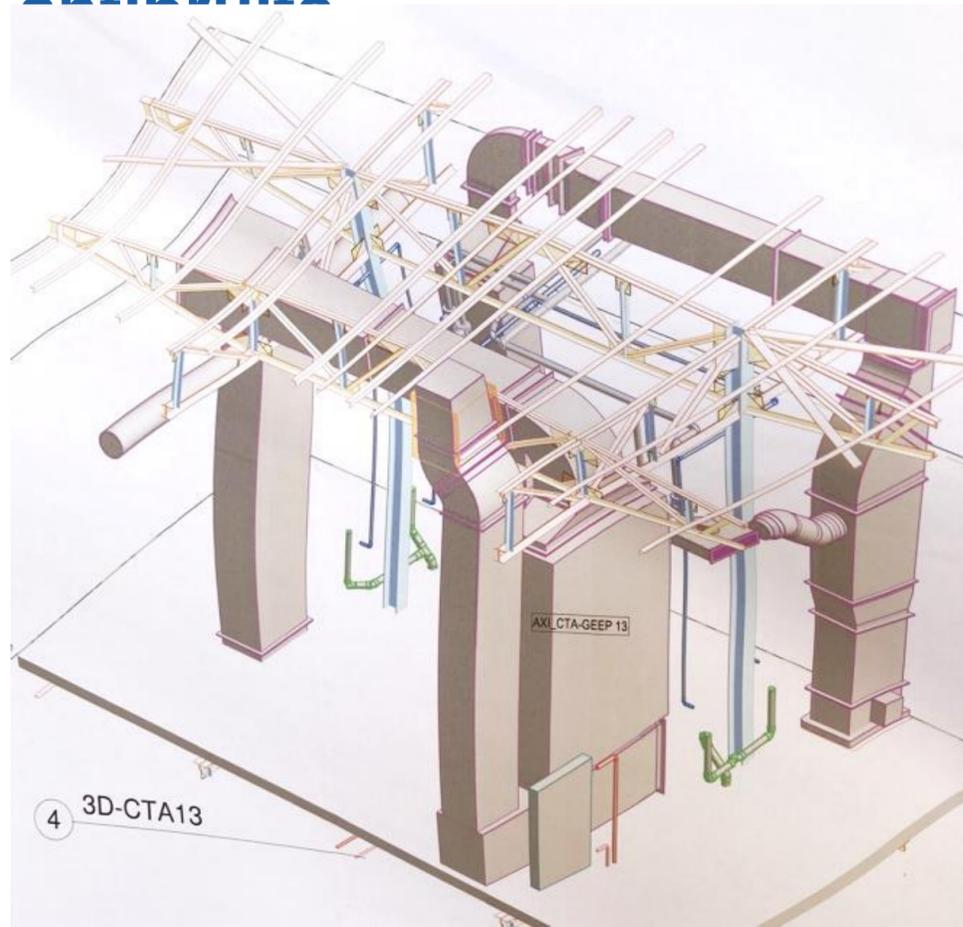
➤ **Sujet des jonctions entre poteaux de structure, nez de dalle, et façades rapportées.**



➤ **Estimation par modélisation des isolements atteignables avec les futures cloisons compte tenu des planchers existants et façades rapportées**

Rénovation : le sujet de la ventilation avec très peu de place et pas de HSP disponible

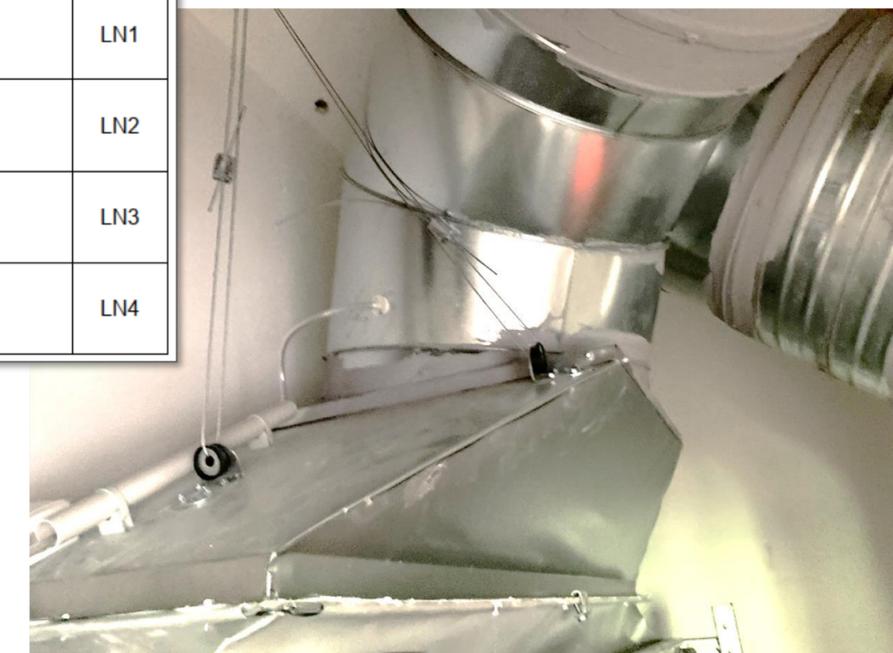
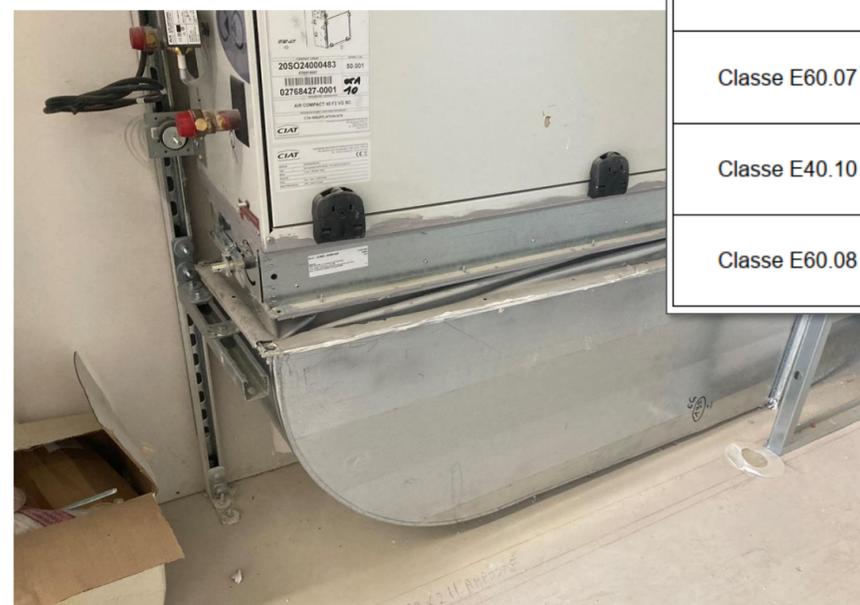
- Les hauteurs sous plafond existantes limitées ne permettent pas de passer les gaines nécessaires pour centraliser les CTA/extracteurs dans un local technique comme habituellement.
- Nécessité « d'éclater » les équipements et de les positionner au plus près des locaux concernés : en circulation, dans le local lui-même...
- Trajets court du bruit jusqu'au locaux, et complexité pour trouver la place pour les dispositifs antibruit



Rénovation : le sujet de la ventilation avec très peu de place et pas de HSP disponible

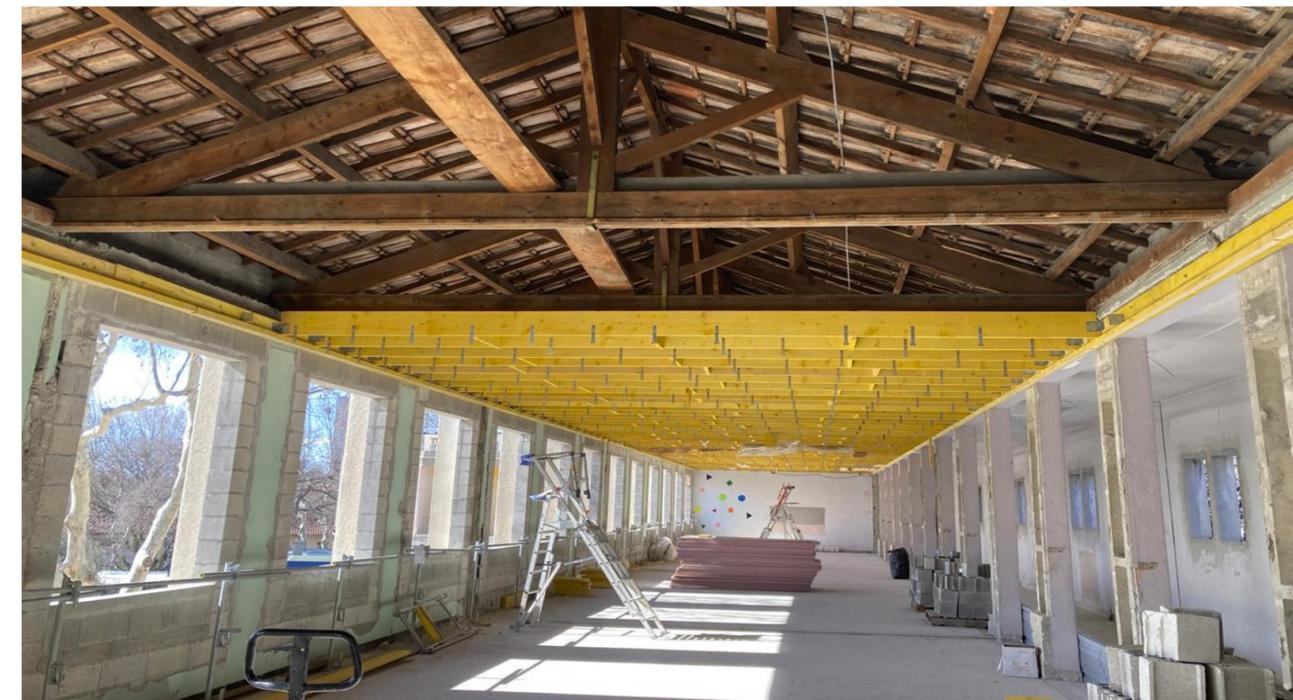
- Des petites CTA extra plates mises en place dans des « placards techniques » dans les circulations

- Des tracés de réseaux complexes qui rentrent au « chausse pied »
- des calculs spécifiques pour éviter les sifflements et arriver à intégrer les traitements antibruits pour le respect des objectifs de bruit des équipements

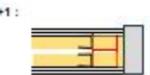
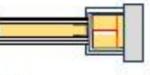


Local de réception	Equipement	Niveau de bruit d'équipement standardisé pondéré L _{PA,T} [dB(A)]			Co m.	Observations	N° fiche
		Objectif mini	Mesuré (initial)	Mesuré (28/05/2025)			
Tisanerie Pers.	CVC	33 dB(A)	30 dB(A)		S	-	LN1
Classe E60.07	CVC	38 dB(A)	35 dB(A)		S	-	LN2
Classe E40.10	CVC	38 dB(A)	44 dB(A)	32 dB(A)	S	-	LN3
Classe E60.08	CVC	38 dB(A)	34 dB(A)		S	-	LN4

Rénovation : importance de la forte présence du BE acoustique y compris en chantier



Rénovation : importance de la forte présence du BE acoustique y compris en chantier

ECOLE DES AYGALADES – MARSEILLE PROJET COMPTE RENDU ACOUSTIQUE N° 06 VISITE-REUNION DU 24/05/24			
N°	SUJET	PHOTO	REMARQUE
1	Façade / Poteaux métalliques		<p>Rappel CR2 et CR3 et CR4 et CR5</p> <p>Mise en œuvre d'un calfeutrement en laine de 40mm compressée entre façades bois et poteaux : OK.</p> <p>Prévoir également le calfeutrement en partie basse (entre poteau et allège de façade en béton) lors de la présence d'un séparatif (cloison) au droit de ces poteaux.</p>
2	Jonctions cloisons / poteaux métalliques		<p>CR3 : confirmation des schémas de principe suivants en réunion :</p> <p>RdC/R+1 : </p> <p>R+2 : </p> <p>Rappel CR3 Les rails ne vont pas en percussion des façades en l'état (RdC) => à prévoir. Ne pas oublier le point 1 avant (mise en œuvre de la laine rigide entre poteau et façade) Prévoir laine dans les creux des structures</p>

LASA
L'ingénierie acoustique et vibratoire depuis 1978

PARIS
LYON
BORDEAUX
MARSEILLE
RENNES
NANTES
TOULOUSE
ANNECY
ANTILLES
GUYANE

MARSEILLE
Agence Méditerranée
Placette Valmarie
Michelet
97, traverse de la
Gouffonne
13009 MARSEILLE
Tél. +33(0) 4 91 55 66 31
mediterranee@lasa.fr
Siret 302 506 480 00060

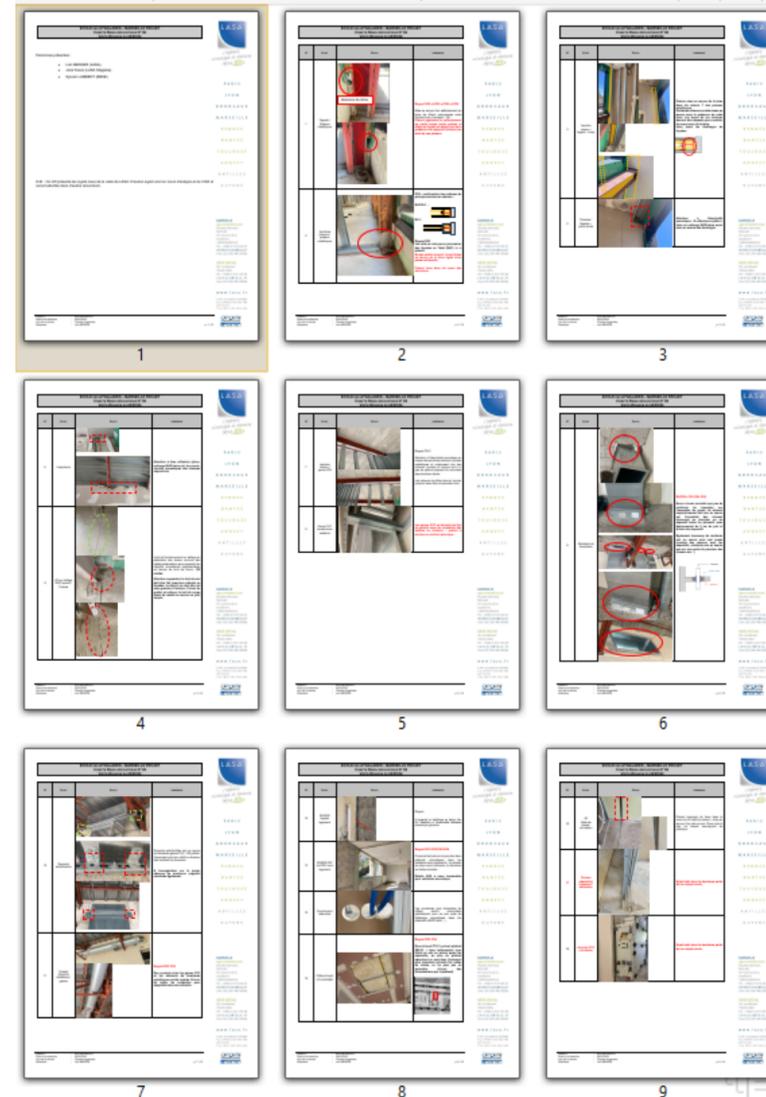
SIÈGE SOCIAL
26, rue Bénard
75014 PARIS
Tél. +33(0) 1 43 13 34 00
contact@lasa.fr
Siret 302 506 480 00086

www.lasa.fr

S.A.R.L. au capital de 235 000€
R.C.S PARIS B 302 506 480
APÉ 71128
TVA FR02 302 506 480

OPOIBI
L'Association Française
des
Ingénieurs
Acousticiens
et
Vibratologistes
AF 05 06 1728

- Présence continue requise du BE acoustique en phase travaux : de nombreuses adaptations et solutions se décident à ce moment là !
- Sur ce projet par exemple : 10 compte rendus détaillés de visites spécifiques acoustiques avec préconisations de solutions/adaptations (10 à 15 pages)...



