Réhabilitation partielle du bâtiment 026

Adresse du projet	QUARTIER MIOLLIS - 13 Bd des Poilus - 13100 Aix-en-Provence

MAITRE D'OUVRAGE	**ESID LYON - USID MARSEILLE** Section travaux 111 Avenue de la Corse - BP 40026 13568 Marseille Cedex 02 Chargé d'affaires : Jessee CALICAT 06.17.40.25.22 jessee.calicat@intradef.gouv
ARCHITECTE MANDATAIRE	**Cabinet d'Architecte Mazzella Magali** Résidence Claudel Parc - Bât. E 151 Boulevard Paul Claudel 13010 Marseille Chargée de projet : Leya BARTEL 06.42.86.82.13 bartel@camm.fr
BUREAU D'ETUDES PLURIDISCIPLINAIRE	**BETEM PACA SAS** 900 Rue Ampère - CS 50453 13592 Aix-en-Provence Chargé de projets : Alexis PORCHEROT 06.25.22.43.09 a.porcherot@betem.fr
ACOUSTICIEN Emetteur de la pièce	**A2MS** 8 Cours Barthélémy 13400 Aubagne Chargé de projets : Romain TOURGON 06.72.16.06.34 contacts.a2ms@gmail.com
BUREAU DE CONTROLE	**SOCOTEC** Chargé de projets : Akram ETTOUIL 06.74.82.71.98 akram.ettouil@socotec.com
MARCHÉ	DAF_2023_000686

01

PHASE PROJET

NOTE ACOUSTIQUE

Indice	Date	Objet	Réd.	Vér.	App.
A	31/07/25	Première diffusion	RT	JPVC	JPVC
B	05/11/25	Seconde diffusion	RT	JPVC	JPVC
C	09/10/26	Troisième diffusion	RT	JPVC	JPVC

RÉFÉRENCE : 2024-03-ESIDLYON-A2MS-PRO-NOT-01C

Format : A4	Folio : 1/x	Échelle(s) : -

LMA

REHABILITATION PARTIELLE DU BATIMENT 026

NOTICE ACOUSTIQUE PHASE PRO / DCE

Maître d'ouvrage	**ESID Lyon – USID Marseille** 111 avenue de la Corse – BP 40026 13568 Marseille Cedex 02	
Architecte Mandataire	**Cabinet d'architecture Mazzella Magali** Résidence Claudel Parc – Bat E 151 Boulevard Paul Claudel 13010 Marseille	
BE Généraliste	**BETEM PACA SAS** 900 Rue Ampère – CS 50453 13592 Aix en Provence	
BE acoustique	**A2MS** 8 cours Barthélémy 13400 Aubagne	
Auteur	Romain TOURGON	
Date d'édition	Jeudi 31 Juillet 2025	
Référence du document	R1183-07-25.114253_IndC	

A - SOMMAIRE

A - SOMMAIRE 3

B - PROBLEMATIQUE 5

C - TEXTE DE REFERENCE ET CADRE NORMATIF 5

C.1 SALLE DE CINEMA 5
C.2 SALLE POLYVALENTE 5
C.3 BRUIT DE VOISINAGE 5

D - OBJECTIFS ACOUSTIQUES 6

D.1 ISOLEMENT VIS-A-VIS DE L'ESPACE EXTERIEUR 6
D.2 ISOLEMENT DE LA SALLE POLYVALENTE 6
D.3 ACOUSTIQUE INTERNE DE LA SALLE POLYVALENTE 8
D.4 BRUIT D'EQUIPEMENT 10
D.5 SONORISATION 10

E - OBJECTIFS RETENUS 11

E.1 ISOLEMENT VIS-A-VIS DE L'ESPACE EXTERIEUR 11
E.2 ISOLEMENT INTERIEUR 11
E.3 BRUIT DES EQUIPEMENTS 11
E.3.1 Bruit de voisinage (bâtiments à proximité) 11
E.3.2 Bruit des équipements à l'intérieur 12
E.4 ACOUSTIQUE INTERIEUR 12
E.4.1 Salle polyvalente 12

F - DESCRIPTIF ACOUSTIQUE COMMUN 13

F.1 GENERALITES 13
F.2 RAPPORTS D'ESSAIS 13
F.3 OBLIGATION DE L'ENTREPRISE 13

G - DESCRIPTIF ACOUSTIQUE 14

G.1 PRINCIPES COMMUNS 14
Article n°1 : Remplissage des trous 14
Article n°2 : Rebouchages des réservations 14
Article n°3 : Reprise des tableaux des menuiseries 14
G.2 LOT COUVERTURE 15
Article n°4 : Panneau sandwich 15
G.3 LOT REVETEMENT DE SOL 15
Article n°5 : Sol de l'espace cinéma 15
Article n°6 : Autres espaces 15
G.4 LOT MENUISERIE EXTERIEUR 16
Article n°7 : Porte d'accès à l'extérieur depuis la scène 16
Article n°8 : Menuiseries extérieures 16
Article n°9 : OPTION Renforcement de l'isolement de la salle de réunion (impact équipement) 16
G.5 LOT SECOND ŒUVRE 17
G.5.1 Traitement acoustique de la salle de cinéma 17
Article n°10 : Faux plafond en dalles de laine minérale 17
Article n°11 : Retombée en plaque de plâtre 18
Article n°12 : Doublage technique avec face absorbante en parement bois microperforé 18
Article n°13 : Doublage thermo-acoustique absorbant 18
Article n°14 : Matériaux non absorbants 18
G.5.2 Autres 19
Article n°15 : Faux Plafond du hall 19
Article n°16 : Faux plafond des circulations communes 19
Article n°17 : Faux plafond coupe feu sous couverture 19
G.6 MENUISERIES INTERIEURES 19
Article n°18 : Portes côté cinéma 19
Article n°19 : Portes des SAS – côté opposé au cinéma 20

G.7 LOT MOBILIER 20
Article n°20 : Fauteuil 20
G.8 LOT ELECTRICITE 20
G.9 LOT PLOMBERIE 20
G.10 LOT CVC 21
G.10.1.1 Généralités 21
G.10.1.2 Obligation de l'Entreprise 21
G.10.1.3 Objectifs 22
G.10.2 Dispositions acoustiques générales 22
G.10.3 Equipements de ventilation 23
Article n°21 : Supportage des équipements 23
Article n°22 : Centrales de traitement d'air 23
Article n°23 : Points de vigilance – Locaux techniques 23
Article n°24 : Pièges à sons 23
Article n°25 : Registre de réglage 24
Article n°26 : Eléments terminaux 24
G.10.4 Equipements de production Chaud Froid 24
Article n°27 : Supportage des équipements 24
Article n°28 : Groupe extérieur 24
Article n°29 : Etude acoustique 25
Article n°30 : Enceinte acoustique (Etude PRO) 25
Article n°31 : Piège à sons (Etude PRO) 26
Article n°32 : Unités intérieures 26
G.10.5 Désenfumage 27
Article n°33 : Traitement de l'interphonie 27

B - PROBLEMATIQUE

Le présent document correspond à la notice acoustique en phase PRO relative au projet de réhabilitation partielle du bâtiment 026 (Salle de cinéma) du Lycée Militaire d'Aix en Provence.

L'indice C reprend la notice en intégrant les mises à jour sur le lot CVC.

C - TEXTE DE REFERENCE ET CADRE NORMATIF

C.1 SALLE DE CINEMA

- Guide du CST-RT-041 « Recommandation technique sur les caractéristiques acoustiques des salles de cinéma »

C.2 SALLE POLYVALENTE

- Guide ADEME GIAC relative au cahier des charges acoustiques des bâtiments à haute qualité environnementale – Ecoles de musiques et Salles polyvalentes
- Norme NF EN ISO 3382-1 relative au Mesurage des paramètres acoustiques des salles – Partie 1 : Salles de spectacles

C.3 BRUIT DE VOISINAGE

- Code de la santé publique – articles R1334-30 à 37.
- Décret n°2006-1099 relatif à la lutte contre le bruit et modifiant le code de la santé publique.
- Décret n°2017-1244 du 07 Aout 2017 relatif à la prévention des risques liés aux bruits et aux sons amplifiés
- Loi N°92-1444 du 31 décembre 1992 relative à la lutte contre le bruit.
- Norme AFNOR NF S 31 010 « caractérisation et mesurage des bruits dans l'environnement ».

D - OBJECTIFS ACOUSTIQUES

Le présent paragraphe présente les enjeux acoustiques du projet.

Plusieurs points d'attention sont à prendre en considération.

Le bâtiment doit être conçu de manière à ne pas être impacté par l'environnement extérieur. Inversement, la salle accueillera des activités à fort niveau sonore, type concert. L'enveloppe devra aussi répondre à limiter l'impact sonore produit dans celle-ci sur l'environnement proche, notamment un bâtiment d'hébergement à l'Est.

