

Plateforme Aéroportuaire de
Nice

Rapport de diagnostic acoustique

14/11/2025

Table des matières

1	Objet	3
2	Déroulement des mesures	3
3	Matériel utilisé.....	3
4	Glossaire.....	4
5	Présentation des locaux.....	5
6	Rappel règlementaire.....	8
7	Résultats des mesures	10
7.1	Mesure de bruit résiduel.....	10
7.1.1	Choix des périodes de mesures.....	10
7.1.2	Points de mesure	10
7.1.3	Indicateur de référence	11
7.1.4	Résultats	11
7.2	Mesure de bruit de fond dans les locaux.....	16
7.3	Isolation acoustique aux bruits aériens vis-à-vis de la toiture	17
8	Etude de l'impact sonore des groupes froids	20
8.1	Hypothèses d'étude	20
8.2	Impact sonore sur le voisinage.....	21
8.3	Impact sonore sur les bureaux	22
8.3.1	Cas courant : bureaux, espaces détente.....	22
8.3.2	Circulation sous la terrasse technique.....	24
8.3.3	Salle de simulation	25
8.3.4	Salle de réunion	26
8.3.5	Circulation face à la terrasse technique	28
9	Conclusion	30

1 Objet

Ce document rend compte des mesures de diagnostic acoustique réalisées en toiture du bâtiment dit « Nouveau Bloc Technique de Nice » dans le cadre du remplacement des groupes de production thermique opérationnels et tertiaires du site DGAC.

2 Déroulement des mesures

Les investigations ont été réalisées entre le 28 et le 29 octobre.

Les mesures réalisées sont les suivantes :

- Mesure du niveau de bruit résiduel extérieur,
- Mesure d'isolement aux bruits aériens entre la toiture et les locaux du dernier niveau,
- Mesure du niveau de bruit de fond dans les pièces de réception,
- Mesure de la durée de réverbération dans les pièces de réception.

Méthode de mesure : Conforme à la réglementation ; selon la norme NFS 31-010.

Conditions météorologiques (station météo Nice) :

- Mardi 28 octobre : ciel dégagé - vent 5 à 10 km/h - t = 12°C la nuit à 19°C le jour.
- Mercredi 29 octobre : ciel nuageux - vent 10 km/h - t = 13°C la nuit à 18°C le jour.

3 Matériel utilisé

2 Sonomètres 01 dB Fusion (classe 1)

Calibreur 01 dB CAL31.

Haut-parleur omnidirectionnel LS04 01 dB

La durée de réverbération a été mesurée par un signal impulsionnel (explosion de ballon de baudruche).

4 Glossaire

Les indicateurs permettant de caractériser le niveau de bruit sont définis ci-après.

- **Bruit résiduel** : il s'agit du bruit habituellement présent dans l'environnement du projet, en dehors des bruits émis par le projet.
- **Bruit ambiant** : Somme des bruits présents dans une situation, sur une période de temps donnée. Il représente l'ensemble des bruits émis par toutes les sources présentes dans l'environnement étudié, qu'il s'agisse de bruits extérieurs tels que la circulation routière ou de bruits intérieurs tels que les équipements de ventilation.
- **Emergence** : Différence entre le niveau de bruit ambiant, comportant le bruit particulier à l'origine de la gêne et le niveau de bruit résiduel, constitué par l'ensemble des bruits habituels dus à l'occupation normale des locaux et au fonctionnement normal des équipements.
- **L_{Aeq,T}** : niveau de pression acoustique continu équivalent sur la période d'observation T (assimilable à une moyenne sur la période), exprimé en dB(A).
- **L_x (L5, L10, L50, L90, L95, L99)** : niveau de pression acoustique dépassé x pour cent du temps pendant la période de mesurage donnée.

Ainsi, le niveau L5 signifie le niveau de pression acoustique dépassé 5% du temps ; il caractérise les bruits ponctuels particulièrement élevés.

A l'inverse, le niveau L95 (niveau de pression acoustique dépassé 95% du temps) caractérise ce qui constitue « la base » minimum du bruit de fond, en dehors des bruits ponctuels tels que passages de véhicules, klaxon, aboiement, cri etc.

Dans le cadre de l'évaluation de l'impact sonore d'un bruit particulier (exemple : bruit d'équipement, bruit d'origine musicale), le niveau de bruit L90 est couramment utilisé pour apprécier l'émergence sonore.