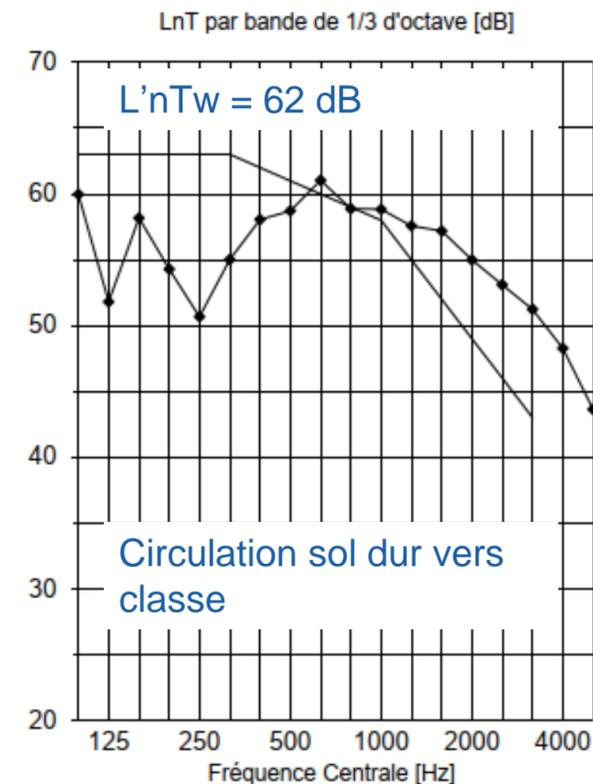
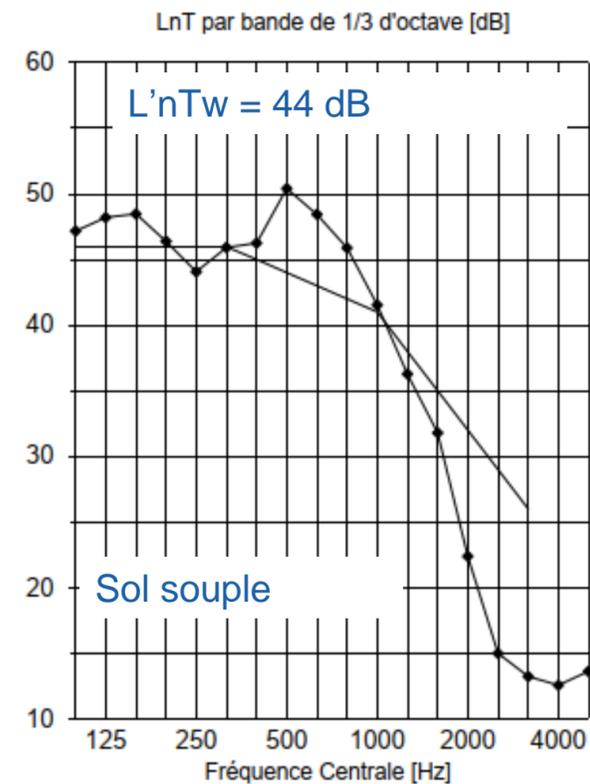
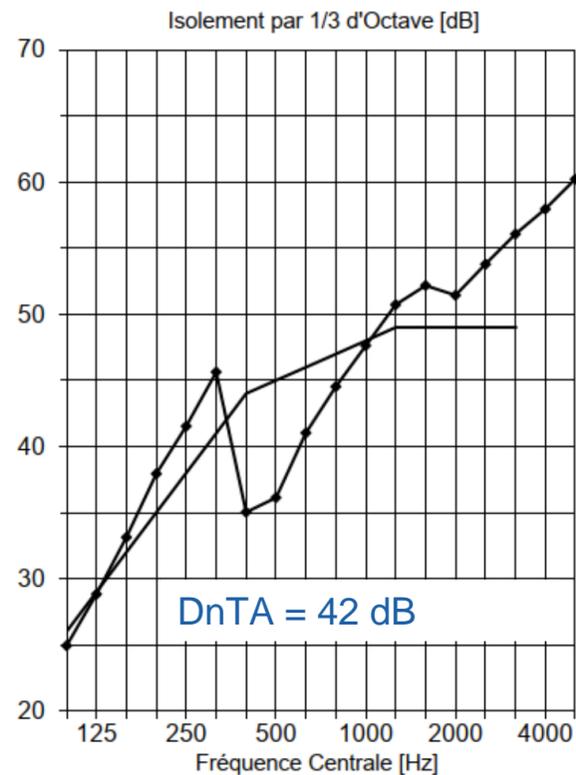
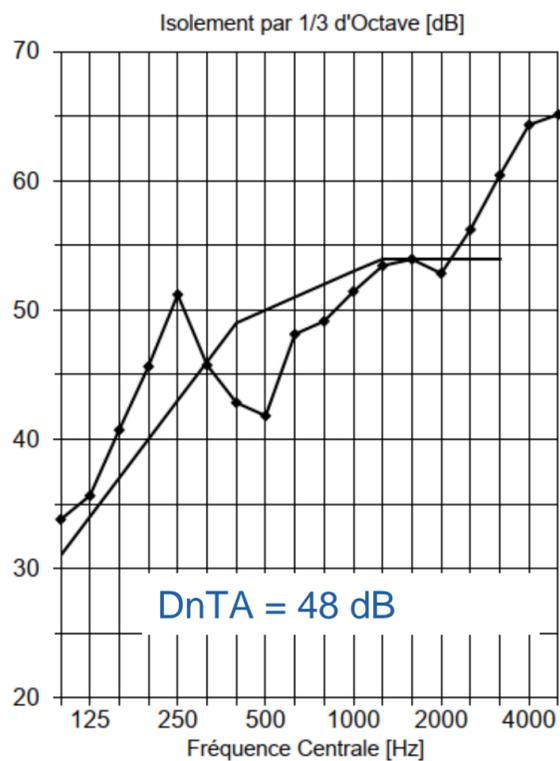
- Des solutions au « cas par cas » et un peu d'ingéniosité permettent de résoudre les problématiques sans surcoûts travaux particuliers 😊
- C'est surtout du temps « bureau d'étude » qui doit être provisionné. La maîtrise d'œuvre et les BE doivent avoir les moyens de consacrer ce temps nécessaire à mettre au point ces solutions « au cas par cas ».
- Cela permet aussi des projets plus « bas carbone » avec plus de réemploi.

Réception des travaux : un projet conforme aux objectifs de confort acoustique ☺



Isolements et bruits d'impacts horizontaux :

- Les résultats attendus sont atteints
- Le plancher fin ne permettrait pas de dépasser un isolement D_nTa de 48 dB



Réception des travaux : un projet conforme aux objectifs de confort acoustique 😊



Salle à manger élémentaire

Photo Véronique DANU

DUREE DE REVERBERATION						
Dossier : M-2108-0588-PO-BBSE-AYGALADE OASIS					Fiche T26	Date 11/07/2024
Local émission : Restauration Élémentaire						
Fréquences (Hz)	1	2	3	4	5	Tr moyen en s
100	0.5					0.5
125	0.4					0.4
160	0.4					0.4
200	0.6					0.6
250	0.6					0.6
315	0.7					0.7
400	0.7					0.7
500	0.6					0.6
630	0.6					0.6
800	0.5					0.5
1000	0.6					0.6
1250	0.6					0.6
1600	0.5					0.5
2000	0.5					0.5
2500	0.4					0.4
3150	0.5					0.5
4000	0.6					0.6
5000	0.6					0.6

Tr_[500-2000Hz] = 0,5s



 L'ingénierie acoustique et vibratoire depuis 1978
 PARIS LYON BORDEAUX MARSEILLE NANTES ANTILLES GUYANE
 MARSILLE Agence Méditerranée 7, rue Bérlioz de Suffren 13005 MARSEILLE TEL : +33(0)4 91 55 56 51 mediterranne@lasa.fr

SIÈGE SOCIAL 26, rue Bérlioz 75013 PARIS TEL : +33(0)1 47 53 54 00 FAX : +33(0)1 47 53 54 01

www.lasa.fr



Réception des travaux : un projet conforme aux objectifs de confort acoustique 😊



Salle de classe élémentaire

Photo Véronique DAU

DUREE DE REVERBERATION

Dossier : M-2108-0588-PO-BBSE-AYGALADE OASIS | Fiche T03 | Date 11/07/2024

Local émission : Classe E60.08

Fréquences (Hz)	1	2	3	4	5	Tr moyen en s
100	0.5					0.5
125	0.4					0.4
160	0.4					0.4
200	0.6					0.6
250	0.6					0.6
315	0.7					0.7
400	0.7					0.7
500	0.6					0.6
630	0.6					0.6
800	0.5					0.5
1000	0.6					0.6
1250	0.6					0.6
1600	0.5					0.5

Tr_[500-2000Hz] = 0,5s

LASA
L'ingénierie acoustique et vibratoire depuis 1978

- PARIS
- LYON
- BORDEAUX
- MARSEILLE
- RENNES
- NANTES
- ANTILLES
- GUYANE

DUREE DE REVERBERATION

Dossier : M-2108-0588-PO-BBSE-AYGALADE OASIS | Fiche T16 | Date 11/07/2024

Local émission : M40.04

Fréquences (Hz)	1	2	3	4	5	Tr moyen en s
100	0.5					0.5
125	0.4					0.4
160	0.3					0.3
200	0.3					0.3
250	0.4					0.4
315	0.3					0.3
400	0.3					0.3
500	0.4					0.4
630	0.4					0.4
800	0.3					0.3
1000	0.3					0.3
1250	0.4					0.4
1600	0.4					0.4
2000	0.4					0.4
2500	0.4					0.4
3150	0.4					0.4
4000	0.4					0.4
5000	0.4					0.4

Tr_[500-2000Hz] = 0,4s

LASA
L'ingénierie acoustique et vibratoire depuis 1978

- PARIS
- LYON
- BORDEAUX
- MARSEILLE
- RENNES
- NANTES
- ANTILLES
- GUYANE

MARSEILLE
Agence Méditerranéenne
7, rue Ruffin de Saffroy
13001 MARSEILLE
Tél. +33(0)4 91 53 86 33
mediterranee@lasa.fr
Site: 302 506 480 00000

SIÈGE SOCIAL
20, rue de la République
75004 PARIS
Tél. +33(0)1 43 21 34 00
europe@lasa.fr
Site: 302 506 480 00000

www.lasa.fr
S.A.S. au capital de 100 000 €
R.C.S. PARIS 8 392 546 484
APE 7310Z
TVA INTR 302 506 480

OPQSTI
Ingénierie Acoustique

Réception des travaux : un projet conforme aux objectifs de confort acoustique 😊



Local de réception	Equipement	Niveau de bruit d'équipement standardisé pondéré $L_{eq,T}$ [dB(A)]		Com.	Observations
		Objectif maxi	Mesuré		
Salle M4007_GS	Brasseurs V1+CVC	38	31	S	Sonomètre placé 1m sous un brasseur, 3 en fonctionnement
	Brasseurs V2+CVC		32	S	
	Brasseurs V3+CVC		34	S	
	Brasseurs V4+CVC		37	S	
	Brasseurs V5+CVC		40	ST	
	Brasseurs V6+CVC		42	NS	

Local de réception	Equipement	Niveau de bruit d'équipement standardisé pondéré $L_{eq,T}$ [dB(A)]		Com.	Observations
		Objectif maxi	Mesuré		
Salle polyvalente	Brasseurs V1+CVC	38	25	S	Sonomètre placé au centre de la salle à environ 3m des 3 ventilateurs.
	Brasseurs V2+CVC		24	S	
	Brasseurs V3+CVC		30	S	
	Brasseurs V4+CVC		33	S	
	Brasseurs V5+CVC		37	ST	
	Brasseurs V6+CVC		39	NS	

➤ **Bruit des brasseurs d'air ?**

Un exemple d'école «plus calme» : GS Audrey Hepburn – Lyon 09



Ville de LYON : Maitre d'Ouvrage
ATAUB + ARTO : Architectes
SYNAPSE : BET Fluides + Structure
GLOBECO : Economiste
C+POS : BET QEB
Graphyte : Paysage
LASA : acoustique

- **9 salles de classe maternelle + périscolaire**
- **2 salles de restauration**
- **2 300 m² - 5,2 M€ HT travaux**
- **Performance environnementale : E3 C1**
- **Confort acoustique augmenté 😊**

Un exemple d'école «plus calme» : GS Audrey Hepburn – Lyon 09



- Un Maître d'Ouvrage sensible au sujet du bruit dans ses établissements scolaires.
- Un programme qui insiste sur des objectifs complémentaires au delà du simple respect de la réglementation acoustique :
- ✓ Soins particuliers exigés pour le confort acoustique intérieur de l'ensemble de l'établissement et vis-à-vis du voisinage
- ✓ Limitation de la réverbération dans la cour de récréation à démontrer dans l'étude acoustique
- ✓ Limitation de la réverbération dans les escaliers verticaux encoisonnés ($Tr < 1,5s$)
- ✓ Soins particuliers pour l'acoustique des salles à manger et d'évolution

Art. 6. – L'aire d'absorption équivalente des revêtements absorbants disposés dans les circulations horizontales et halls dont le volume est inférieur à 250 m³ et dans les préaux doit représenter au moins la moitié de la surface au sol des locaux considérés.