A l'intérieur du bâtiment, l'isolement entre les espaces devra être dimensionné pour répondre à une utilisation simultanée des différentes salles.

La salle de cinéma devra présenter un conditionnement acoustique en cohérence avec l'utilisation de celle-ci. Les performances visées seront spécifiées suivant les guides établis.

Les halls bénéficieront d'un traitement adapté de l'acoustique intérieur.

D.1 ISOLEMENT VIS-A-VIS DE L'ESPACE EXTERIEUR

L'isolement vis-à-vis de l'environnement extérieur doit être vérifié dans les deux sens :

- Impact de l'environnement extérieur
- Impact des activités de la salle sur les tiers

Pour aider au dimensionnement des dispositions acoustiques, une campagne de mesure a été réalisée pendant la phase AVP. Les résultats sont présentés dans le paragraphe dédié. Sur la base de la caractérisation du bruit de la zone d'étude, l'impact prévisionnel de l'activité pourra être estimé et permettre le dimensionnement des dispositions acoustiques.

D.2 ISOLEMENT DE LA SALLE POLYVALENTE

Le guide du CST présente des niveaux cibles d'émission sonore pour une émission en activité cinéma. D'autres typologies d'évènement peuvent être réalisées dans la salle tel que des conférences (sonorisés ou non), du théâtre ou des concerts acoustiques. Il semble évident que l'activité Cinéma (et les niveaux cibles) soit dimensionnant.

Le guide du CST demande un niveau sonore de 103 dB linéaire.

Une autre approche peut être utilisé avec le guide ADEME GIAC sur les écoles de musiques et salles polyvalentes. Les tableaux présentent les niveaux d'émission pour différents types d'activité ou de destination en niveau global et en basse fréquence. Ils présentent également les niveaux d'exigences, à savoir le bruit dans la salle de réception. Cela permet de définir des objectifs d'isolement entre espaces.

Activité	EMISSION			RECEPTION		
	L_{10}	Correction de Nature	Niveau d'Agression	L_{90}	Correction de Sensibilité	Niveau d'exigence
Logement jour *	75	10 à 15	85 à 90	30	-5 à 0	25 à 30
Logement nuit *				20	-5 à 0	15 à 20
Instruments faibles	75	10 à 15	85 à 90	35	0 à 5	35 à 40
Instruments moyens	85	10 à 15	95 à 100	35	0 à 5	35 à 40
Instruments forts	95	10 à 15	105 à 110	35	0 à 5	35 à 40
Ensemble percussions, Jazz	95	10 à 20	105 à 115	35	0 à 5	35 à 40
Cours individuel percussions	95	10 à 20	105 à 115	35	0 à 5	35 à 40
Danse faiblement sonorisée	80	5 à 10	85 à 90	40	5 à 10	45 à 50
Danse fortement sonorisée	90	5 à 10	95 à 100	40	5 à 10	45 à 50
Bureaux	65	5 à 15	70 à 80	35	-5 à 5	30 à 40
Studio répet. MA ou traitement du son	95	10 à 15	105 à 110	30	-5 à 0	25 à 30
Studio répet. MA ou trait. son TECHNO	95	10 à 20	105 à 115	30	-5 à 0	25 à 30
Grande salle MA rock, jazz, monde, variet…	105	5 à 15	110 à 120	35	0 à 5	35 à 40
Grande salle MA TECHNO	105	5 à 15	110 à 120	35	0 à 5	35 à 40
Fanfare	95	10 à 15	105 à 110	35	5 à 10	40 à 45
Hall	65	10 à 15	75 à 80	45	10 à 15	55 à 60
Circulation	60	10 à 15	70 à 75			
Local technique	Etude	0	-			

Tableau 1 - Tableau permettant la définition des objectifs d'isolement

Un tableau similaire présente les isolements en basses fréquences (à 125 Hz).

Activité	EMISSION			RECEPTION		
	L_{10}	Correction de Nature	Niveau d'Agression	L_{90}	Correction de Sensibilité	Niveau d'exigence
Logement jour *	70	5 à 10	75 à 80	35	-5 à 0	30 à 35
Logement nuit *				25	-5 à 0	20 à 25
Instruments faibles	60	0 à 5	60 à 65	40	0 à 5	40 à 45
Instruments moyens	70	0 à 10	70 à 80	40	0 à 5	40 à 45
Instruments forts	80	0 à 10	80 à 90	40	0 à 5	40 à 45
Ensemble percussions, Jazz	90	10 à 15	100 à 105	40	0 à 5	40 à 45
Cours individuel percussions	90	10 à 15	100 à 105	40	0 à 5	40 à 45
Danse faiblement sonorisée	75	10 à 15	85 à 90	45	5 à 10	50 à 55
Danse fortement sonorisée	85	10 à 15	95 à 100	45	5 à 10	50 à 55
Bureaux	50	5 à 10	55 à 60	45	-5 à 5	40 à 50
Studio répet. MA ou traitement	90	5 à 15	95 à 105	40	-5 à 0	35 à 40
Studio répet. MA ou trait. son T	95	5 à 15	100 à 110	40	-5 à 0	35 à 40
Grande salle MA rock, jazz, mo	100	5 à 15	105 à 115	45	0 à 5	45 à 50
Grande salle MA TECHNO	105	5 à 15	110 à 120	45	0 à 5	45 à 50
Fanfare	80	10 à 15	90 à 95	45	5 à 10	50 à 55
Hall	50	10 à 15	60 à 65	50	10 à 15	60 à 65
Circulation	45	0 à 5	45 à 50			
Local technique	Etude	0	-			

Tableau 2 - Tableau permettant la définition des objectifs d'isolement en basses fréquences

La configuration « Concert – Musique Actuelle / Jazz / Rock / … » est la plus génératrice de niveaux sonores, notamment en basse fréquence : de 110 à 120 dB(A) et 105 à 120 dB à 125 Hz.

Les espaces de réception doivent bénéficier des niveaux sonores suivants pendant l'activité dans la pièce d'émission. Ainsi les halls doivent atteindre de 55 à 60 dB(A) et 60 à 65 dB à 125 Hz

D.3 ACOUSTIQUE INTERNE DE LA SALLE POLYVALENTE

Le conditionnement acoustique de la salle principale doit être adapté aux diverses activités. Les potentiels usages de la salle sont présentés ci-dessous (*Liste non exhaustive)* :

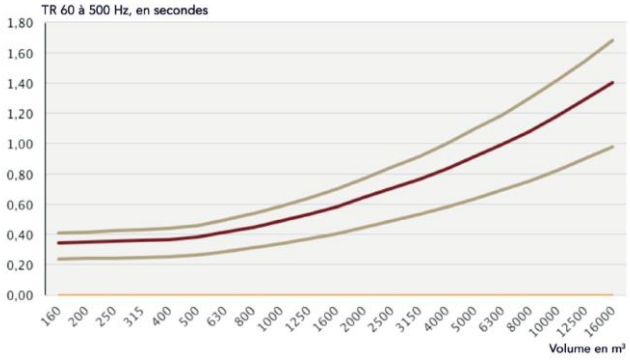
- Cinéma : Projection de film avec le système de diffusion sonore. La salle doit présenter une réponse acoustique neutre et cadré en accord avec le cahier des charges de la sonorisation
- Activités culturelles (théâtre, spectacle, …). Couple source – Auditoire. Assurer de la bonne transmission du message sonore entre la source et l'auditoire.
- Prise de parole (Conférence sonorisé ou non, …) : Couple source – Auditoire. Assurer de la bonne compréhension et intelligibilité du message vers l'auditoire.
- Activités musicales (Concert, repas dansant, …). Clarté du message musical, réverbération permettant une richesse harmonique

Il est clairement visible que le type d'activité oriente la réponse acoustique de l'espace. Les nécessités d'une activité théâtre ne sont pas les mêmes que pour un cinéma. Il est donc difficile de satisfaire et d'optimiser un traitement fixe pour une salle pluridisciplinaire. Il sera recherché une réponse acoustique la plus polyvalente possible pour ces diverses activités.

Le paramètre prépondérant utilisé dans le conditionnement acoustique est le temps de réverbération. Il correspond à la durée que met le son pour décroitre de 60 dB dans un espace. Il permet de caractériser la réverbération de l'espace étudié.

Le temps de réverbération est fonction de la volumétrie de la salle étudiée ainsi que de l'activité. Le volume de la salle est d'environ 4200 m^3.

Le programme se base sur le guide du CST (Cinéma). Il stipule une fourchette objective de temps de réverbération à 500 Hz.