- **Isolation acoustique** : Capacité d'un matériau ou d'un système à bloquer le son. L'isolation acoustique désigne la capacité d'un matériau ou d'un système à empêcher la propagation du son d'une pièce à l'autre ou de l'extérieur vers l'intérieur. Il se définit à l'aide d'une source de bruit et d'une mesure de l'émission sonore d'un côté du complexe et d'une réception sonore de l'autre côté.

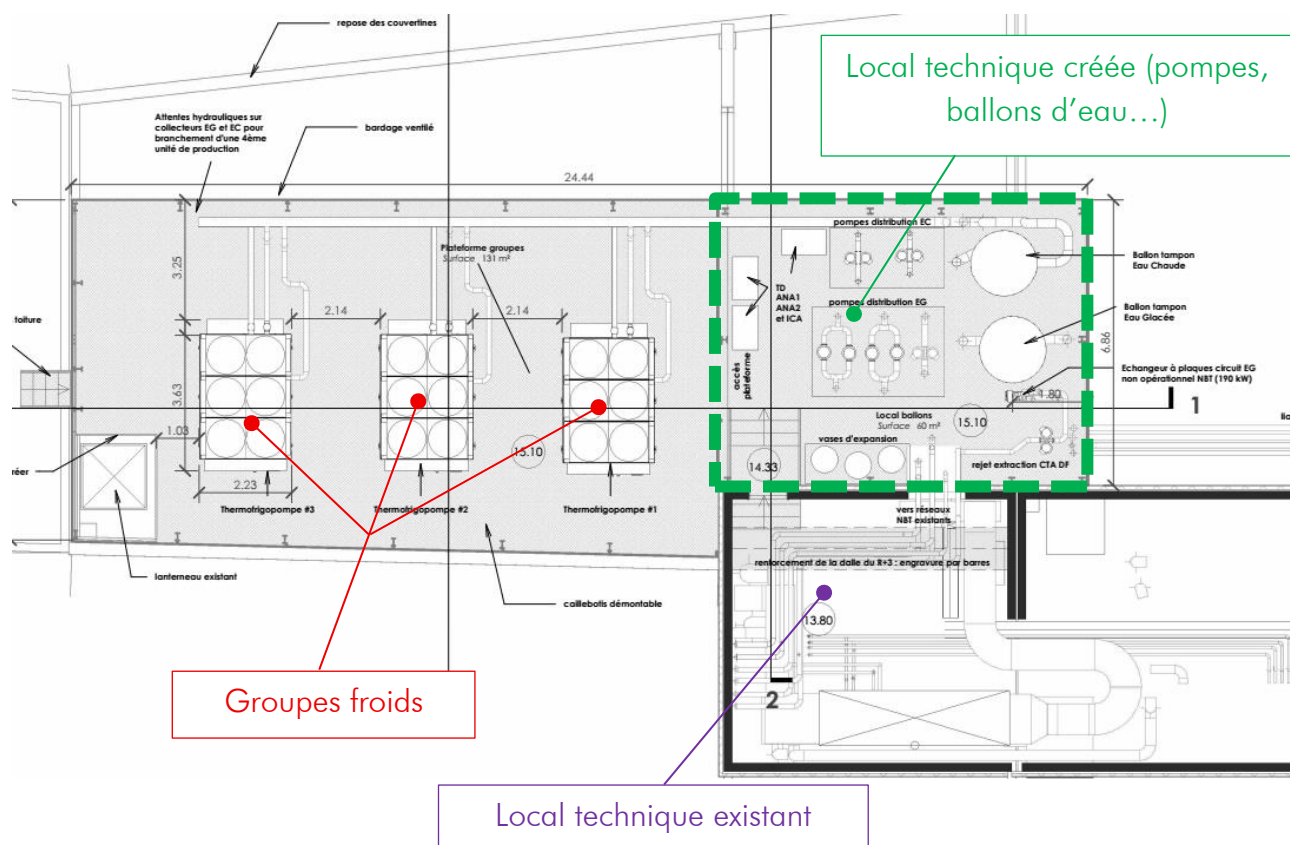
5 Présentation des locaux

Le projet consiste en la mise en place d'une terrasse technique en toiture du bâtiment accueillant 3 groupes froids 4 tubes eau chaude/eau glacée, ainsi que, dans un local technique, des équipements hydrauliques (ballons tampons, pompes, échangeurs, tubes, tableaux électriques CVC et chemins de câbles)

Localisation de la future terrasse technique :



Plan de repérage des équipements en terrasse technique :



La mesure de bruit résiduel est réalisée en limite Nord de la toiture au plus proche de la Promenade des Anglais de façon à être représentatif du bruit perçus au niveau des hôtels situés au Nord représentant les bâtiments tiers (avec locaux de sommeil) les plus impactés par la future installation.