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

$$A = S \times \alpha_v$$

où S désigne la surface du revêtement absorbant et α_v son indice d'évaluation de l'absorption.

On prendra l'indice α_v des surfaces à l'air libre des circulations horizontales, halls et préaux, égal à 0,8.

Les escaliers encoisonnés et les ascenseurs ne sont pas visés par le présent article.

➤ Extrait réglementation acoustique enseignement

1.4.9.1 Points d'attention particuliers

Un soin particulier sera apporté à la toiture pour éviter la diffusion des bruits des précipitations, tant vis-à-vis de l'ouvrage lui-même, que vis-à-vis du voisinage.

Les locaux de cuisine, les salles à manger et la salle d'évolution pouvant générer beaucoup de bruits, un soin particulier est donc demandé au concepteur sur le traitement acoustique de ces locaux.

Le concepteur veillera donc au confort acoustique des usagers sur l'ensemble de l'établissement, notamment dans les locaux de grand volume, les locaux fortement fréquentés par les élèves et les locaux de travail silencieux, mais aussi vis-à-vis du voisinage.

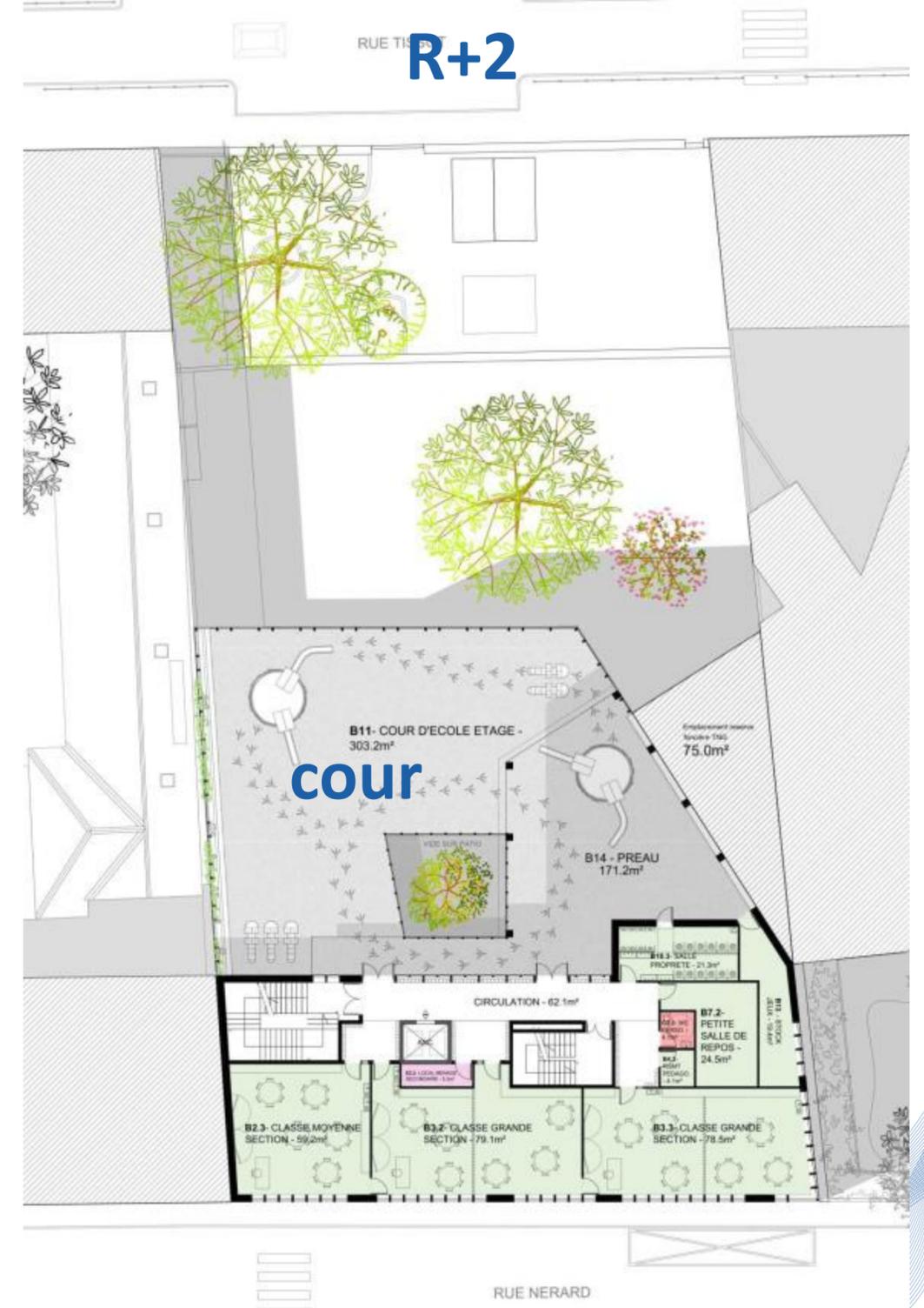
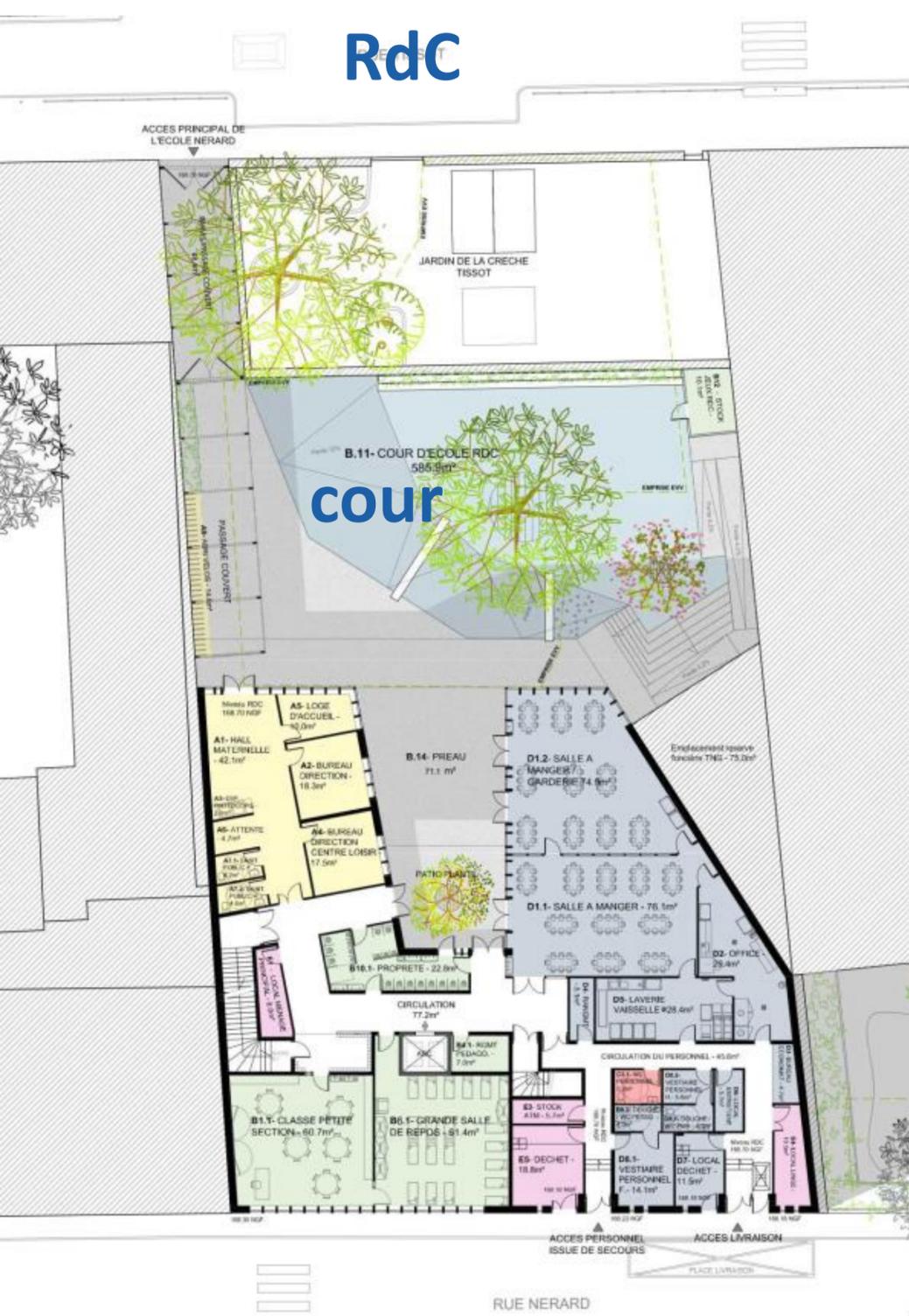
Une attention particulière sera portée aux phénomènes de réverbération dans la cour de récréation. Ces phénomènes pourraient être accentués par la configuration du site et l'implantation du futur bâtiment (deux murs mitoyens, forte verticalité, présence de cours en étages, etc.). La géométrie du bâtiment, les matériaux choisis (au sol, en façade, etc.) ainsi que la composition végétale devront permettre de limiter la réverbération. La conception des lieux devra permettre de tendre vers une durée de réverbération maximale de 3 secondes, à démontrer dans l'étude acoustique.

Les circulations verticales et horizontales constituent une source de bruit très agressive dans une école. Le concepteur prévoira donc toutes les dispositions nécessaires pour réduire les nuisances sonores émises depuis ces espaces et assurer leur bonne mise en œuvre sur chantier. Un soin particulier sera apporté :