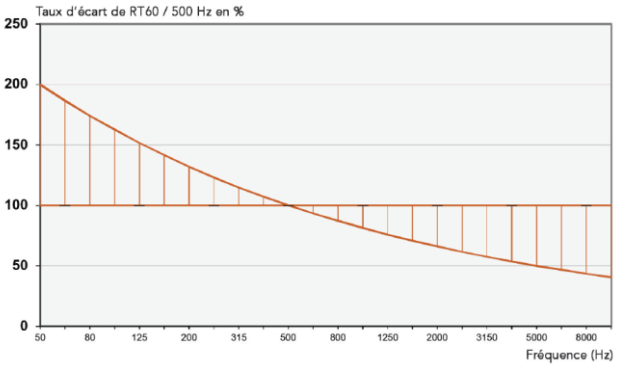
Volume en m³	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600
TR60 médian	0,34	0,35	0,35	0,35	0,36	0,38	0,41	0,45	0,49	0,53	0,58
TR60 Max	0,41	0,41	0,42	0,42	0,43	0,46	0,49	0,54	0,58	0,64	0,70
TR Min	0,24	0,24	0,25	0,25	0,25	0,27	0,29	0,32	0,34	0,37	0,41

2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000	10000	12500	16000
0,64	0,70	0,76	0,84	0,91	0,99	1,08	1,18	1,29	1,40
0,77	0,84	0,91	1,01	1,09	1,19	1,30	1,42	1,55	1,68
0,45	0,49	0,53	0,59	0,64	0,69	0,76	0,83	0,90	0,98

Figure 1 - Objectif de temps de réverbération du guide CST Cinéma

Pour le volume de la salle, le temps de réverbération médian à 500 Hz est de 0,85 sec, compris au maximum entre 0,6 et 1,0 sec.

Le guide induit également des recommandations sur la répartition spectrale du temps de réverbération.



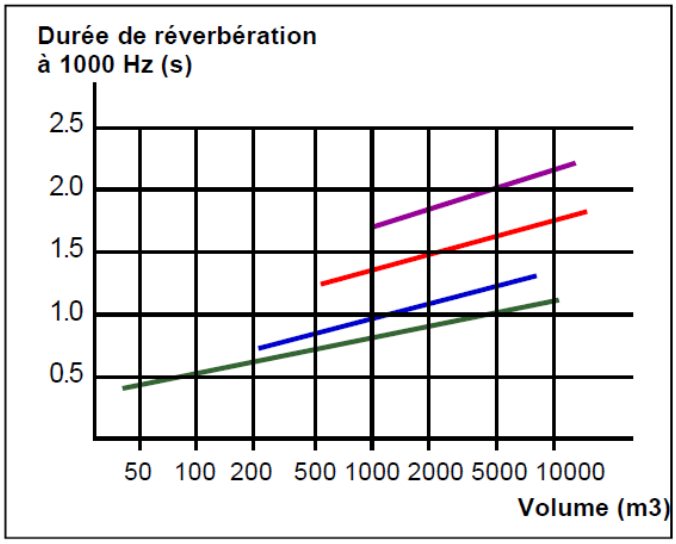
Fréquences	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500	630
Valeur max sur valeur à 500 Hz (en %)	200	187	174	162	152	141	132	123	115	107	100	100
Valeur min sur valeur à 500 Hz (en %)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	93,3

800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000	10000
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
87,1	81,2	75,8	70,7	66,0	61,6	57,4	53,6	50,0	46,7	43,5	40,6

▲ Figure 9 - Gabarit des valeurs limites du ratio TRf / TR500 en fonction de la fréquence f.

Figure 2 - Extrait du CST sur la répartition spectrale du temps de réverbération recherché

En complément de ces objectifs et pour évoquer les autres activités, des recherches et abaques présentent des temps de réverbération cible suivant les activités. Elles sont majoritairement centrées autour de la voix.



(Parole en direct ; Musique de chambre ; Musique symphonique ; Musique religieuse)

Figure 3 - Temps de réverbération d'une salle en fonction de son volume et de sa destination

Une activité de parole va rechercher un temps de réverbération à 1000 Hz de l'ordre de 1,0 sec. En revanche, en présente de musique acoustique, la réverbération va être visée plus haute pour un même volume.

En complément du temps de réverbération, de nombreux autres indicateurs acoustiques peuvent être utilisés dans la caractérisation d'une salle.

L'acoustique interne sera agrémentée de l'étude de ces autres indicateurs :

- **L'EDT** (Temps de réverbération précoce). Il correspond au temps de décroissance sur les 10 premiers décibels. Il s'apparente à la réverbération ressentie de l'usager, l'impression de réverbération de la salle alors que le TR fait davantage référence aux propriétés de celle-ci. Cet indicateur est utilisé lorsqu'une bonne intelligibilité est requise dans l'espace. Il est visé inférieur à 1,2 sec dans les grands volumes.
- **La définition D-50** permet d'évaluer la distinction des sonorités d'un message. Ce paramètre est employé traditionnellement pour la compréhension d'un message sonore. Un D-50 supérieur à 50% est nécessaire pour un minimum de distinction sonore et d'intelligibilité du phrasé. Il est idéal de viser un D-50 plus important pour la voix.
- **La clarté C-80** permet d'évaluer l'appréciation subjective des paramètres musicaux, notamment dans l'équilibre entre une salle sèche ou réverbérante.
- **Le STI** (Intelligibilité de la parole). Il correspond au pourcentage de déformation d'un message entre un couple Emetteur récepteur. Il est caractérisé par la source (niveau sonore, emplacement, ...), les caractéristiques acoustiques de la salle et du niveau de bruit de fond. Il permet de quantifier la bonne transmission et compréhension d'un message sonore.

Il sera aussi recherché une couverture sonore la plus homogène possible sur l'ensemble de la surface d'auditoire.

D.4 BRUIT D'EQUIPEMENT

L'établissement disposera d'équipements pour le renouvellement de l'air et le chauffage.

L'impact sonore sur l'environnement extérieur sera contrôlé pour répondre aux exigences réglementaires du décret du 31 Aout 2006 relatif à la lutte contre le bruit de voisinage. Une attention particulière sera portée à la gestion des équipements en toiture en proximité avec le bâtiment d'hébergement.

Le niveau de bruit des équipements à l'intérieur devra être compatible avec les activités et les utilisations des espaces. Le guide du CST définit une valeur cible de niveau de bruit ambiant dans l'espace. Il peut également être défini à l'aide des niveaux d'exigence du tableau du guide ADEME GIAC.

- Guide du CST : Bruit ambiant inférieur à NR27
- Guide ADEME / GIAC : Bruit ambiant entre 25 et 35 dB(A).

D.5 SONORISATION

Le décret n°2017-1244 du 7 aout 2017 relatif à la prévention des risques liés aux bruits et aux sons amplifiés définit les dispositions réglementaires pour les lieux recevant du public et accueillant des activités impliquant la diffusion de sons amplifiés dont le niveau sonore est supérieur à la règle d'égale énergie fondée sur la valeur de 80 dB(A) équivalents sur 8 heures :

- Le niveau de pression acoustique continus équivalents doit être inférieur à 102 dB(A) et 118 dB(C) sur 15 minutes en tout point accessible au public. Ces niveaux descendent à 94 dB(A) et 104 dB(C) si le public visé est âgé de moins de 6 ans.
- L'émergence lié à l'activité doit être inférieur à 3 dB(A) et 3 dB dans les bandes d'octaves normalisées entre 125 et 4000 Hz.

La sonorisation installée devra répondre au cahier des charges d'implantation et de couverture sonore du guide du CST.

E - OBJECTIFS RETENUS

Le présent paragraphe présente les objectifs acoustiques du projet.

E.1 ISOLEMENT VIS-A-VIS DE L'ESPACE EXTERIEUR

L'isolement vis-à-vis de l'espace extérieur doit être de :

- **DnTw+Ctr ≥ 30 dB**, le projet n'étant pas sous influence d'une infrastructure de transport classée.

L'interaction avec l'environnement extérieur est également fonction du bruit produit par l'activité et l'impact qu'elle peut engendrer. Ce point sera donc dimensionnant dans la définition des éléments de façade. Le critère d'émergence réglementaire sera recherché au niveau des bâtiments à proximité.

E.2 ISOLEMENT INTERIEUR

L'isolement aérien DnTw+C sera de :

- **DnTw+Ctr ≥ 60 dB** entre le hall d'accueil et la salle de cinéma

Les performances visées d'isolement aux bruits de chocs seront de :

- **L'nTw ≤ 50 dB** pour des bruits de chocs émis depuis la salle de cinéma
- **L'nTw ≤ 60 dB** pour des bruits de chocs émis depuis les espaces communs

E.3 BRUIT DES EQUIPEMENTS

E.3.1 Bruit de voisinage (bâtiments à proximité)

Le décret n° 2006-1099 du 31 août 2006 relatif à la lutte contre les bruits de voisinage fixe les valeurs qui caractérisent la gêne sonore par le niveau d'émergence.