Les émissions pour les mesures d'isolement sont réalisées sur la toiture. Les réceptions sont réalisées dans les locaux repérés sur le plan ci-après.

La couverture séparant la terrasse technique des locaux est composée d'une dalle béton d'épaisseur 20cm, d'un isolant thermique extérieur en polyuréthane type Efigreen d'épaisseur 8cm d'une étanchéité et d'une protection lourde type gravier.

Dans les locaux, les faux plafonds sont composés de dalles en plâtre perforées avec une laine minérale dans le plénum. Ce faux plafond bien que permettant de gérer la réverbération dans les locaux ne renforce pas l'isolation acoustique du complexe de couverture.

Cas particulier : La salle de réunion attenante à la salle de simulation dispose d'un exutoire vitré en plafond équipé d'un store.

6 Rappel réglementaire

Les enjeux acoustiques de la réalisation de ces terrasses techniques sont à la fois de limiter l'impact sonore des équipements sur le voisinage et vis-à-vis des locaux situés en dessous.

Ci-dessous un rappel réglementaire vis-à-vis de ces deux aspects.

- **Impact sonore des équipements techniques sur le voisinage :**

L'objectif est de respecter les articles R 1336-5 à R1336-11 du code de la santé public relatif à la lutte contre les bruits de voisinage, ce qui implique de limiter les émergences sonores (différence entre le bruit ambiant avec les équipements en fonctionnement et le bruit existant en l'état appelé bruit résiduel) telles que définies ci-après :

« Les valeurs admises de l'émergence sont calculées à partir des valeurs de 5 décibels A (dB A) en période diurne (de 7 heures à 22 heures) et de 3 dB (A) en période nocturne (de 22 heures à 7 heures), valeurs auxquelles s'ajoute un terme correctif, fonction de la durée cumulée d'apparition du bruit particulier, selon le tableau ci-après » :

<i>Durée cumulée d'apparition du bruit particulier (d)</i>	<i>Terme correctif</i>
<i>$d \leq 1$ minute*</i>	<i>6 dB(A)</i>
<i>1 minute < $d \leq 5$ minutes</i>	<i>5 dB(A)</i>
<i>5 minute < $d \leq 20$ minutes</i>	<i>4 dB(A)</i>
<i>20 minutes < $d \leq 2$ heures</i>	<i>3 dB(A)</i>
<i>2 heures < $d \leq 4$ heures</i>	<i>2 dB(A)</i>
<i>4 heures < $d \leq 8$ heures</i>	<i>1 dB(A)</i>

** la durée de mesure du niveau de bruit ambiant étant étendue à 10 secondes lorsque la durée cumulée d'apparition du bruit particulier est inférieure à 10 secondes*

Par ailleurs, les bruits engendrés par les équipements d'activités professionnelles doivent respecter des contraintes d'émergence spectrales telles que définies ci-après :

« Les valeurs limites de l'émergence spectrale sont de 7 dB dans les bandes d'octave normalisées centrées sur 125 Hz et 250 Hz et de 5 dB dans les bandes d'octave normalisées centrées sur 500 Hz, 1 000 Hz, 2 000 Hz et 4 000 Hz. »

- **Impact sonore des équipements techniques sur les bureaux :**

Dans les bâtiments de bureaux, il n'existe pas de réglementation à proprement parlé limitant le niveau de bruit des équipements techniques audible dans les bureaux hormis le code du travail définissant des niveaux de bruit maximum pour la protection auditive des salariés soit des niveaux de bruit très important n'étant pas représentatifs de l'ambiance sonore acceptable dans un bureau fermé.

Toutefois la norme AFNOR NF S 31-080 de janvier 2006 relative à l'acoustique des bureaux et espaces associés définit des niveaux et critère de performances acoustique par type d'espace pour assurer un certain niveau de confort dans ce type de bâtiments.