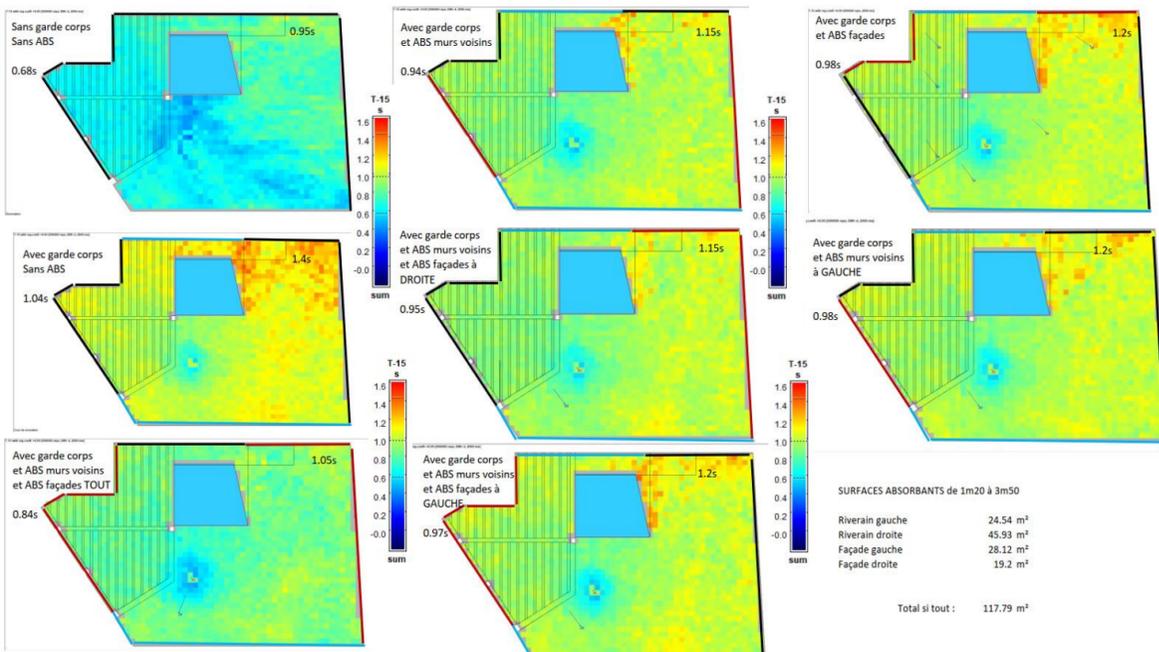
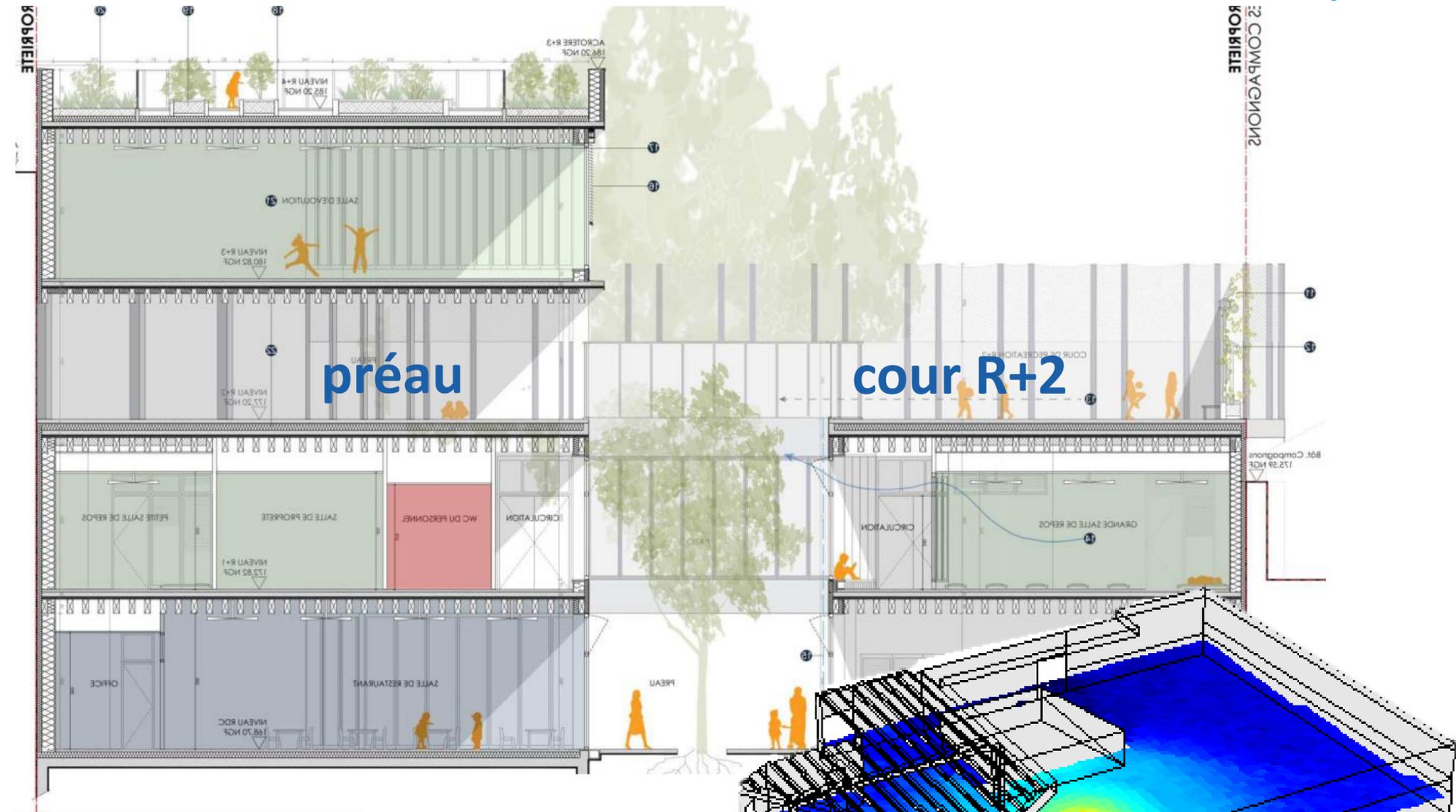
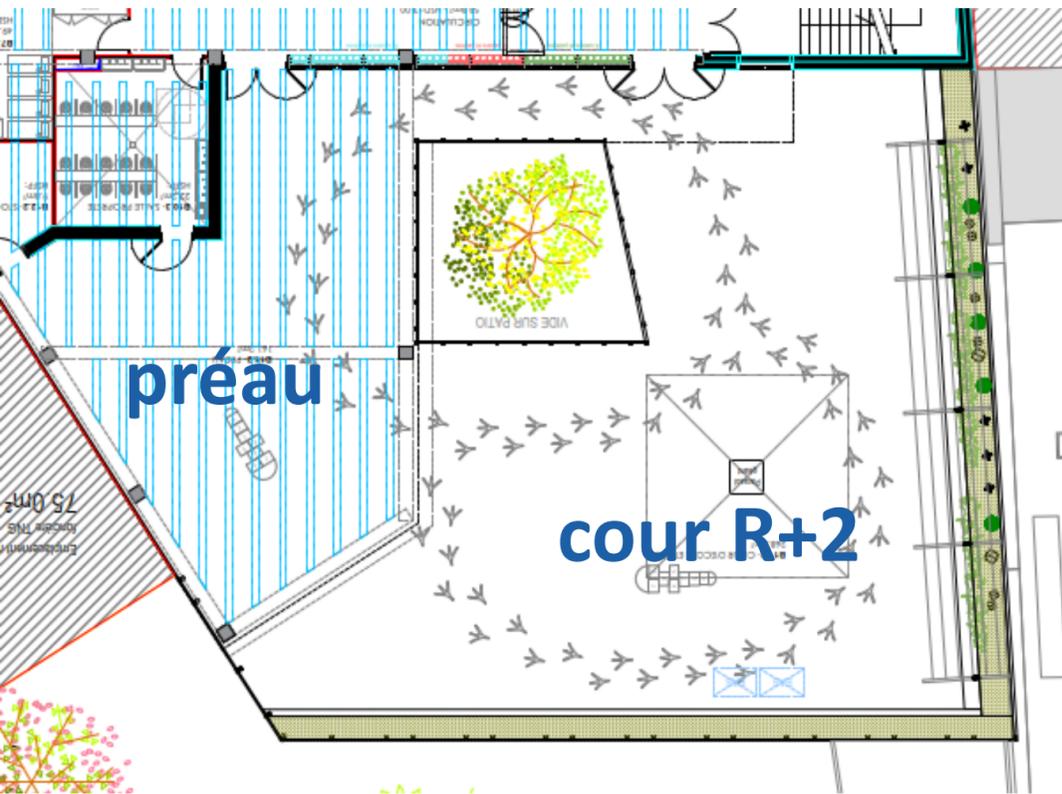
- A l'isolement aux bruits aériens entre les circulations et les locaux sensibles (salle de repos, salles de classe, bureau...) qui devra respecter les valeurs réglementaires citées précédemment
- Aux phénomènes de réverbération
 - dans les espaces de circulation de grand volume pour lesquels les dispositions réglementaires devront être prises et l'atteinte des performances vérifiées
 - dans les escaliers encoisonnés pour lesquels la valeur du temps de réverbération devra être limitée et tendre vers 1,5 seconde

Un exemple d'école « plus calme » : GS Audrey Hepburn – Lyon 09

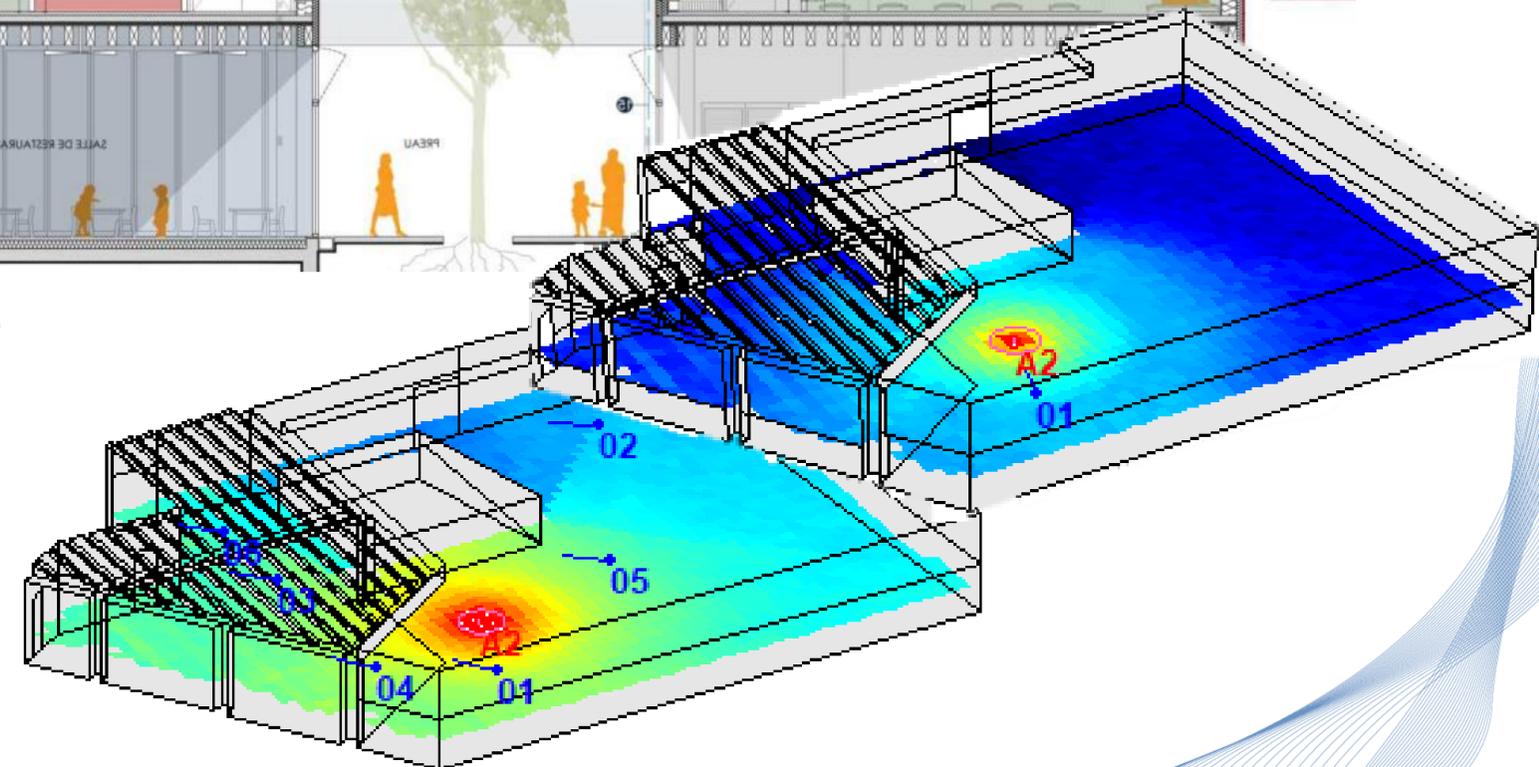
➤ Une conception acoustique « constructive » avec un architecte et une équipe convaincue de l'importance du sujet.