Celle-ci ne peut excéder **5 dB(A)** en période diurne et **3 dB(A)** en période nocturne, dimanche et jour férié. Cette émergence est pondérée en fonction de la durée d'apparition du bruit particulier sur la période considérée.

La pondération applicable est consignée dans le tableau suivant :

Durée Cumulée d'apparition du bruit particulier : T	Terme Correctif en Décibel A
10 secondes < T ≤ 1 minute	6
1 minute < T ≤ 5 minutes	5
5 minutes < T ≤ 20 minutes	4
20 minutes < T ≤ 2 heures	3
2 heures < T ≤ 4 heures	2
4 heures < T ≤ 8 heures	1
T > 8 heures	0

Tableau 3 : Emergence - Règlementation sur bruit de voisinage

Le décret de 2006 induit également un critère d'émergence par bande d'octave. Il est de **7 dB** pour les octaves 125 et 250Hz, et de **5 dB** pour les octaves 500Hz à 4000 Hz.

Toutefois les émergences globales et spectrales ne sont recherchées que lorsque le niveau ambiant mesuré, comportant le bruit particulier, est supérieur à 25 dBA en intérieur ou à 30 dBA en extérieur.

Le niveau de bruit résiduel de la zone d'étude est de :

	Niveaux sonores en dB	Bruit résiduel								
		Global A	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
Période diurne Ouest		**48,5**	55,5	50,5	47,0	45,0	43,5	41,0	37,0	30,0
Période diurne Est		**45,0**	51,5	46,5	44,5	41,5	40,0	36,5	29,5	20,0
Période nocturne		**36,5**	43,0	40,5	39,5	34,0	29,5	25,0	18,0	11,5

Tableau 4 - Bruit résiduel de la zone d'étude

Ces résultats sont issus du diagnostic acoustique réalisé en Phase AVP. Les détails sont présentés dans le rapport R1183-07-24.10961. La période diurne a été scindé en deux variantes, côté Ouest et côté Est du batiment. Cela permet d'intégrer la contribution plus marquée du périphérique (boulevard Carnot).

E.3.2 Bruit des équipements à l'intérieur

Le niveau de bruit des équipements LnAT sera :

- **Inférieur à NR27 limité à 30 dB(A)** dans la salle de cinéma en tout point de la zone d'auditoire
- **Inférieur à 40 dB(A)** dans les halls et circulation.

E.4 ACOUSTIQUE INTERIEUR

E.4.1 Salle polyvalente

Le temps de réverbération sera visé autour de 1,0 sec dans la salle de cinéma

Dans une volonté de confort acoustique, les diverses activités doivent bénéficier d'objectifs additionnels différents. Ils sont présentés ci-dessous.

Activités cinéma :

- Temps de réverbération compris entre 0,6 et 1,1 sec. Il doit être vérifié d'un point de vue fréquentiel et répondre aux exigences du guide du CST.
- EDT inférieur à 1,20 sec

Activités centrées sur la voix (Théâtre / Conférence / …) :

- Temps de réverbération inférieur ou égale à 1,0 sec sur la plage de la parole (500 – 2000 Hz)
- EDT inférieur à 1,2 sec
- Définition D-50 supérieure à 50% en tout point de l'auditoire
- Intelligibilité Bonne ou excellente en tout point de l'auditoire (STI ≥ 0,60) pour une émission sonore type voix humaine sur la scène.

Activités musicales :

- Le temps de réverbération sera inférieur à 1,3 sec. Il doit être vérifié d'un point de vue fréquentiel et être le plus homogène entre les fréquences 250 et 4000 Hz Le temps de réverbération de la bande d'octave 125 Hz (Basses fréquences) peut être légèrement plus important.
- La clarté C-80 sera la plus proche de la valeur 0 dans une plage entre -5 ;+5 au maximum.

F - DESCRIPTIF ACOUSTIQUE COMMUN

F.1 GENERALITES

L'Entrepreneur doit prendre connaissance et appliquer les exigences acoustiques définies dans ce document.

L'Entrepreneur doit s'assurer de la compatibilité des matériaux entre eux et sélectionner ceux présentant une conformité complète avec les performances acoustiques définies dans ce document.

L'Entrepreneur ne peut se prévaloir d'une insuffisance en matière d'acoustique. Il doit proposer toutes suggestions nécessaires permettant le respect des objectifs acoustiques.

S'il le juge nécessaire, l'Entrepreneur peut modifier les éléments indiqués dans ce document tout en respectant les contraintes acoustiques définies. Il devra toutefois faire valider les éléments en procurant à la Maitrise d'œuvre, l'ensemble des procès-verbaux permettant de caractériser les performances acoustiques du matériau et justifiant de leur compatibilité acoustique avec les éléments indiqués dans cette notice.

Dans le cas où les éléments indiqués dans la présente notice acoustique sont en contradiction avec d'autres documents du marché concernant le respect d'exigences acoustiques, les performances indiquées dans ce document prévalent sur le reste.

F.2 RAPPORTS D'ESSAIS

L'Entrepreneur doit généralement fournir des PV d'essais acoustiques permettant d'évaluer la performance d'un point de vue acoustique du matériau proposé. Les rapports d'essais doivent être réalisés selon les procédures normalisées, établis par les laboratoires officiels accrédités par le COFRAC ou équivalent européen.

Il ne sera tenu compte que des rapports d'essais acoustiques datant de moins de 10 ans (sauf cas particuliers).

Si toutefois l'entrepreneur ne peut fournir les procès-verbaux de performances de certains éléments (CLT par exemple), il devra apporter la preuve du respect des performances par une campagne de mesures effectuées sur un témoin.

F.3 OBLIGATION DE L'ENTREPRISE

L'Entreprise en charge du lot concerné devra fournir à la maitrise d'œuvre les éléments suivants :

- Plans, repérages et détails d'exécution

- PV d'essais des matériaux proposés par l'Entreprise

L'Entreprise devra attendre la validation complète, d'un point de vue acoustique, de ses choix de produits et de ses plans d'exécution avant travaux.

Compte tenu de l'environnement urbain, l'entreprise communiquera son plan de communication permettant de prévenir les riverains préalablement à la réalisation de phases bruyantes.

G - DESCRIPTIF ACOUSTIQUE

G.1 PRINCIPES COMMUNS

L'enveloppe du bâtiment n'est pas concernée par des évolutions du projet. Les murs sont massiques, en béton d'épaisseur allant jusqu'à 30 cm. L'affaiblissement acoustique de cet élément est performant. Des points d'attention sont néanmoins à noter.

Article n°1 : Remplissage des trous

Descriptif :

Le rebouchage des trous dans les éléments structurels (murs de façade, refends et planchers) sera réalisé pour éviter l'apparition de pont phonique. Pour cela, le rebouchage sera effectué à l'aide d'un matériau de masse surfacique équivalent (ou affaiblissement acoustique similaire) à l'élément traversé. Par exemple, pour les murs, un matériau maçonné peut être mis en place comme des agglos ou un remplissage béton ou mortier.

Article n°2 : Rebouchages des réservations

Descriptif :

Les calfeutrements autour de gaine, de conduite ou autre tube sont réalisés avec la mise en place au préalable d'un fourreau résilient. Celui-ci devra, lors de sa mise en œuvre, dépasser allègrement de chaque côté afin de ne pas engendrer un pont phonique entre le tube et la structure du bâtiment.

Il sera effectué à l'aide d'un matériau de masse surfacique équivalente au support traversé.

EXEMPLE DE PRODUIT : ARMAFLEX - ARMACELL.

Article n°3 : Reprise des tableaux des menuiseries

Descriptif

Afin de garantir la performance acoustique des blocs menuisiers et éviter toute fuite acoustique, les tableaux seront vérifiés et repris dans le cas d'écart trop important constaté vis-à-vis du châssis. La reprise s'effectue par l'application d'un mortier pour reboucher les trous / écarts importants.

Localisation

Tableaux des menuiseries

G.2 LOT COUVERTURE

Article n°4 : Panneau sandwich

Descriptif

La couverture actuelle sera remplacée. Il sera mis en place une couverture en panneaux sandwich isolés. Elle sera composée par deux tôles en acier et âme en laine de roche. L'épaisseur minimale du panneau sera de 100 mm en accord avec les autres performances recherchées (thermique, …).

Cet élément bénéficiera d'un affaiblissement acoustique **Rw(C ; Ctr) ≥ 35 (-2,-3) dB**. Il devra également être un minimum performant dans l'isolement des basses fréquences avec **R_{125Hz} ≥ 24 dB**.

Le complexe de couverture sera complété par un plénum avec isolant thermo-acoustique et un faux plafond coupe-feu. Cet élément permettra l'amélioration de la performance d'isolement du complexe de couverture.