Trois niveaux de performances sont définis dans cette norme, le niveau « Courant », le niveau « Performant » et le niveau « très performant » chacun définissant des objectifs en termes d'isolement acoustique entre locaux et vis-à-vis de l'extérieur, de niveau de bruit de chocs, de durée de réverbération et de niveau de bruit d'équipement.

Les niveaux de bruit d'équipement maximum admissible par type de locaux définis dans cette norme sont les suivantes :

Type de local	Niveau « Courant »	Niveau « Performant »	Niveau « Très performant »
Bureaux	≤ 45 dB(A)	$\leq$ NR33 soit 38 dB(A)	$\leq$ NR30 soit 35 dB(A)
Salle de réunion et de formation	≤ 40 dB(A)	$\leq$ NR33 soit 38 dB(A)	$\leq$ NR30 soit 35 dB(A)
Espace détente	≤ 40 dB(A)	$\leq$ NR33 soit 38 dB(A)	$\leq$ NR30 soit 35 dB(A)
Circulation	≤ 45 dB(A)	$\leq$ NR33 soit 38 dB(A)	$\leq$ NR30 soit 35 dB(A)

7 Résultats des mesures

7.1 Mesure de bruit résiduel

7.1.1 Choix des périodes de mesures

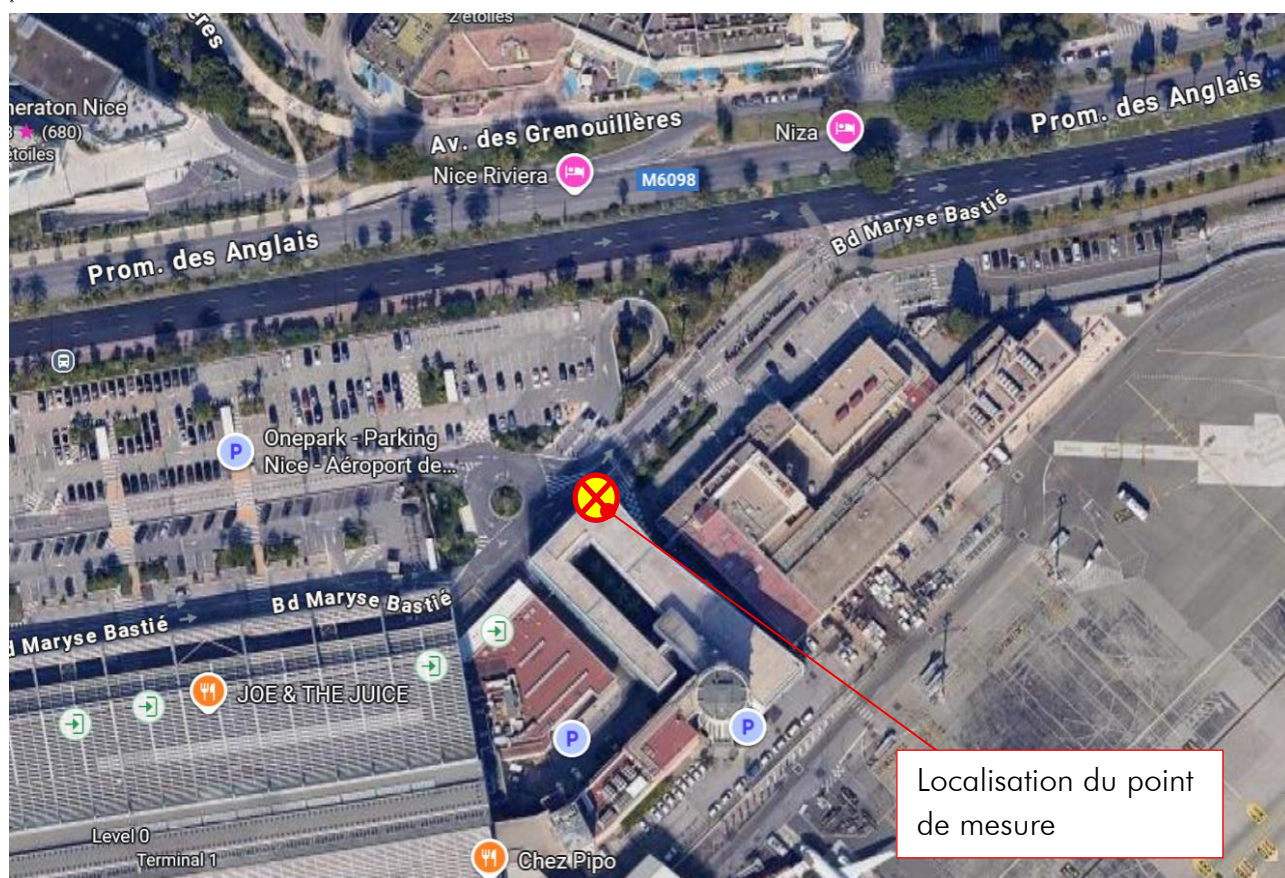
La réglementation impose des mesures de 30 minutes minimums pour chacune des périodes diurnes et nocturnes. Afin de disposer de données plus complètes, une mesure d'une journée a été réalisées.