Limitation de la réverbération sous les préaux, et dans les cours de récréation



Modélisations acoustiques 3D pour optimisation des localisations des absorbants



Limitation de la réverbération sous les préaux, et dans les cours de récréation

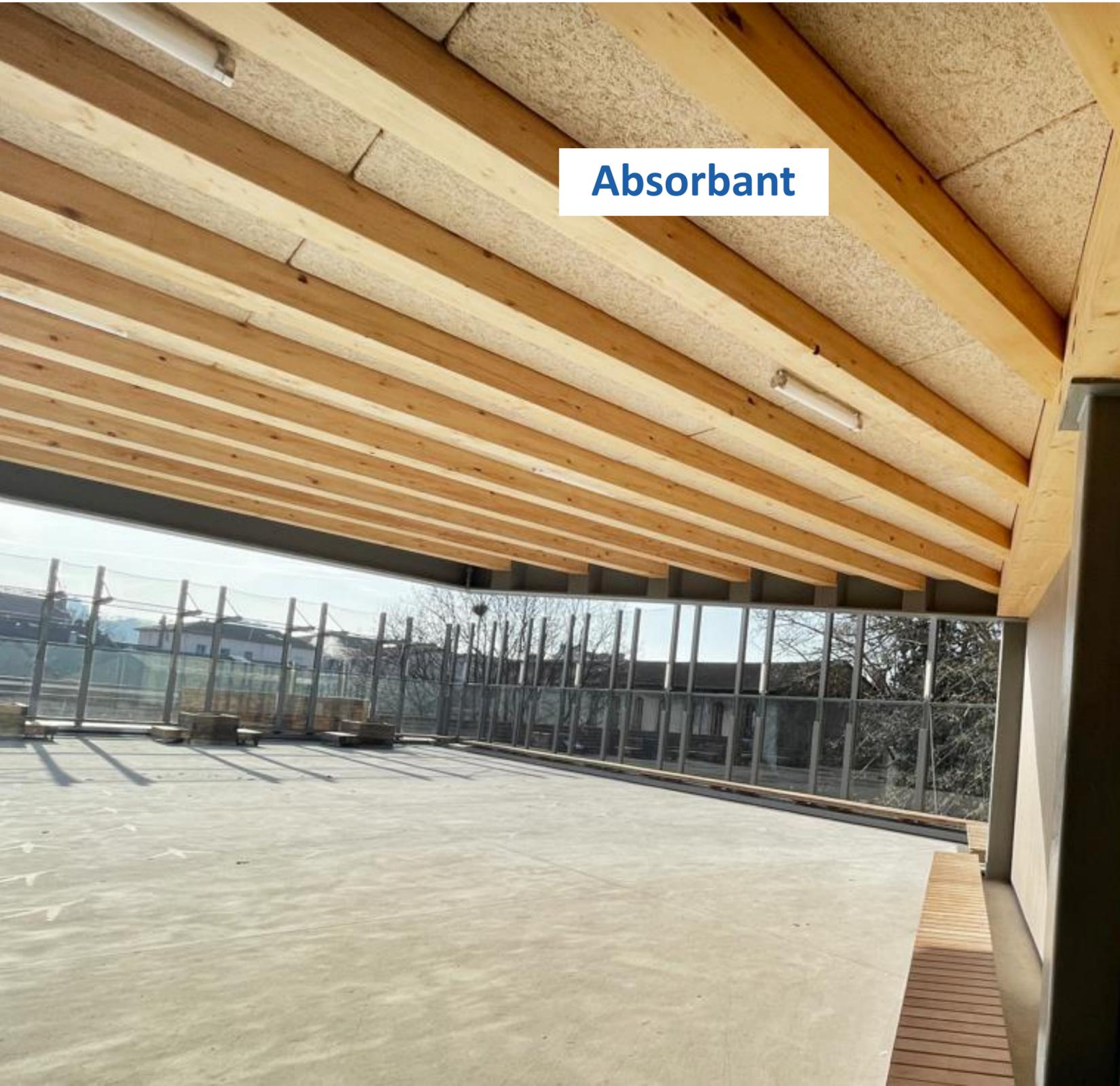


Absorbant derrière les tasseaux bois



Absorbant

Limitation de la réverbération sous les préaux, et dans les cours de récréation



Absorbant

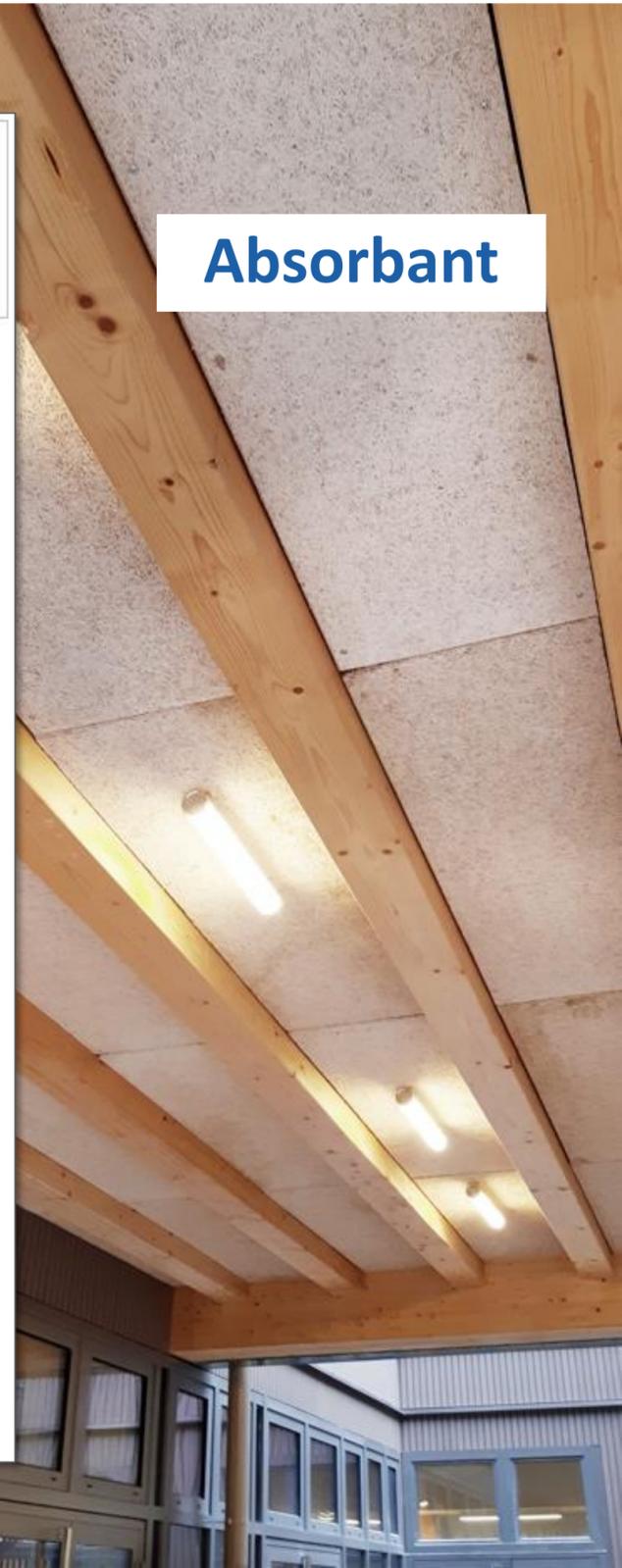
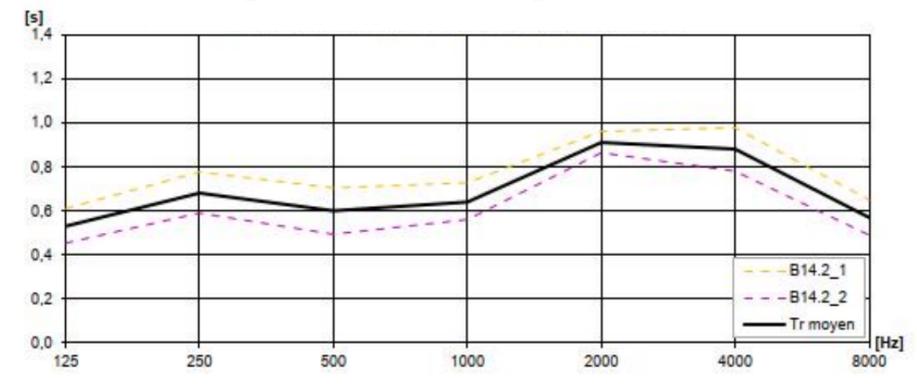
MESURES DE DUREE DE REVERBERATION			
N° de dossier	L-2010-1081-JRO	Indice	Date
Affaire	GS Nerard	A	01/02/24
Local étudié	R+2 - B14.2 Preau	B	
Remarques		C	
		D	
		E	
		Fiche : TR10	



Durée de réverbération mesurée par bandes d'octave									
Fréq. [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000
B14.2 1	0,49	0,61	0,78	0,70	0,73	0,96	0,98	0,65	0,30
B14.2 2	0,48	0,45	0,59	0,49	0,56	0,86	0,78	0,49	0,29
Tr moyen	0,49	0,53	0,68	0,60	0,64	0,91	0,88	0,57	0,30

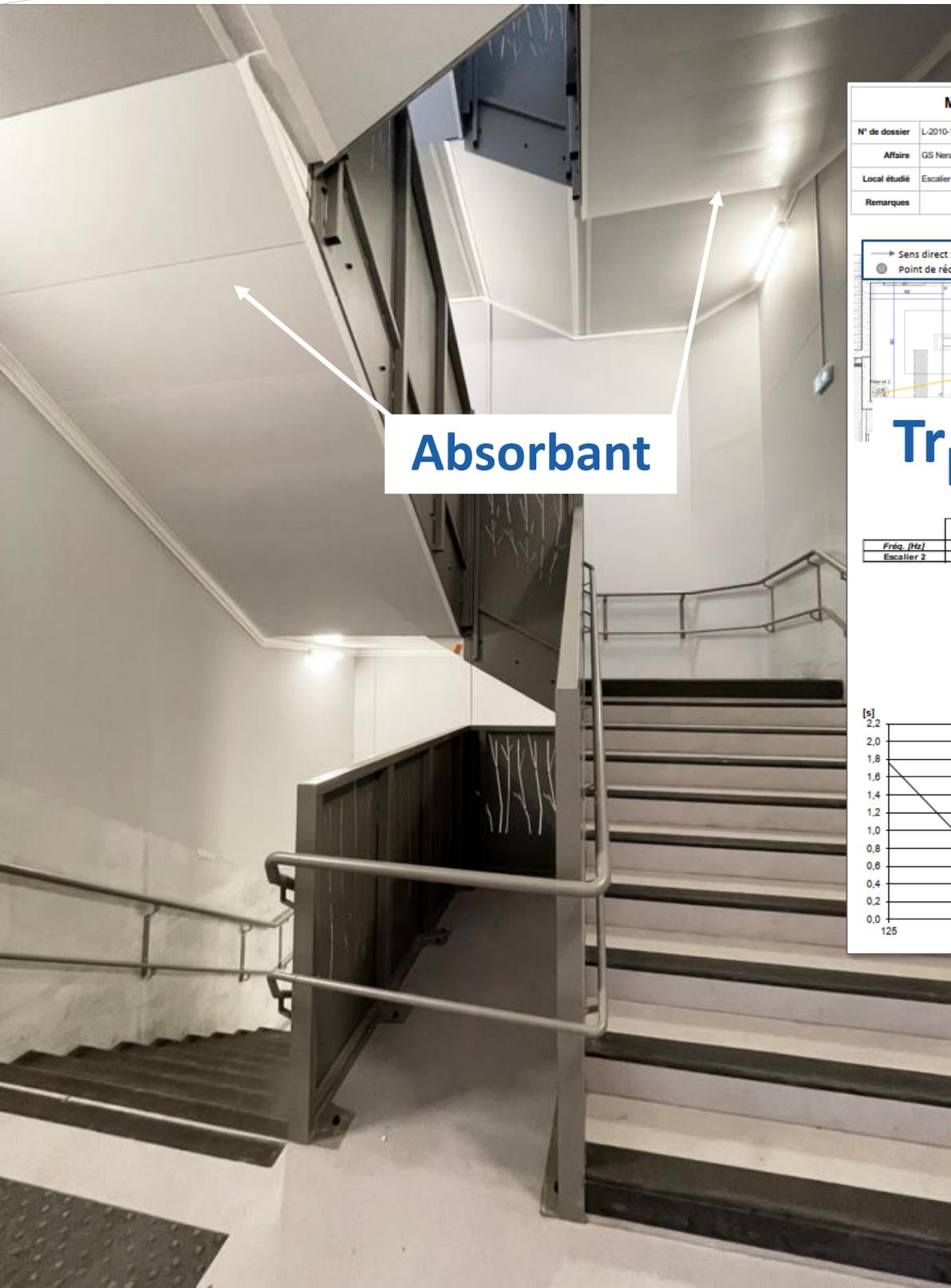
Tr moyen (500-2000 Hz) = 0,70 s

$Tr_{[500-2000\text{Hz}]} = 0,7 \text{ s}$



Absorbant

Limitation de la réverbération dans les escaliers verticaux : un coût marginal



Absorbant

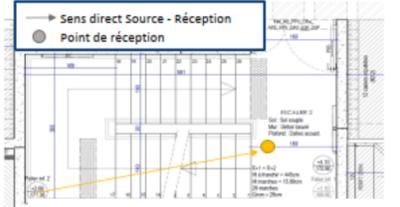
MESURES DE DUREE DE REVERBERATION

N° de dossier: L-2010-1081-JRO
 Affaire: GS Nerard
 Local étudié: Escalier 2
 Remarques:

Indice: A
 Date: 01/02/24
 Rédacteur: GLB

LASA
 L'ingénierie acoustique et vibratoire depuis 1978

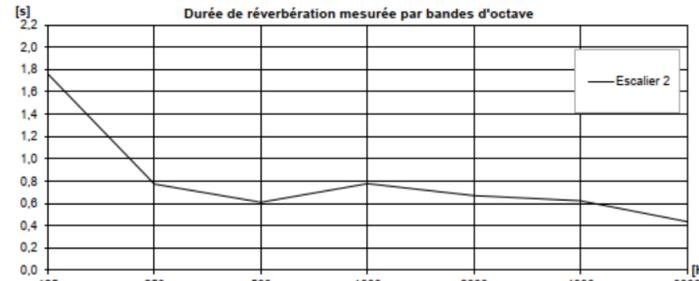
→ Sens direct Source - Réception
 ● Point de réception



$Tr_{[500-2000\text{Hz}]} = 0,7 \text{ s}$

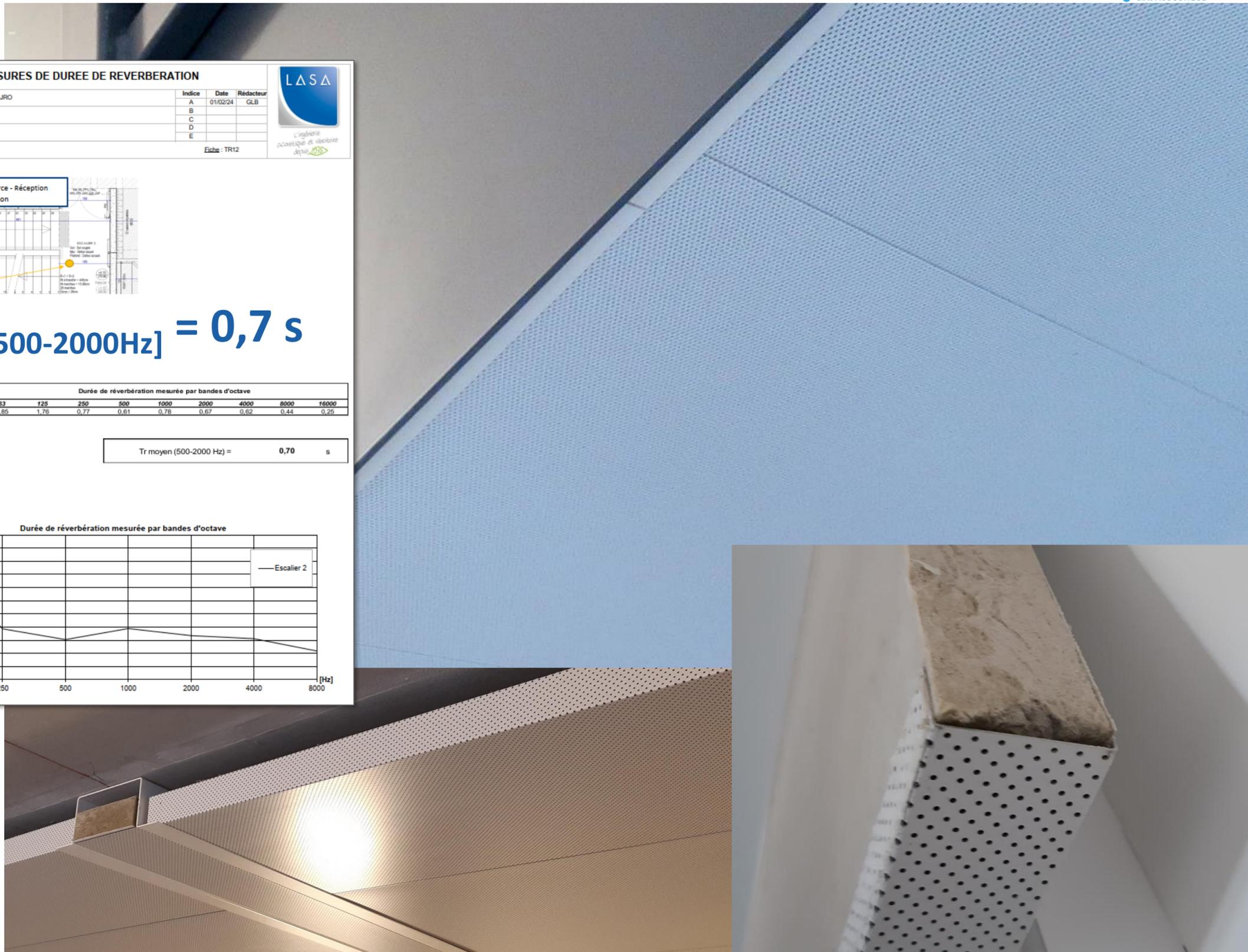
Durée de réverbération mesurée par bandes d'octave									
Fréq. [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000
Escalier 2	2,85	1,76	0,77	0,61	0,78	0,67	0,62	0,44	0,25

Tr moyen (500-2000 Hz) = **0,70** s



Durée de réverbération mesurée par bandes d'octave

[s] vs [Hz]