Localisation

Couverture

G.3 LOT REVETEMENT DE SOL

Article n°5 : Sol de l'espace cinéma

Descriptif

L'isolement aux bruits de chocs sera assuré dans la salle de cinéma par la mise en place d'un revêtement de sol type moquette. Cette typologie de produit est efficace dans ce domaine et permet également d'apporter un complément d'absorption acoustique. Elle sera rase, pérenne et conforme aux diverses contraintes techniques. Elle présentera :

- Un coefficient d'absorption acoustique **αw ≥ 0,15**
- Une amélioration aux bruits de chocs de **ΔLw ≥ 20 dB**.

Localisation

Sol du cinéma

Article n°6 : Autres espaces

Le revêtement de sol des espaces de circulation n'est pas modifié. La présence de locaux tampons, de la grande volumétrie de la salle de cinéma en réception couplé à une configuration horizontale (aucun de ces espaces ne surplombe la salle de cinéma) sera suffisante pour limiter l'isolement aux bruits de chocs.

G.4 LOT MENUISERIE EXTERIEUR

Les menuiseries seront sélectionnées pour répondre aux contraintes acoustiques définies ci-dessous, aux contraintes thermiques présentées par le bureau d'étude thermique et aux contraintes de sécurité / anti-effraction pour les menuiseries le nécessitant.

Une attention particulière doit être portée à la bonne mise en œuvre des menuiseries. L'étanchéité doit être la plus performante possible à la jonction entre le bloc et la structure du bâtiment. L'autre point névralgique concerne le réglage du vantail afin que la compression des joints isophoniques soit correctement réalisée sur l'ensemble du linéaire. Dans le cas contraire, la menuiserie peut présenter des ponts phoniques pouvant entrainer la dégradation de l'isolement.

Article n°7 : Porte d'accès à l'extérieur depuis la scène

Descriptif

Ce bloc porte n'est pas remplacé dans le projet.

Localisation

Porte d'accès à l'extérieur depuis la scène du cinéma.

Article n°8 : Menuiseries extérieures

Descriptif

Mise en place de bloc Fenêtres sur cadre bois avec performances acoustiques standards. Ces menuiseries disposeront d'un classement ACOTHERM de classe Ac1 d'un point de vue acoustique. Ainsi la performance d'affaiblissement acoustique sera de **Rw+Ctr ≥ 28 dB**. Pour cela, elles disposeront d'un double vitrage classique type 4 / 16 / 4.

Avant la pose de la menuiserie, l'entreprise devra valider les tableaux afin qu'ils ne présentent pas de trous trop importants ne pouvant garantir l'étanchéité avec le système de fixation et le joint Compriband.

Localisation

Bloc menuisier du projet (Hall et SAS extérieur)

Article n°9 : OPTION Renforcement de l'isolement de la salle de réunion (impact équipement)

Descriptif

Suivant l'impact sonore apporté par le groupe extérieur sur cette salle de réunion, il sera étudié le renforcement de l'isolement vis-à-vis de l'environnement extérieur de cet espace. Cela passera par le remplacement des menuiseries extérieures de la salle de réunion R+1 exposée par un ouvrage performant adapté au bruit produit par l'équipement. La performance est donc fonction du niveau sonore produit en façade par l'équipement. L'étude Phase PRO amène à rechercher un affaiblissement acoustique de **Rw+Ctr ≥ 36 dB** porté par un affaiblissement basse fréquence de 27 dB à 125 Hz. Pour cela, elles disposeront d'un double vitrage asymétrique avec un verre feuilleté type 44.2 /16/10.

Avant la pose de la menuiserie, l'entreprise devra valider les tableaux afin qu'ils ne présentent pas de trous trop importants ne pouvant garantir l'étanchéité avec le système de fixation et le joint Compriband.

Localisation

Bloc menuisier de la salle de réunion R+1

G.5 LOT SECOND ŒUVRE

G.5.1 Traitement acoustique de la salle de cinéma

La salle de cinéma sera agrémentée de la mise en place de matériaux absorbants. Différents types de produits seront utilisés. La nomenclature suivante est utilisée pour repérer les différents matériaux.

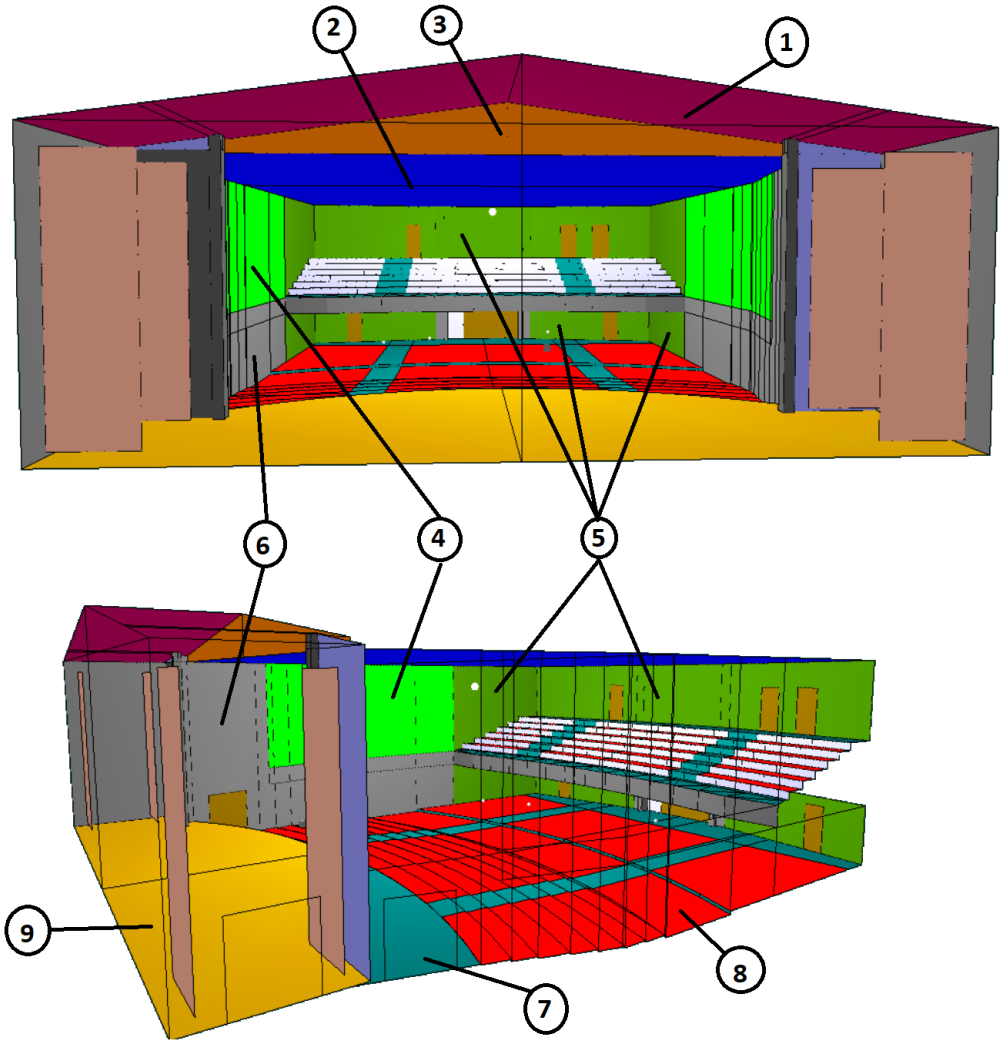


Figure 4 - Présentation des matériaux de la salle de cinéma

- ***1) Couverture visible au-dessus de la scène (hors lot)***

Voir lot couverture

- **2) Faux plafond acoustique :**

Article n°10 : Faux plafond en dalles de laine minérale

Mise en place d'un faux plafond acoustique en dalle de laine minérale sur ossature suspendue. Les dalles bénéficieront d'une épaisseur supérieure ou égale à 20mm. Ce matériau disposera d'un coefficient d'absorption acoustique **αw ≥ 0,95.** Il sera mis en place avec un plénum de 200 mm à minima.

Il sera mis en place en sous face du complexe de toiture en dehors de la surface à l'aplomb de la scène directement sous couverture (1). Il sera également mis en œuvre en sous face du balcon.

Surface totale de 608 m²

EXEMPLE DE PRODUIT :

COLOR ALL DE CHEZ ROCKFON / SOMBRA DE CHEZ ECOPHON

➢ **3) Joue verticale en plaque de plâtre**

Article n°11 : Retombée en plaque de plâtre

La joue verticale de jonction entre ces deux espaces sera en plaque de plâtre. Elle devra répondre aux contraintes coupe-feu.