La période nocturne (22h-7h) a été couverte de façon continue pour chaque mesure.

Pour la période diurne, les relevés ont été effectués sur deux jours ; ces deux plages de mesures permettent de couvrir une période diurne presque complète (7h à 22h).

7.1.2 Points de mesure

Localisation du point de mesure :



L'ambiance sonore observée sur le site provient principalement :

- Du trafic routier sur la promenade des Anglais
- Du trafic aérien de l'aéroport de Nice,
- Des équipements techniques présent alentours,
- De la rumeur de la ville et du bruit du vent dans la végétation.

7.1.3 Indicateur de référence

Différents indicateurs de niveau sonore sont présentés. Ils permettent de caractériser le niveau de bruit résiduel de façon fine.

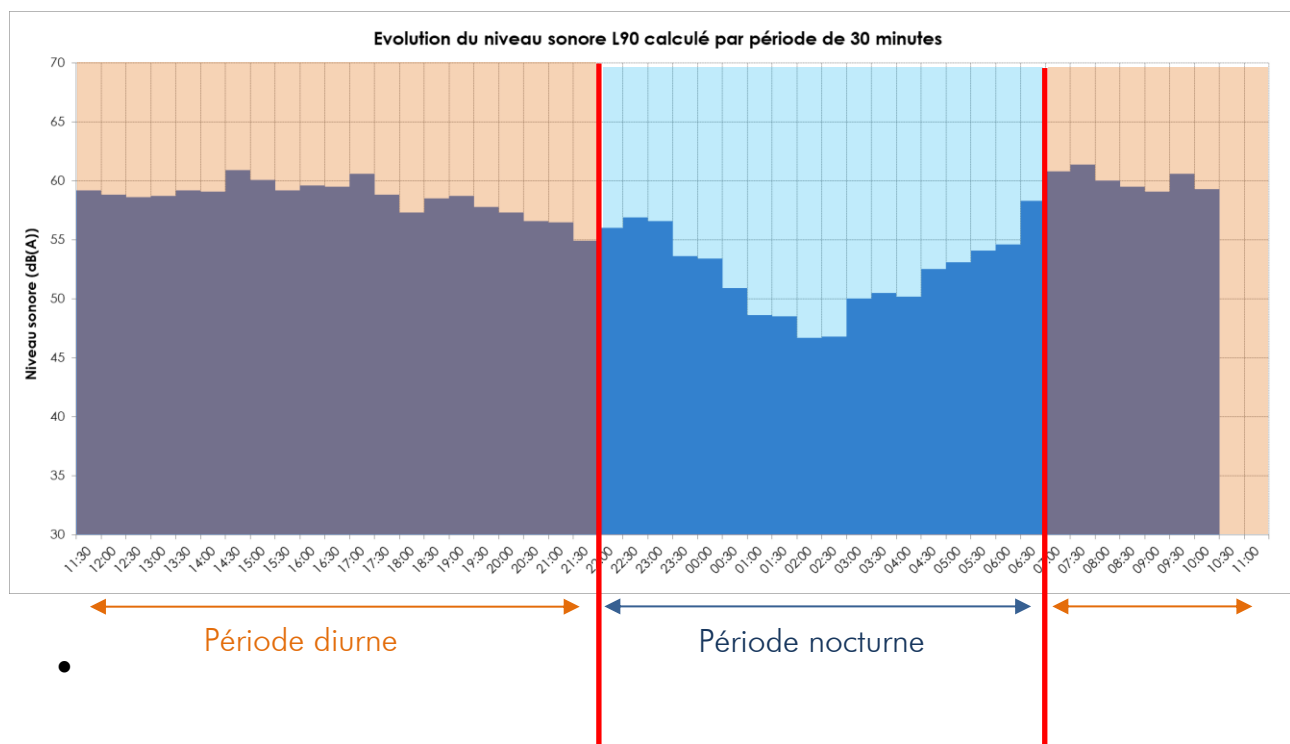
Pour les études relatives à l'impact sonore des équipements du projet, nous préconisons généralement de prendre en compte le niveau de bruit résiduel L90.