Un soin particulier pour l'acoustique des salles à manger et d'évolution

PREAMBULE - PRESENTATION

Phase : APD N° de Dossier : L-2010-1084-JRO-GS NERARD LYON-B

Affaire : ÉTUDE ACOUSTIQUE INTERNE DES SALLES DE RESTAURATION DU GS NERARD

Indice : A, B, C, D, E Date : 24/02/2021

Présentation de la zone modélisée - Salles de restauration

Zone modélisée

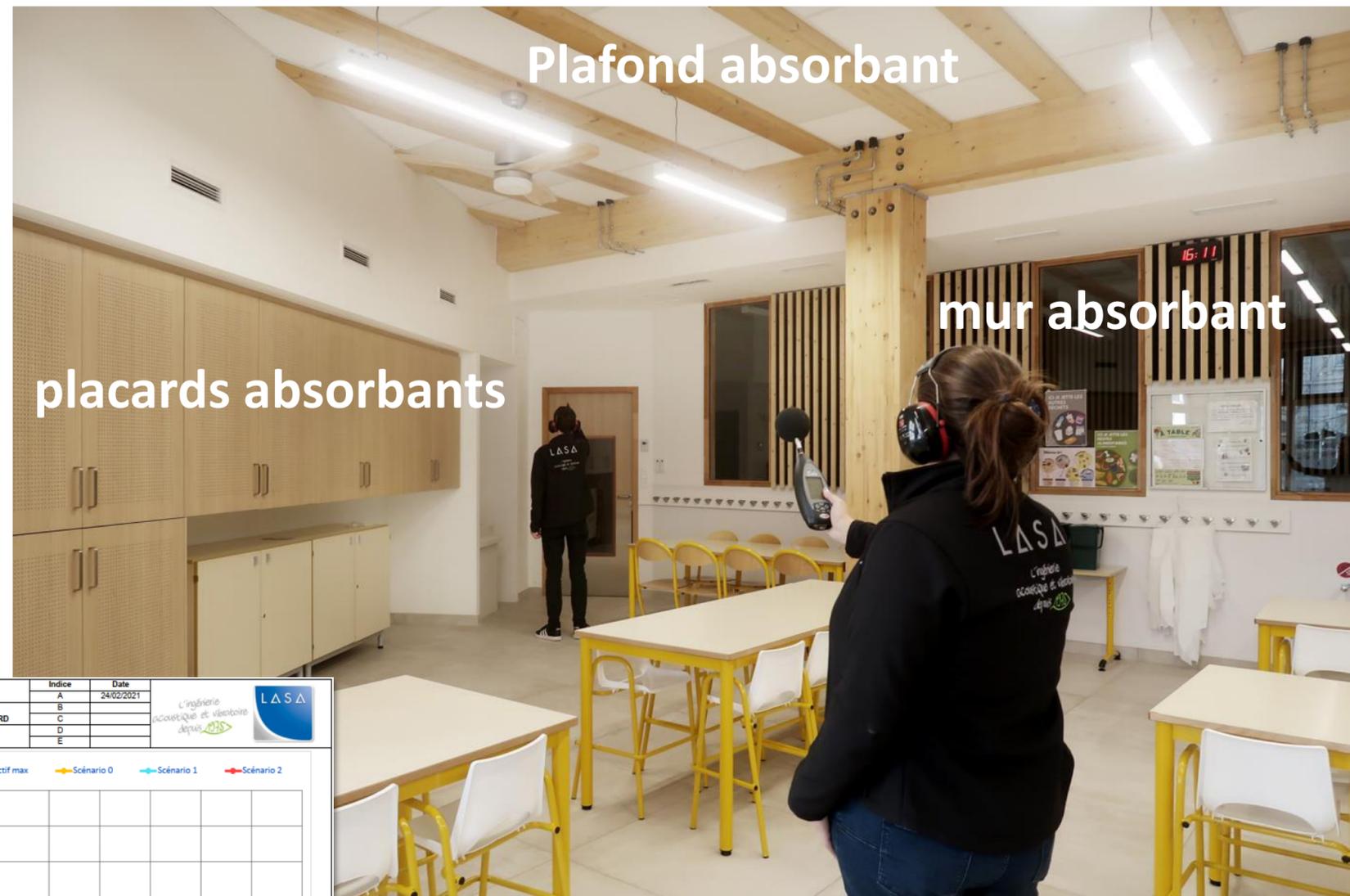
Modélisation 3D - Sketchup

Salle B

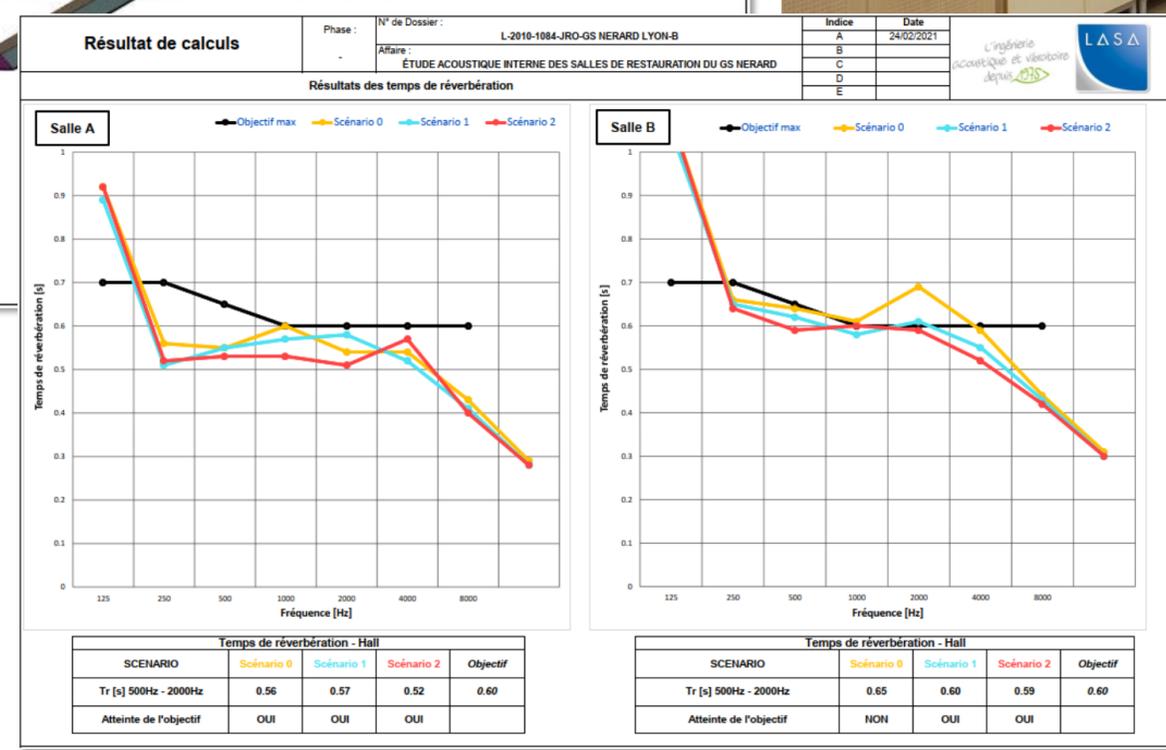
Salle A

Salle B

Salle A



- Partition en 2 zones pour limiter l'effet cocktail
- 2 salles de 75 m² environ



➤ Modélisations acoustiques 3D pour optimisation des absorbants, de leurs localisations, et garantie du résultat

Un soin particulier pour l'acoustique des salles à manger et d'évolution



plafond absorbant

mur absorbant

placards absorbants

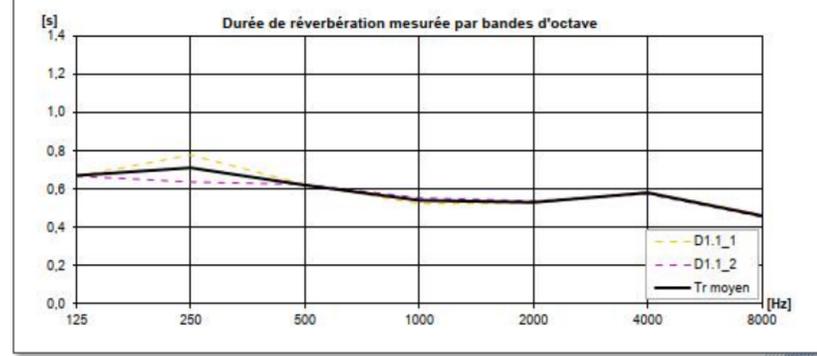
MESURES DE DUREE DE REVERBERATION			
N° de dossier	L-2010-1081-JRO	Indice	A
Affaire	GS Nerard	Date	01/02/24
Local étudié	D1.1 Salle à manger	Rédacteur	GLB
Remarques			



$Tr_{[500-2000\text{Hz}]} = 0,55\text{s}$

Fréq. [Hz]	Durée de réverbération mesurée par bandes d'octave								
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000
D1.1_1	0,77	0,67	0,78	0,62	0,52	0,53	0,58	0,47	0,28
D1.1_2	0,56	0,67	0,64	0,62	0,55	0,54	0,57	0,45	0,28
Tr moyen	0,66	0,67	0,71	0,62	0,54	0,53	0,58	0,46	0,28

Tr moyen (500-2000 Hz) = 0,55 s



Parenthèse sur la nouvelle norme NFS 31-299 « acoustique des restaurants »

⇒ Quelques questions que peuvent généralement se poser les maîtres d'ouvrages, AMO, exploitants, ou concepteurs de restaurants scolaires :

Maitres d'ouvrages / exploitants / AMO :

- ⇒ Création d'un nouveau lieu souhaité confortable : quel cahier des charges donner au programmiste / maitre d'œuvre ?
- ⇒ Établissement existant bruyant : causé par mauvaise acoustique du local ? densité de convives ? autres facteurs du type bruit de fond, comportement usagers ?
- ⇒ Comment avoir des recommandations et des indications de bonnes pratiques ?

Programmistes / concepteurs

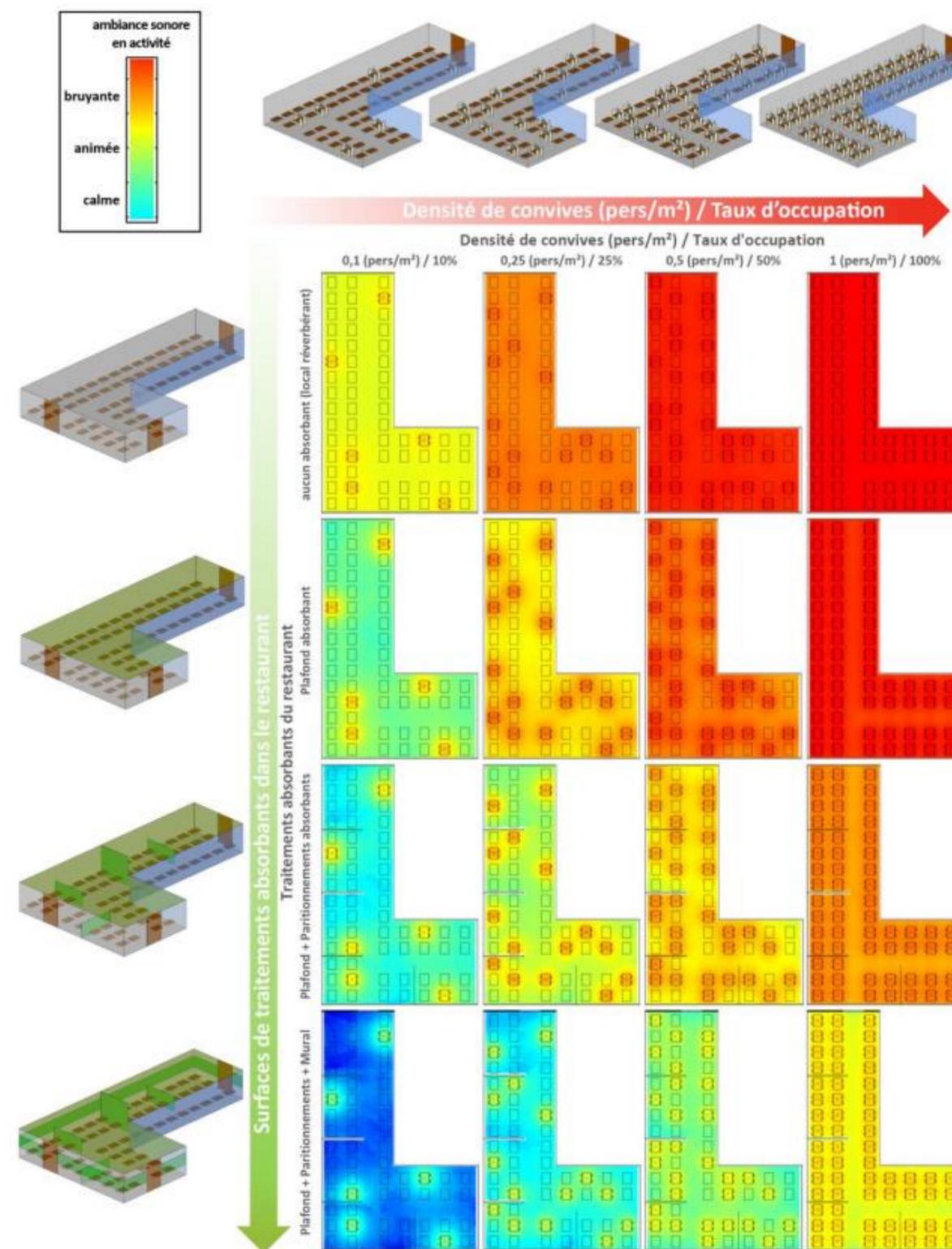
- ⇒ Projet neuf : comment définir avec le client des objectifs de performances acoustiques fiables et vérifiables, selon l'ambiance sonore attendue ?
- ⇒ Quid des autres paramètres influents : surface ou volume du local, densité de convives, ... ?
- ⇒ Lieu existant: comment indiquer au client le positionnement de son établissement du point de vue de la qualité sonore ? Et faire des propositions de solutions pour améliorer la situation ?

⇒ Il y a des propositions dans la norme NFS 31-299

Parenthèse sur la nouvelle norme NFS 31-299 « acoustique des restaurants »

Que trouve-t-on dans la norme ?