➢ **4) Doublage technique latéral avec face absorbante**

Article n°12 : Doublage technique avec face absorbante en parement bois microperforé

Afin de permettre la distribution des réseaux de ventilation dans la salle, des doublages techniques sont ajoutés sur les parois latérales. Elles seront complétées par un revêtement absorbant. La composition de cet élément est :

- Plénum technique pour le passage des réseaux
- Renfort si besoin par une plaque de plâtre (Cet élément est dépendant du bruit rayonné par les réseaux non dimensionnés à ce jour)
- Revêtement acoustique en surface composé de panneaux bois microperforées sur âme en laine minérale.

Ce matériau doit bénéficier d'un coefficient d'absorption acoustique **αw ≥ 0,90.**

Surface totale de 120 m² réparti sur les deux côtés (Doublage 11,72 x 5,16 m partie haute à partir du balcon)

EXEMPLE DE PRODUIT :

TOPAKUSTIC PERFO M 16/16/10 SUR PLENUM (OU EQUIVALENT)

➢ **5) Panneaux acoustiques à hautes performances**

Article n°13 : Doublage thermo-acoustique absorbant

Mise en place de panneaux acoustiques directement rapportés sur le mur support. Ces panneaux seront de type panneaux en fibre de bois pour une épaisseur totale supérieure à 50 mm (25 mm de panneau brut de fibre de bois couplé avec une épaisseur de laine minérale. Ce matériau disposera d'un coefficient d'absorption acoustique **αw ≥ 0,95.** Ils seront implantés en fond de salle autour du balcon. L'épaisseur du matériau est gouvernée par la performance thermique recherchée. Elle peut atteindre sur les côtés une épaisseur totale de 100 mm.

Surface totale de 182 m² réparti mur du fond de salle et retour latérale sur la longueur du balcon

EXEMPLE DE PRODUIT :

GAMME OEGANIC MINERAL DE CHEZ KNAUF

➢ **6) Revêtement lisse et réfléchissant**

Article n°14 : Matériaux non absorbants

Parois verticales non traitées par un matériau absorbant. Cela peut être type béton brut, doubalge en plaque de plâtre ou un enduit plâtre.

➢ ***7) Moquette (hors lot)***

La moquette apporte de légères propriétés absorbantes. Elle sera rase, pérenne et conforme aux diverses contraintes techniques. Elle présentera un coefficient d'absorption acoustique ***αw ≥ 0,15***

EXEMPLE DE PRODUIT :

GAMME PALATINO DE CHEZ TARKETT (OU EQUIVALENT)

- **8) *Fauteuil (hors lot)***

Les fauteuils seront sélectionnés pour permettre que la salle vide ou occupée puisse avoir la même réponse acoustique. Ils doivent donc présenter une équivalence d'absorption avec l'Homme. Pour cela, les fauteuils seront de type Cinéma / théâtre, rembourrés avec de la mousse. L'assise devra monter suffisamment haut pour correspondre au torse humain en position assise.

G.5.2 Autres

Article n°15 : Faux Plafond du hall

Le hall sera traité par la mise en place d'un faux plafond absorbant. Il sera composé de dalles de laine minérale montées sur ossature suspendue. Il bénéficiera d'un coefficient d'absorption acoustique **αw ≥ 0,95.** Il sera implanté sur toute la surface disponible (en dehors des bouches de ventilation et luminaires).

Article n°16 : Faux plafond des circulations communes

Les circulations communes devront répondre à la réglementation sur l'accessibilité aux personnes handicapées. Ces espaces devront présentés un faux plafond avec un coefficient d'absorption acoustique **αw ≥ 0,55**. Il sera disposé sur à minima 80% de la surface de plafond.

Article n°17 : Faux plafond coupe feu sous couverture

Mise en place d'un faux plafond coupe feu en plaques de plâtre sur ossature suspendue. Pour éviter toute dégradation liée à l'amplification du bruit dans le plénum technique entre le parement et la couverture, le plénum sera agrémenté par l'insertion d'un isolant en laine minérale d'épaisseur 80 mm à minima.

G.6 MENUISERIES INTERIEURES

La salle de cinéma communique avec des SAS pour les accès. Cette configuration permet de maximiser l'isolement avec un espace tampon et de limiter l'influence de l'ouverture des portes d'accès (sauf si les portes des deux côtés du SAS sont ouvertes en simultané.

Une attention particulière doit être portée à la bonne mise en œuvre des menuiseries. L'étanchéité doit être la plus performante possible à la jonction entre le bloc et la structure du bâtiment. L'autre point névralgique concerne le réglage du vantail afin que la compression des joints isophoniques soit correctement réalisée sur l'ensemble du linéaire. Dans le cas contraire, la menuiserie peut présenter des ponts phoniques pouvant entrainer la dégradation de l'isolement.

Article n°18 : Portes côté cinéma

Descriptif

Les portes présentent dans la salle de cinéma bénéficieront d'un affaiblissement acoustique **Rw+C ≥ 40 dB**. Pour cela, elles seront constituées de vantaux à âme pleine avec joints isophoniques et traitement de la partie basse en plinthe automatique ou équivalent. LE traitement en partie basse doit être compatible avec le revêtement de sol sans potentiel de dégradation de la performance acoustique et de l'étanchéité.

Localisation

Bloc porte côté cinéma

Article n°19 : Portes des SAS – côté opposé au cinéma

Descriptif

Les portes des SAS donnant sur les autres espaces (Hall par exemple) seront également à âme pleine. Elles présenteront un affaiblissement acoustique **Rw+C ≥ 35 dB**.

Localisation

Bloc porte intérieur des SAS côté circulation / hall

G.7 LOT MOBILIER

Article n°20 : Fauteuil

Descriptif

Les fauteuils seront sélectionnés pour permettre que la salle vide ou occupée puisse avoir la même réponse acoustique. Ils doivent donc présenter une équivalence d'absorption avec l'Homme. Pour cela, les fauteuils seront de type Cinéma / théâtre, rembourrés avec de la mousse. L'assise devra monter suffisamment haut pour correspondre au torse humain en position assise.

Localisation

Fauteuil dans le cinéma

G.8 LOT ELECTRICITE

Sans contraintes acoustiques

G.9 LOT PLOMBERIE

Sans contraintes acoustiques

G.10 LOT CVC

G.10.1.1 Généralités

L'Entreprise en charge du lot devra respecter les exigences générales suivantes.

Désolidarisation

Les tubes, canalisations, gaines et autres ne devront en aucun cas être transmetteur de vibrations à la structure du bâtiment. Ils seront donc désolidarisés par tout système possible (dilatoflex, collier anti vibratile, manchon souple, etc…)

Les traversées de cloison, de mur et/ou de dalle par des tubes, canalisations, gaines et autres devront être parfaitement revêtues de fourreau résilient dépassant largement de part et d'autre de celle-ci (plus de 5cm de part et d'autre).

Tous les équipements devront systématiquement être posés sur socle ou suspentes anti vibratiles adaptés permettant une filtration des vibrations de 95% à la fréquence de rotation de l'appareil.

Régénération

Afin de limiter tous les phénomènes de régénération de bruit, les vitesses d'écoulement d'air devront répondre aux exigences suivantes :

- 7m/s sur la gaine principale
- 3m/s dans les conduits terminaux

Interphonie

L'interphonie consiste en la propagation de l'énergie sonore par les réseaux aérauliques. Non géré, ils peuvent dégrader l'isolement entre deux pièces. Une attention particulière sera portée au traitement de ce phénomène entre espaces tertiaires par les réseaux aérauliques. Pour cela, **l'isolement aérien par le réseau aéraulique doit être majoré de 10 dB** par rapport aux objectifs d'isolement aérien requis.

De manière générale, le nombre d'orifices sera limité dans les éléments du second œuvre. Lorsque cela est nécessaire, des dispositions seront prises pour veiller à ne pas dégrader l'isolement acoustique entre espaces. Ainsi, la mise en place de masse lourde, joints d'étanchéité, ou boitiers isolants peut être requis…

G.10.1.2 Obligation de l'Entreprise

L'Entreprise en charge du lot devra fournir à la maitrise d'œuvre les éléments suivants :

- Plans, repérages et détails d'exécution

- PV d'essais des matériaux proposés par l'Entreprise

- Note de calcul acoustique du niveau de bruit d'équipement.

- Note de calcul acoustique du niveau de bruit de voisinage.

L'Entreprise devra attendre la validation complète, d'un point de vue acoustique, de ses choix de produits et de ses plans d'exécution avant commande et travaux.