7.1.4 Résultats

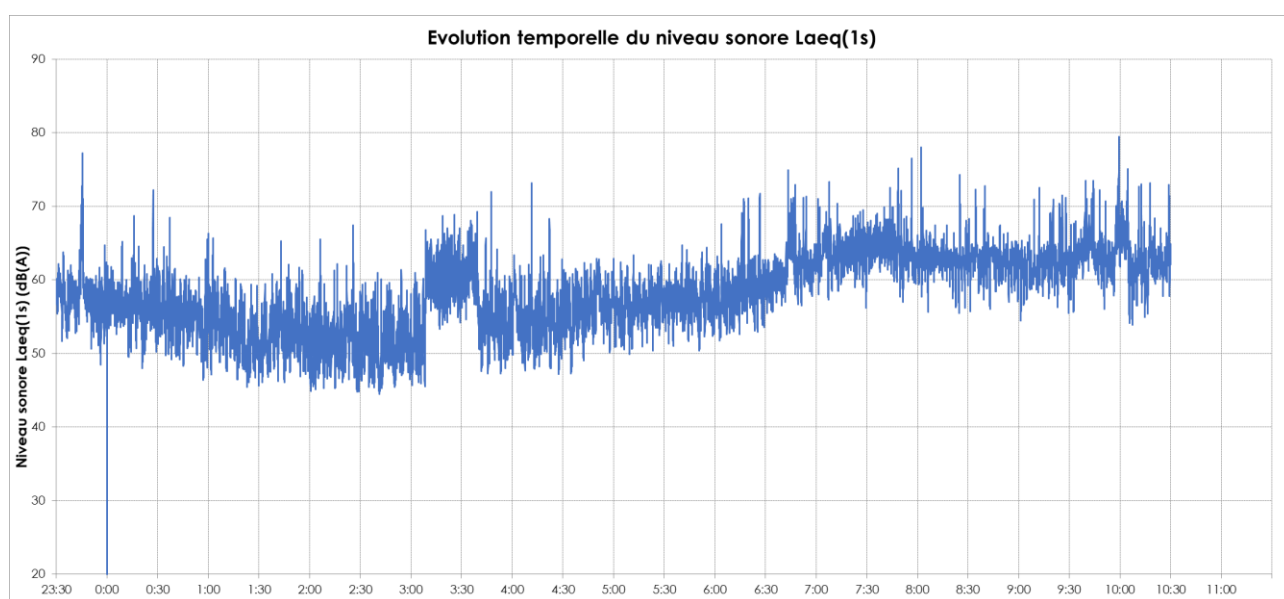
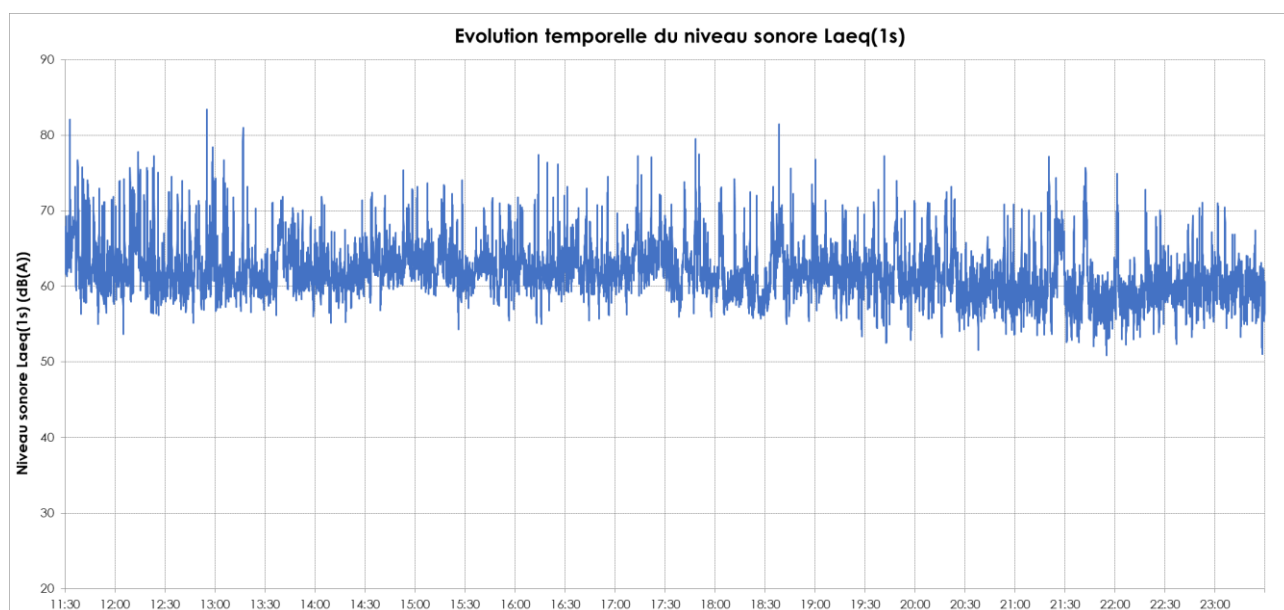
- Niveau de bruit par période de 30 minutes