- ⇒ Des recommandations et rappels des bonnes pratiques
- ⇒ Des cartographies pédagogiques qui montrent l'influence de la densité de convives/m², de l'absorption et du sous-partionnement des salles.
- ⇒ Des propositions d'objectifs de performances acoustiques (AAE, Tr, D2s) pour les restaurants en fonction de leur surface/volume, de la densité de convives, et du type d'ambiance sonore visée ou que l'on pourra s'attendre à constater.
- ⇒ **Ces critères sont à disposition et conseillés aux maîtres d'ouvrages ou programmistes pour bâtir les programmes des futurs restaurants scolaires 😊**



Parenthèse sur la nouvelle norme NFS 31-299 « acoustique des restaurants »

Critères de performances acoustiques (AAE, Tr, D2s) en fonction du volume, de la densité de convives, et du type d'ambiance sonore à laquelle on pourra s'attendre

⇒ 4 « classes » de densité : $D < 0.25$ / $0.25 \leq D < 0.5$ / $0.5 \leq D < 1.0$ / $D \geq 1.0$

⇒ 3 « catégories » d'ambiances sonores résultantes : **calme** / **animée** / **bruyante**

⇒ Différents jeux de tableaux suivant les densités de convives, et spécifiques pour scolaires

Tableau 1 — Tableaux des indicateurs et objectifs recommandés selon les types d'ambiances attendues

	ambiance sonore en activité attendue ⁽⁰⁾	DENSITÉ $D < 0.25$ (pers/m ²)			DENSITÉ $0.25 \leq D < 0.5$ (pers/m ²)		
		AAE	T _r	D _{2,s}	AAE	T _r	D _{2,s}
Surface ≤ 75 m ² Volume ≤ 200 m ³	calme	AAE ≥ 1.50 S _{sol}	(1)	(1)			
	animée	AAE ≥ 0.75 S _{sol}	(1)	(1)	AAE ≥ 1.50 S _{sol}	(1)	(1)
	bruyante	AAE ≥ 0.25 S _{sol}	(1)	(1)	AAE ≥ 0.50 S _{sol}	(1)	(1)
Surface ≤ 150 m ² Volume ≤ 480 m ³	calme	AAE ≥ 1.50 S _{sol} ⁽²⁾	T _r ≤ 0.5 s	D _{2,s} ≥ 5.0 dB		T _r ≤ 0.5 s	D _{2,s} ≥ 6.5 dB
	animée	AAE ≥ 0.75 S _{sol} ⁽²⁾	T _r ≤ 0.8 s	D _{2,s} ≥ 3.0 dB	AAE ≥ 1.50 S _{sol} ⁽²⁾	T _r ≤ 0.5 s	D _{2,s} ≥ 4.5 dB
	bruyante	AAE ≥ 0.25 S _{sol} ⁽²⁾	T _r ≤ 2.5 s	D _{2,s} ≥ 1.5 dB ⁽⁴⁾	AAE ≥ 0.50 S _{sol} ⁽²⁾	T _r ≤ 1.2 s	D _{2,s} ≥ 2.0 dB ⁽⁴⁾
Surface ≤ 300 m ² Volume ≤ 1 000 m ³	calme	(3)	T _r ≤ 0.5 s	D _{2,s} ≥ 5.5 dB	(3)	T _r ≤ 0.5 s	D _{2,s} ≥ 6.5 dB
	animée	(3)	T _r ≤ 0.8 s	D _{2,s} ≥ 3.0 dB	(3)	T _r ≤ 0.5 s	D _{2,s} ≥ 4.5 dB
	bruyante	(3)	T _r ≤ 2.6 s	D _{2,s} ≥ 1.0 dB ⁽⁴⁾	(3)	T _r ≤ 1.3 s	D _{2,s} ≥ 2.0 dB ⁽⁴⁾
Surface ≤ 600 m ² Volume ≤ 2 500 m ³	calme	(3)	T _r ≤ 0.5 s	D _{2,s} ≥ 4.5 dB	(3)	T _r ≤ 0.5 s	D _{2,s} ≥ 5.5 dB
	animée	(3)	T _r ≤ 1.0 s	D _{2,s} ≥ 2.5 dB	(3)	T _r ≤ 0.5 s	D _{2,s} ≥ 4.5 dB
	bruyante	(3)	T _r ≤ 3.2 s	D _{2,s} ≥ 0.5 dB ⁽⁴⁾	(3)	T _r ≤ 1.6 s	D _{2,s} ≥ 2.0 dB ⁽⁴⁾

Tr : Tr moyen [125 - 4000] Hz
D_{2,s} : selon la norme ISO 3382-3
AAE : Σ S_{matériaux} absorbants x α_w ou Σ AAE éléments absorbants (ilots, baffles,...)
S_{sol} : Surface au sol totale de la salle concernée

NOTE 1 Les cases grisées indiquent que cette ambiance sonore est à priori impossible à obtenir dans cette configuration de densité

- ⇒ AAE : critère calculable, Tr, D2,s : critères mesurables et calculables (modélisations)
- ⇒ Indépendants du comportement des convives et des bruits d'exploitation. Ne dépendent que de la conception architecturale/acoustique et des matériaux
- ⇒ Peuvent donc être rendus contractuels dans un programme, un CCTP, une étude acoustique, car vérifiables par la mesure à la fin

calme	inférieur à 65 dB(A)
animée	de l'ordre de 65 à 75 dB(A)
bruyante (5)	plus de 75 dB(A)

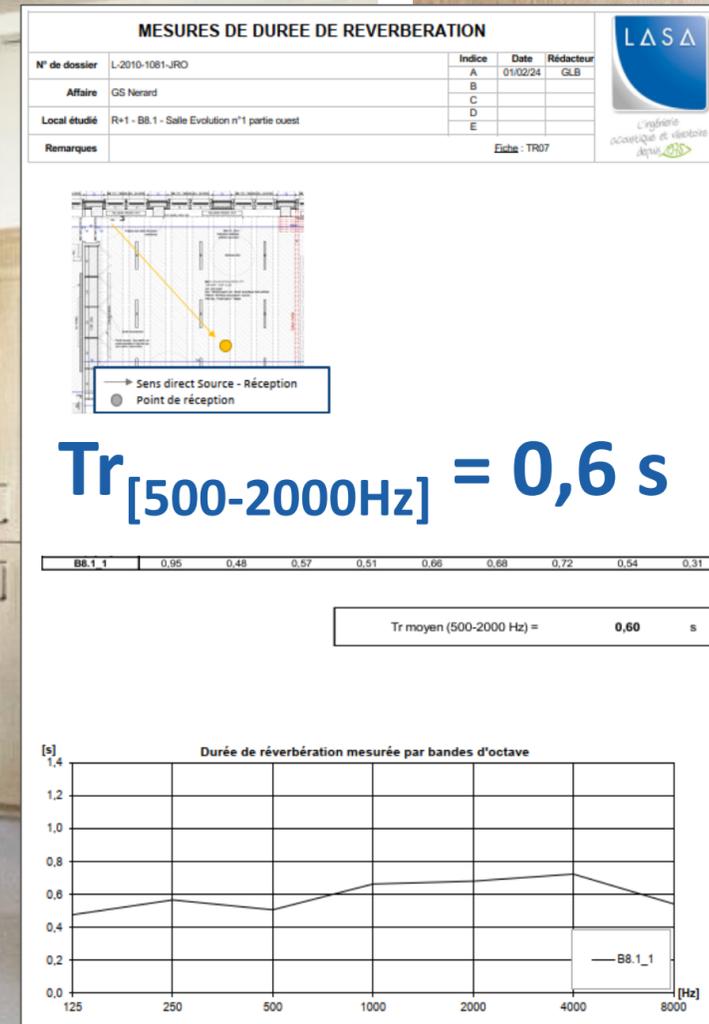
Un soin particulier pour l'acoustique des salles à manger et d'évolution

Plafond absorbant



Placards absorbants

Salle d'évolution



Un soin particulier pour l'acoustique des salles à manger et d'évolution

Plafond absorbant

Murs absorbants

Salle d'évolution

MESURES DE DUREE DE REVERBERATION			
N° de dossier	L-2010-1081-JRO	Indice	A
Affaire	GS Nerard	Date	01/02/24
Local étudié	R+3 - BB.2 - Salle évolution n°2	Rédacteur	GLB
Remarques			

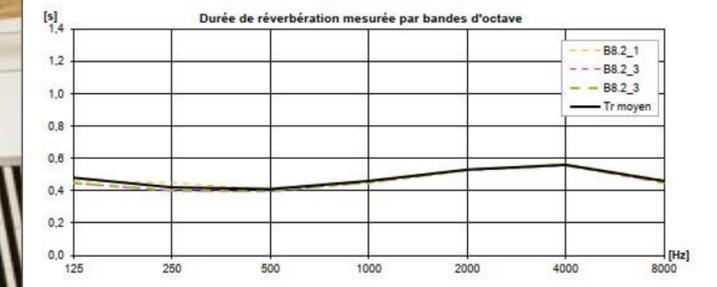
Fiche: TR11



$$Tr_{[500-2000\text{Hz}]} = 0,45\text{s}$$

Freq. [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000
BB.2_1	0,75	0,46	0,45	0,41	0,44	0,53	0,57	0,47	0,29
BB.2_2	0,78	0,54	0,40	0,42	0,48	0,52	0,57	0,45	0,28
BB.2_3	0,78	0,45	0,40	0,40	0,45	0,53	0,56	0,45	0,27
Tr moyen	0,77	0,48	0,42	0,41	0,46	0,53	0,56	0,46	0,28

Tr moyen (500-2000 Hz) = 0,45 s

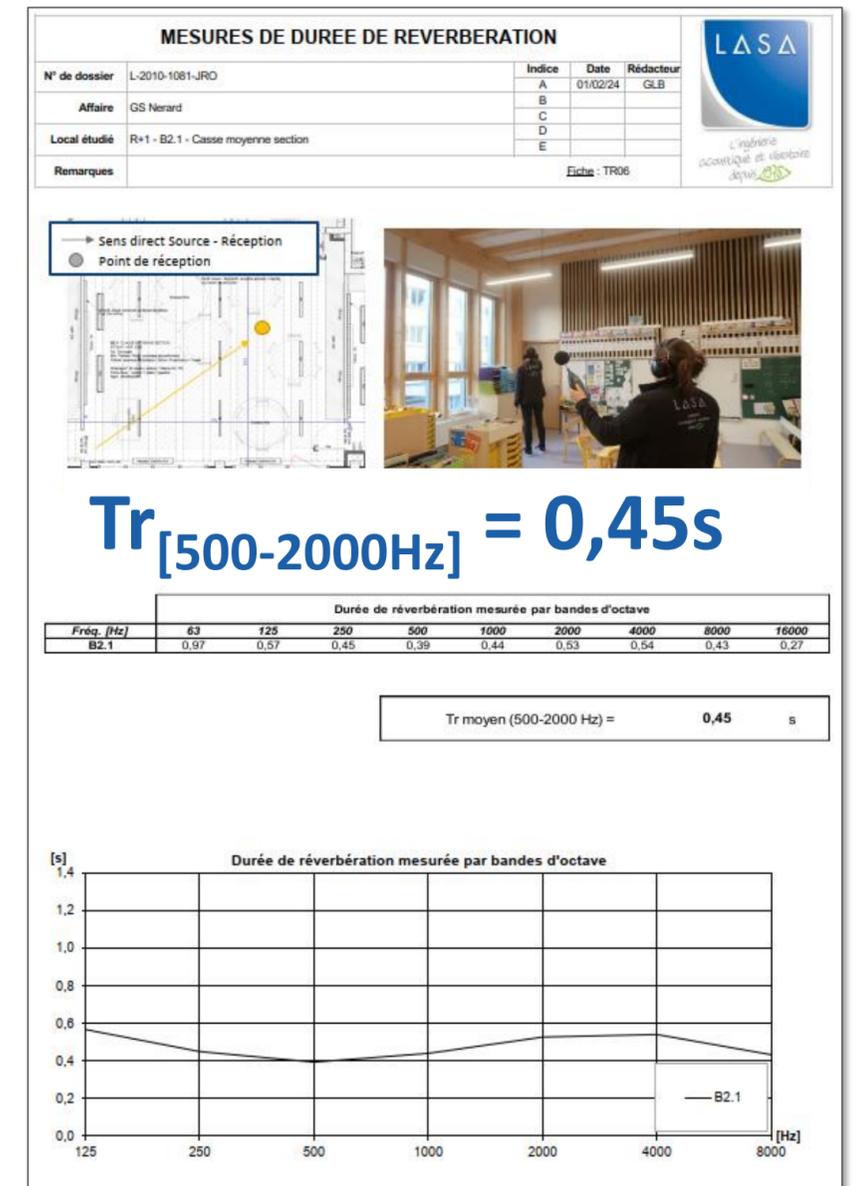


Sans oublier bien sur le confort acoustique dans les salles de classes

plafond absorbant

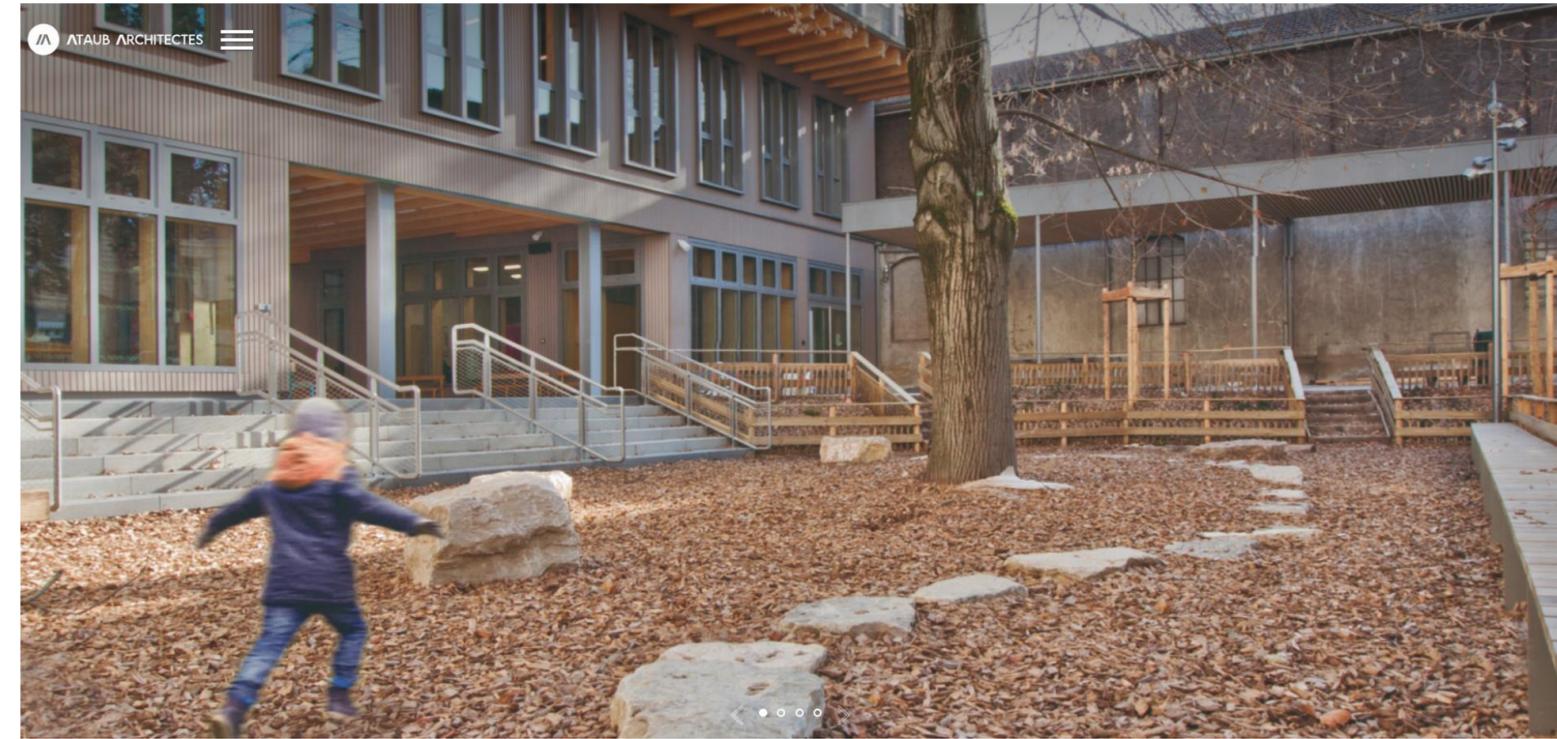
murs absorbants

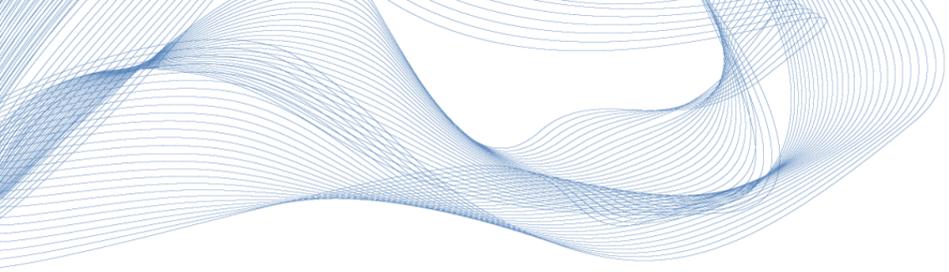
placards absorbants



Conclusion : une école plus calme est-elle possible ?