G.10.1.3 Objectifs

Bruit d'équipement généré dans les locaux :

Le dimensionnement des ventilateurs d'extraction devra être réalisé de telle sorte qu'en fonctionnement à débit **maximum d'utilisation**, le niveau de bruit de l'installation ne dépasse pas les niveaux sonores objectifs de bruit d'équipement définis paragraphe E.3.2 « Niveau de bruit d'équipement ». Ces valeurs sont rappelées ci-dessous :

Le niveau de bruit des équipements LnAT sera :

- **Inférieur à NR27 limité à 30 dB(A)** dans la salle de cinéma en tout point de la zone d'auditoire
- **Inférieur à 40 dB(A)** dans les halls et circulation.

L'Entreprise devra fournir une note de calcul permettant la vérification de l'objectif du niveau de bruit de l'ensemble des équipements à un L_{nAT} répondant aux exigences ci-dessus. Il sera peut-être nécessaire de mettre en place des éléments de traitements acoustiques pour satisfaire ces objectifs.

Bruit généré par les équipements dans l'environnement :

La définition des niveaux sonores générés par les équipements techniques du projet a donné lieu à une étude spécifique visant à caractériser l'environnement sonore du site. Celle-ci est présenté en annexe.

Une campagne de mesure a été réalisée pendant la phase diagnostic du projet. Le niveau de bruit résiduel retenu pour la zone d'étude est présenté dans le tableau ci-dessous pour les deux périodes réglementaires.

	Niveaux sonores en dB	Bruit résiduel								
		Global A	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
Période diurne Ouest		**48,5**	55,5	50,5	47,0	45,0	43,5	41,0	37,0	30,0
Période diurne Est		**45,0**	51,5	46,5	44,5	41,5	40,0	36,5	29,5	20,0
Période nocturne		**36,5**	43,0	40,5	39,5	34,0	29,5	25,0	18,0	11,5

Tableau 5 - Niveau de bruit résiduel de la zone d'étude

Dans le cadre de la réglementation en vigueur relative aux bruits de voisinage (décret n°2006-1099 du 31 août 2006), les niveaux sonores émis par les installations techniques du projet devront satisfaire aux exigences réglementaires, soit le respect des valeurs suivantes du critère d'émergence.

	Valeurs réglementaires maximales (en dB)								
	Global A	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
Période diurne	**5**	SO	7	7	5	5	5	5	SO
Période nocturne	**3**	SO	7	7	5	5	5	5	SO

Tableau 6 - Emergence admissible au voisinage dans le cadre du respect des dispositions réglementaire de bruit de voisinage

Cette recherche est effectuée vis-à-vis des bâtiments tiers à proximité (Tribunal, maison) ainsi que vis-à-vis des bâtiments sensibles présent dans l'enceinte du lycée militaire (notamment le bâtiment à l'Est de la salle de cinéma).

L'Entreprise devra vérifier la compatibilité de la puissance acoustique et de la position des équipements placés dans l'environnement avec le voisinage.

G.10.2 Dispositions acoustiques générales

Pendant la phase de préparation et d'étude d'exécution, l'entreprise devra faire réaliser une étude acoustique par un bureau d'étude indépendant pour dimensionner les dispositions acoustiques et justifier le respect des objectifs. Cela concerne le niveau de bruit d'équipement dans la salle de cinéma avec l'ensemble des branches et réseaux, le niveau de bruit d'équipement produit la seconde CTA (locaux annexes) et l'impact sonore de l'ensemble des équipements en toiture sur l'environnement, notamment vis-à-vis du bâtiment situé en face dont des pièces surplombent la toiture. Des notes de calculs sont

demandées présentant les caractéristiques acoustiques des équipements, du traitement (PAS, écran, présence et insertion de doublage absorbant dans la gaine, …), des éléments de réseaux avec le bruit qu'ils régénèrent en fonctionnement (registres, diffusion et grilles, …) ainsi que la propagation dans la salle.

Pour rappel, le paragraphe G.10.1.3 rappelle les objectifs recherchés.

G.10.3 Equipements de ventilation

Article n°21 : Supportage des équipements

Les réseaux aérauliques des équipements de ventilation seront reliés aux machines de manière à réduire au maximum les transmissions vibratoires. Pour cela l'utilisation de manchette souple, est recommandé ainsi que des suspentes anti vibratiles ou étais.

Les équipements devront systématiquement être posés sur socle anti vibratile adapté permettant **un taux de filtration des vibrations de 95%** à la fréquence de rotation de l'appareil.

Article n°22 : Centrales de traitement d'air

L'équipement sera sélectionné pour être le moins bruyante possible afin d'alléger au mieux les dispositions acoustiques à mettre en place et de limiter l'impact du bruit rayonné dans les espaces adjacents. Les centrales seront installées dans des locaux dédiés dans le bâtiment ou en sous sol.

Le niveau de puissance acoustique cible du bruit rayonné sera :

- Lw ≤ 65 dB(A) pour la journée avec gestion basses fréquences limité à 80 dB à 125 Hz

Dans le cas, où le bruit produit par l'équipement n'est pas compatible aux objectifs recherchés, des adaptations acoustiques devront être mis en œuvre à la charge du présent lot. Des dispositions acoustiques compensatoires devront être envisagés. L'entreprise devra dimensionner ces dispositions et fournir une note de calcul justifiant du respect des objectifs réglementaires dans l'environnement.

Article n°23 : Points de vigilance – Locaux techniques

Une attention particulière sera portée au local technique pour limiter toute faiblesse acoustique vers les espaces tiers. Les réservations dans les parois seront réalisées pour éviter toute fuite acoustique (résilient en traversée / Rebouchage par un matériau de même masse surfacique que la paroi, ici ciment pour murs massiques / mousse PU proscrite / …). Les réservations existantes seront également traitées pour éviter toute faiblesse (Rebouchage par un matériau de même masse surfacique que la paroi, ici ciment pour murs massiques). L'état des portes d'accès au local technique sera vérifié et devront être à âme pleine avec traitement périphérique de l'étanchéité (joint isophonique / seuil en partie basse).

Article n°24 : Pièges à sons

Des pièges à sons (PAS) seront insérés sur les réseaux de ventilation. Ils seront insérés sur chaque branche avant le passage dans les pièces sensibles (espaces tertiaires / Cinéma). Une attention particulière devra être porté afin que l'emplacement du PAS n'induise pas de court circuit de l'élément et que l'énergie sonore transite du local technique au réseau terminal.

Cela concerne les réseaux d'air neuf, de rejet d'air, soufflage et reprise des différentes CTA.

Ils seront soit de forme circulaire à baffle / bulbe central soit de forme rectangulaire avec des baffles en laine minérale d'épaisseur 200 mm. Le dimensionnement des PAS sera à justifier par l'entreprise avec la réalisation d'une note de calcul avec sa sélection d'équipement, le réseau et les éléments de réseaux. Ils seront à déterminer pour atteindre et respecter les objectifs acoustiques visés (bruit d'équipement dans les différents espaces et le cadre réglementaire vis-à-vis du bruit dans le voisinage (avec l'ensemble des équipements techniques)).

Il faudra veiller à ce que la vitesse d'air au passage dans le PAS ne soit pas supérieur à 7 m/s.

Article n°25 : Registre de réglage

Les registres de réglages seront sélectionnés et dimensionnés pour produire dans les conditions d'usage de pression et de débit un niveau de bruit régénéré compatible avec les objectifs acoustiques.

Pour limiter l'impact des registres, des conduits souples isophoniques ou pièges à sons secondaires peuvent être mis en place entre le registre et la fin de conduit.

Article n°26 : Eléments terminaux

Les bouches de soufflage, gaines perforées et les grilles de reprise seront sélectionnées et dimensionnées afin de respecter les objectifs de niveaux sonores de bruit d'équipements de ventilation définis. En effet, le niveau de puissance acoustique de bruit régénéré par ces éléments devra être compatible avec ces niveaux pour le débit et la pression considéré. Un niveau de bruit régénéré NR20 à NR25 – 25 à 30 dB(A) peut être visé suivant l'élément et son implantation.

Ces éléments devront être validés d'un point de vue acoustique. En effet, le niveau de bruit régénéré est fonction des objectifs acoustiques de chaque espace et de la contribution apportée par le bruit produit par l'équipement dans le conduit.

G.10.4 Equipements de production Chaud Froid

Article n°27 : Supportage des équipements

Les équipements devront systématiquement être posés sur un traitement anti-vibratile adapté permettant **un taux de filtration des vibrations de 95%** à la fréquence d'excitation la plus basse de l'appareil.

L'entreprise devra justifier du dimensionnement du traitement anti-vibratile ainsi que leur efficacité par la réalisation d'une note de calcul.

Article n°28 : Groupe extérieur

L'appareil sélectionné sera le moins bruyant possible afin d'alléger tout traitement acoustique potentiel. L'équipement est disposé en extérieur, dans un espace technique au niveau de l'ancienne cuve à fioul en limite de propriété Ouest.