Début période	Leq	Lmin	Lmax	L95	L90	L50	L10
11:30	66,1	55	82,1	58,3	59,2	62,6	69,3
12:00	66	53,7	77,8	58,1	58,8	62	68,8
12:30	65,2	55,2	83,4	58,1	58,6	61,5	67,9
13:00	63,6	56,6	81	58,2	58,7	61	65,5
13:30	63,8	56	71,9	58,7	59,2	62	67,3
14:00	62,2	55,2	71,9	58,2	59,1	61,3	64,2
14:30	64,3	56,9	75,4	60,2	60,9	62,9	66,4
15:00	64,1	54,3	74,1	59,5	60,1	62,7	66,4
15:30	63,1	55,5	71,7	58,4	59,2	62,3	65
16:00	63,8	55	77,4	58,7	59,6	61,9	66,1
16:30	63,3	55,5	74,5	58,9	59,5	62,1	65,6
17:00	64,6	56,3	77,3	59,8	60,6	63,1	66,6
17:30	64,6	56	79,5	57,6	58,8	61,6	66,9
18:00	61,9	55,8	74,2	56,8	57,3	59,3	64,3
18:30	64,7	55	81,5	57,7	58,5	62,3	66,7
19:00	62,6	53,4	76,8	57,3	58,7	61,9	64,4
19:30	63,1	52,5	77,3	56,4	57,8	61,3	65,6
20:00	63,4	53,3	73,2	56,4	57,3	61,1	66,8
20:30	60,6	51,6	70,9	55,8	56,6	59,7	62,5
21:00	63,5	53,5	77,2	55,8	56,5	60	67,1
21:30	61,3	50,9	75,7	53,8	54,9	58,4	62,3

Début période	Leq	Lmin	Lmax	L95	L90	L50	L10
22:00	61,1	52,3	74,9	54,9	56	59	62,7
22:30	60,5	52,4	71,1	55,9	56,9	59,6	62,3
23:00	60,5	51	71	55,8	56,6	59,8	62,5
23:30	60,1	48,5	77,2	52,6	53,6	57,6	60,5
00:00	57,5	48	72,2	51,3	53,4	56,5	59,6
00:30	56,4	46,4	68,5	49,9	50,9	55	59,1
01:00	54,4	45,4	66,3	47,6	48,6	52,8	57,7
01:30	54,1	45,7	65,3	47,6	48,5	52,3	57,2
02:00	53,1	44,8	67,4	46	46,8	51,3	55,5
02:30	52,9	44,5	61,4	46,1	46,8	51,3	56,1
03:00	59,6	45,5	68,9	48,2	50	58,8	62,3
03:30	59	47,3	72	49,4	50,5	56,1	62,5
04:00	56,1	47,2	73,2	49,3	50,2	54,1	58,7
04:30	57,1	47,3	62,9	51,2	52,5	56,1	59,8
05:00	57,2	49,9	63,4	52	53,1	56,3	59,7
05:30	57,9	50,4	64,7	53	54,1	57,2	60,2
06:00	59,7	51,8	71,7	53,7	54,6	58,5	61,4
06:30	62,5	55,5	74,9	57,5	58,3	61	64,7
07:00	64,1	56,2	73,3	59,8	60,8	63,6	65,9
07:30	64,8	57	76,5	60,6	61,4	64	66,3
08:00	63,6	55,5	78	58,6	60	62,8	64,9
08:30	62,9	55,7	72,8	58,6	59,5	62,8	64,3
09:00	62,7	54,5	72,5	58,1	59,1	61,8	64,2
09:30	64,9	55,6	79,5	59,2	60,6	63,2	67
10:00	63,8	53,9	75,1	57,1	59,3	62,3	66,6