- **OUI une école plus calme est donc tout à fait possible 😊**
- D'autant plus facile si le maître d'ouvrage en exprime clairement le souhait dans son programme !
- Le BE acoustique est alors conforté dans sa capacité à emmener toute l'équipe de conception dans la bonne direction...
- La question du coût est généralement négligeable si la réflexion est intégrée dès le départ.
- Cela nécessite la bonne présence du BE acoustique tout au long de l'opération, y compris en phase chantier.
- La norme NFS 31-299 est utile pour définir les objectifs pour les restaurants scolaires.
- **L'acousticien est le garant de la qualité sonore de votre projet, il faut lui en donner la possibilité 😊**





Merci pour votre attention !

Samuel TOCHON-DANGUY
Co-gérant bureau d'études LASA
Ingénierie acoustique et vibratoire

Administrateur Cinov-Giac

L'ingénierie
acoustique et vibratoire
depuis 1978



Photo Véronique PAUL

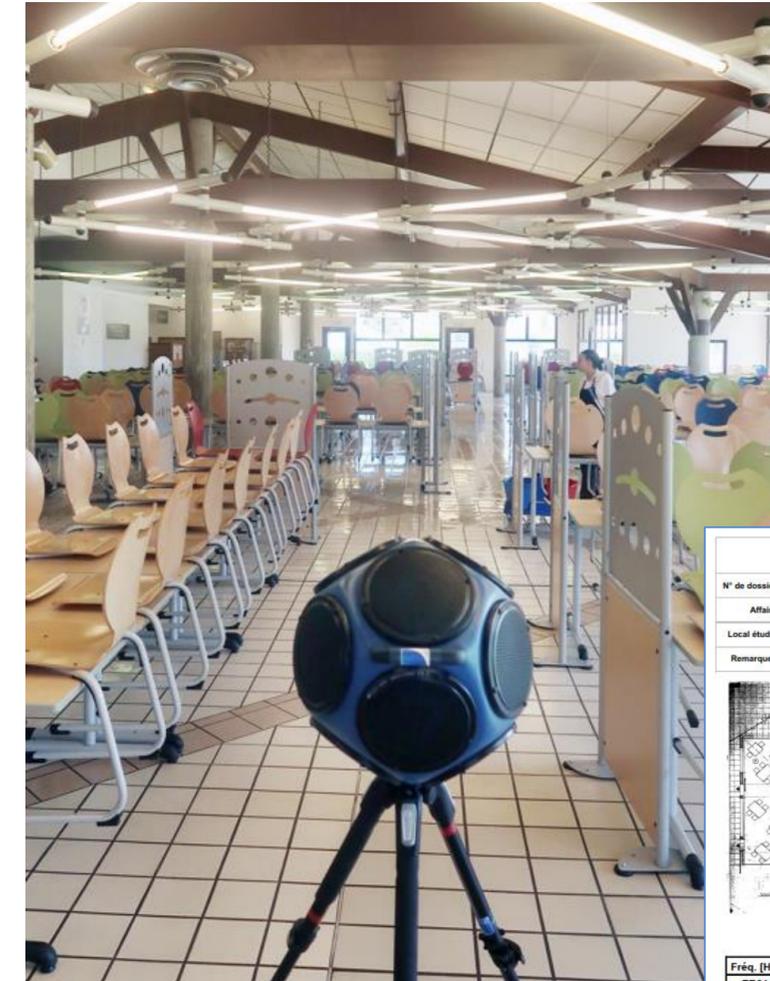


Quelques compléments :

Exemples d'usages de la norme NF-S 31-299
« qualité acoustique dans les espaces
de bars et restaurants »



Exemple d'utilisation de la norme : diagnostic restaurant existant pour amélioration



DL = 4.9 dB(A) / dbl.dist.

MESURES DE DUREE DE REVERBERATION

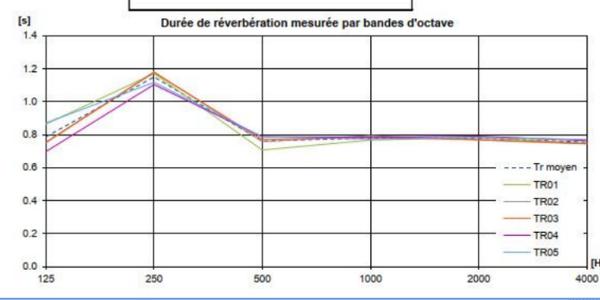
N° de dossier	L-2407-1438	Indice	A	Date	22/08/24	Rédacteur	GGA
Affaire		B					
Local étudié	Salle de restaurant	C					
Remarques		D					
		E					

Mesurage de la durée de réverbération (TR)



Durée de réverbération mesurée par bandes d'octave (s)						
Fréq. [Hz]	125	250	500	1000	2000	4000
TR01	0.9	1.2	0.7	0.8	0.8	0.7
TR02	0.8	1.2	0.8	0.8	0.8	0.7
TR03	0.8	1.2	0.8	0.8	0.8	0.7
TR04	0.7	1.1	0.8	0.8	0.8	0.8
TR05	0.9	1.1	0.8	0.8	0.8	0.8
Tr moyen	0.8	1.1	0.8	0.8	0.8	0.8

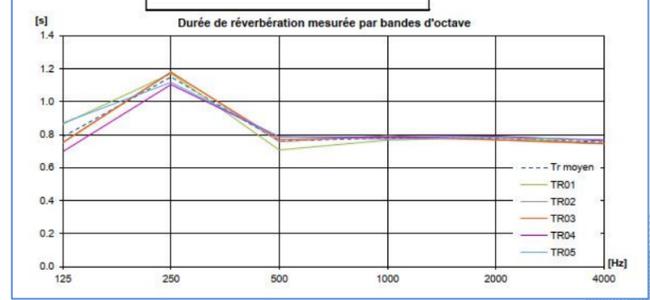
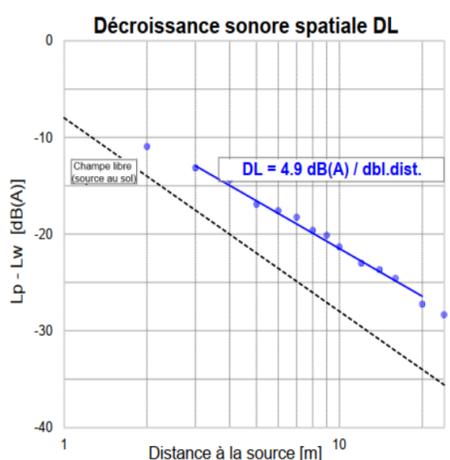
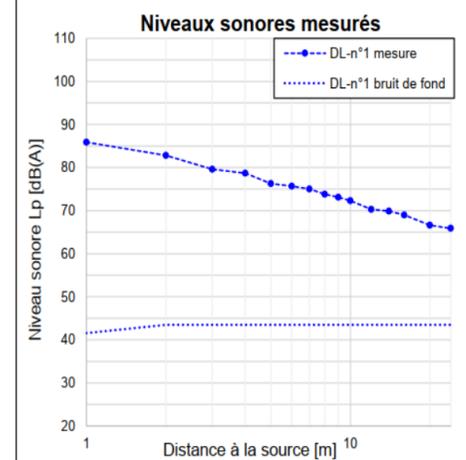
Tr moyen (500-2000 Hz) = 0.8 s



Diagnostic acoustique :

⇒ $Tr_{[125\ 4000\text{Hz}]} = 0,85\ \text{s}$

⇒ $DL = 4,2\ \text{à}\ 4,9\ \text{dB(A)}$



Exemple d'utilisation de la norme : diagnostic restaurant existant pour amélioration

⇒ Utilisation de la norme NFS 31-299 pour la définition des objectifs acoustiques futurs à viser en concertation avec l'exploitant, en fonction des autres contraintes (densité, surface, ...) et de la catégorie d'ambiance souhaitée par celui-ci.

⇒ Cela donne des critères physiques concrets :

⇒ $T_r \leq 0,5 \text{ s}$ et $D_{2,s} \geq 5,5 \text{ dB}$

calme	inférieur à 65 dB(A)
animée	de l'ordre de 65 à 75 dB(A)
bruyante (5)	plus de 75 dB(A)

⇒ Reprise de ces critères objectifs, calculables et «vérifiables » à la fin des travaux, de manière contractuelle dans la notice acoustique.

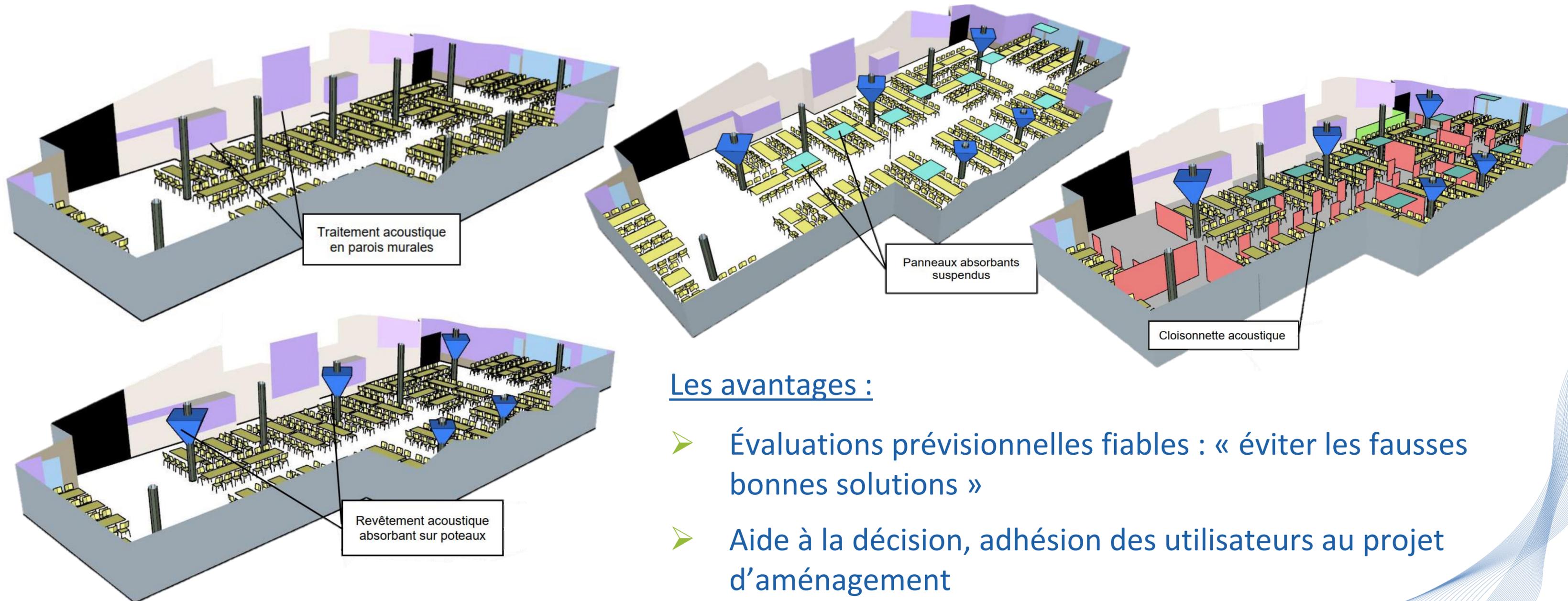
2.3 Synthèse

Les objectifs acoustiques basés sur la future norme « NF S31-299 », visent à améliorer le confort sonore des restaurants. Les objectifs concernent la réduction du temps de réverbération et l'augmentation du taux de décroissance spatiale de la parole (D2S), afin de maîtriser l'ambiance sonore et limiter l'effet Lombard. Le tableau suivant présente une synthèse des objectifs recommandés pour la salle de restauration

Objectifs acoustique proposés dans cette étude	
T_r	D2S
$T_{r, \text{moyen}} [125-4000 \text{ Hz}] \leq 0,5 \text{ s}$	$\geq 5,5 \text{ dB}$

Exemple d'utilisation de la norme : diagnostic restaurant existant pour amélioration

- ⇒ Modélisations acoustiques 3D pour comparaison des scénarios d'amélioration et **quantification des gains**
- ⇒ **Calcul T_r et $D_{2,s}$** suivant les solutions et **comparaison à la norme**, optimisation des solutions
- ⇒ Détermination de la **solution présentant le meilleur ratio bénéfice/coût**



Les avantages :

- Évaluations prévisionnelles fiables : « éviter les fausses bonnes solutions »
- Aide à la décision, adhésion des utilisateurs au projet d'aménagement