La configuration du site n'est pas des plus favorables à l'efficacité d'un écran acoustique, notamment vis-à-vis des bâtiments à proximité qui surplombent la zone technique. Cela amène un intérêt particulier à la sélection des équipements, leur implantation et l'orientation des sources.

L'entreprise fournira une note de calcul pour justifier du dimensionnement potentiel des traitements acoustiques et du respect des objectifs et cadre réglementaire avec l'équipement qu'elle aura sélectionné (cf article suivant).

Article n°29 : Etude acoustique

Pendant la phase de préparation et d'étude d'exécution, l'entreprise devra faire réaliser une étude acoustique par un bureau d'étude indépendant pour dimensionner les dispositions acoustiques et justifier le respect des objectifs. Cela concerne l'impact sonore de l'ensemble des équipements en extérieur sur l'environnement. Des notes de calculs sont demandées présentant les caractéristiques acoustiques des équipements, du traitement choisi et de l'impact sonore prévisionnel.

Pour rappel, le paragraphe G.10.1.3 rappelle les objectifs recherchés.

Pré-étude en phase PRO :

Avec les données transmises lors de Phase PRO, un pré-dimensionnement des traitements acoustiques a été réalisé. Il est donné à titre indicatif et ne se subsitue pas à la réalisation de l'étude acoustique en Phase Execution. Il est à noter que la solution présentée répond à l'impact sonore sur certaines conditions :

- *L'équipement ne doit pas fonctionner en période nocturne après minuit*
- *L'équipement fonctionne en majorité du temps sur un foisonnement à 3 circuits sur les 5. Le fonctionnement à plein régime est exceptionnel*

Dans le cas où ces conditions doivent être présentes, un renforcement des dispositions acoustiques peut être nécessaire, notamment sur la gestion de l'air neuf et du bruit rayonné (par l'enceinte acoustique). Pour cela, il faudrait encoffrer l'équipement et gérer le renouvellement d'air par un piège à sons. Ce système nécessiterait un équipement adapté à cela.

Article n°30 : Enceinte acoustique (Etude PRO)

L'équipement sera installé dans une enceinte acoustique pour limiter l'impact sonore du bruit qu'il produit sur l'environnement. Il sera mis en place au plus proche des écrans et murs en respectant les distances minimales pour le bon renouvellement de l'air et 'accès maintenance. Ainsi, une distance de 1,5 m est recherchée.

L'enceinte sera composée de plusieurs éléments :

- Doublage acoustique au devant des murs existants (Mur en limite de propriété et mur pignon du batiment Sud. Cet élément sera à propriété absorbante et adapté à la signature sonore de l'équipement. Dans le cas présent, l'équipement produit une sensibilité basse fréquence. Le doublage absorbant sera donc le plus performant possible sur cet élément. Pour cela, un panneau sandwich double peau avec une tôle perforée côté équipement pour la propriété absorbante sera mis en place. Ce complexe bénéficiera d'une épaisseur de 100 mm pour atteindre un coefficient d'absorption acoustique **$\alpha w \geq 0,85$** et une absorption basse fréquence (à 125 hz) **$\alpha_{125\ Hz} \geq 0,65$.**
- Réalisation d'une casquette sur le mur existant en limite de propriété Ouest. Cette casquette est un écran incliné ajouté au dessus du mur pour maximiser l'effet de masquage. L'inclinaison sera opérée vers l'équipement. Entre la partie basse (arrase du mur) et la partie haute de la casquette, un décalage de 0,5m sur le plan horizontale et 1,0 m sur le plan vertical sera pris pour dimensionnement. Le linéaire de la casquette démarre au droit du batiment au Sud et sera prolongé pour couvrir la façade du tribunal (20 m environ)
- Côté Est, l'enclos technique sera délimité par un écran acoustique droit avec propriété absorbante côté intérieur. Il sera mis en place pour une hauteur de 3,5 m. Il partira au droit du batiment Sud et dépassera l'équipement de 1m côté Nord.

L'écran et la casquette devront présenter un affaiblissement acoustique Rw+C ≥ 30 dB et un affaiblissement spécifique basse fréquence $R_{125Hz} \geq 23$ dB. Le côté exposé sur l'équipement sera absorbant (parement perforé) pour atteindre un coefficient d'absorption acoustique **$\alpha w \geq 0,85$** et une absorption basse fréquence (à 125 hz) **$\alpha_{125\ Hz} \geq 0,65$.** Ces valeurs peuvent être atteintes avec la mise en place de panneaux sandwich double peau d'épaisseur 100 mm.

Article n°31 : Piège à sons (Etude PRO)

L'équipement verra son rejet d'air traité à l'aide de la mise en place d'un piège à sons. Le flux d'air sera donc guidé vers le haut et le piège à sons au moyen d'un conduit avec environ 50 cm de distance entre le plan ventilateur et l'entrée du PAS (à valider d'un point de vue aéraulique).

Les dimensions du piège à sons s'approcheront au maximum des dimensions de l'équipement. Le pré-dimensionnement donne un piège à sons de section 6500 x 2300 mm avec des baffles de 300 mm en laine minérale pour maximiser la performance en basse fréquence pour un espacement libre de 200 mm entre baffles. La longueur de travail (sens du flux d'air) sera de 1200 mm. Le piège à sons présentera les performances minimales suivantes (en dB) :

Atténuation PAS							
62,5 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
6	11	19	30	33	24	13	9

Il sera visé une perte de charge inférieure à 70 Pa.

Synthèse schématique du traitement :

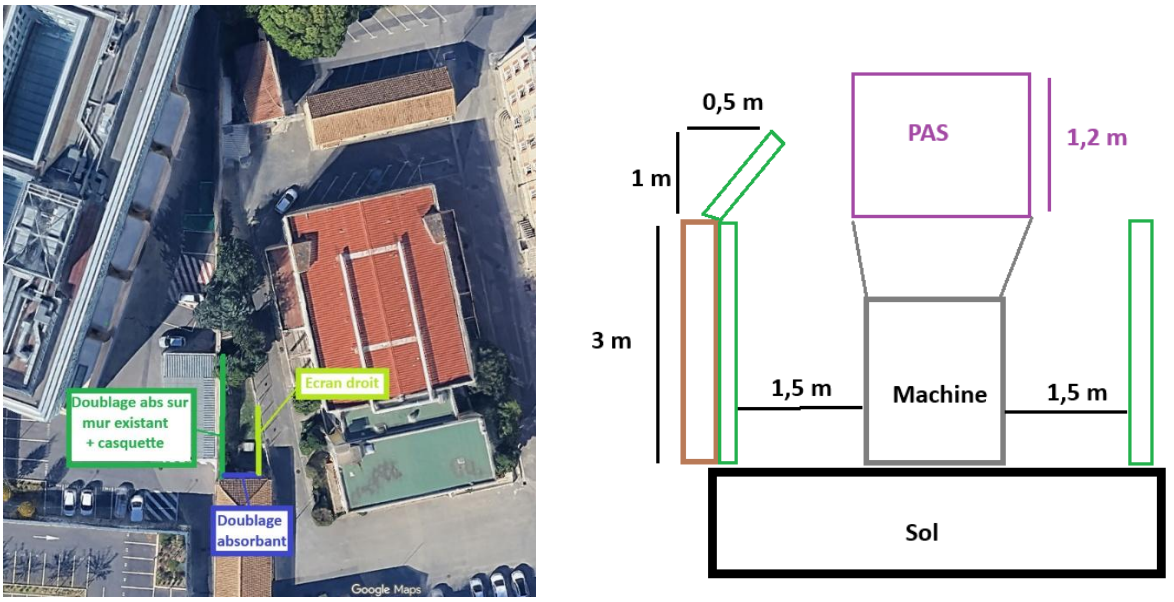


Figure 5 - Schémas de principe des traitements et de leur implantation

Article n°32 : Unités intérieures

La sélection des unités intérieures type ventilo-convecteur gainable ou cassette sera effectuée afin que l'équipement dispose d'un niveau de puissance acoustique compatible avec les objectifs visés de niveau de bruit d'équipement dans les différents locaux en moyenne vitesse. L'entreprise justifiera la sélection des unités intérieures pour respecter le niveau de bruit d'équipement dans les espaces intérieurs.

G.10.5 Désenfumage

Article n°33 : Traitement de l'interphonie

Le désenfumage est opéré par un réseau d'extraction en toiture sur 4 branches et un apport d'air neuf au niveau des édicules périphériques. Cela peut induire un chemin de transmission sonore au travers de l'enveloppe de la salle par les réseaux. Des pièges à sons seront insérés côté extérieur au plus près du passage des réseaux vers l'intérieur du bâtiment pour limiter cela. Les pièges à sons devront être pérenne à l'activation du désenfumage avec une vitesse d'air adaptée pour éviter tout arrachage de baffle. Une longueur de travail de l'ordre de 1200 mm peut être visée.