- Evolution temporelle du niveau sonore



- Niveau de bruit mesuré sur les périodes diurne et nocturne entière (moyenne sur toute la période)

Période Diurne (de 07h00 à 22h00)

Indice statistique

Leq	Lmin	Lmax	L95	L90	L50	L10
64	51	83,5	57,5	58	62	66

Spectre de bruit correspondant au niveau L90

Fréquence	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000Hz	Global
Niveau (dB)	59	56	53,5	54	55	50,5	41	26,5	58 dB(A)

Période Nocturne (de 22h00 à 07h00)

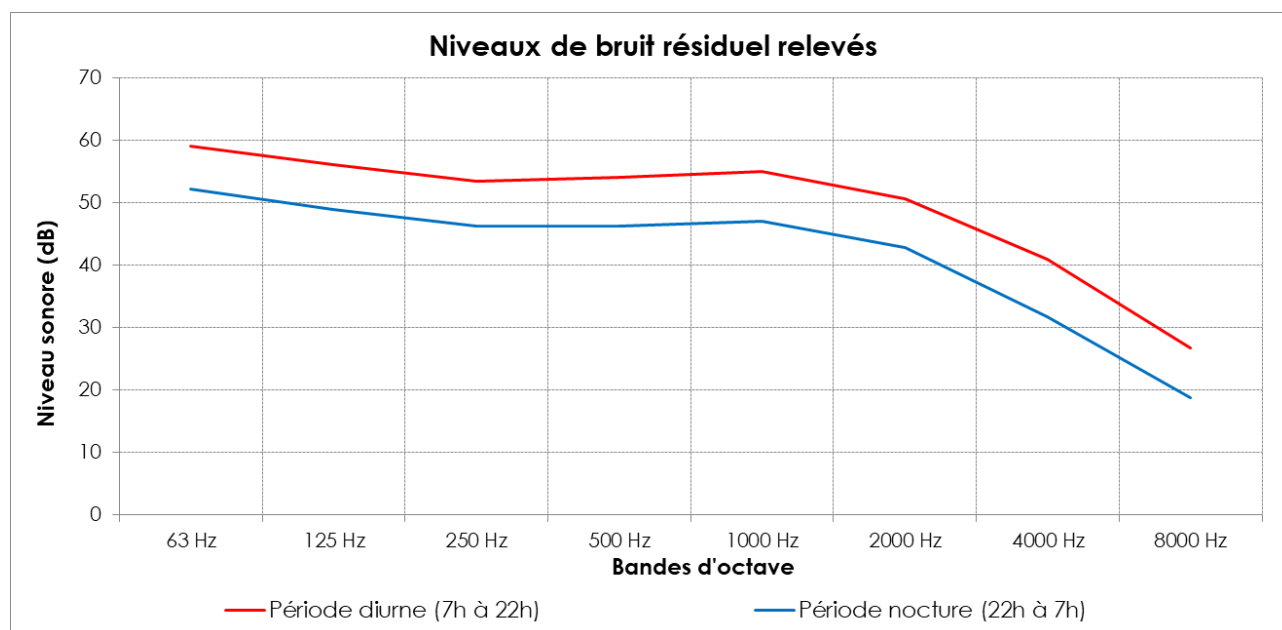
Indice statistique

Leq	Lmin	Lmax	L95	L90	L50	L10
58,5	44,5	77	48,5	50	56,5	61,5

Spectre de bruit correspondant au niveau L90

Fréquence	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000Hz	Global
Niveau (dB)	52	49	46,5	46	47	43	31,5	18,5	50 dB(A)

Spectres des niveaux de bruits résiduels sur les périodes diurne et nocturne complètes



- Niveau de bruit mesuré sur les périodes diurne et nocturne pendant les 30 minutes les plus calmes

Période Diurne (de 21h30 à 22h00)

Indice statistique

Leq	Lmin	Lmax	L95	L90	L50	L10
61,5	51	75,5	54	55	58,5	62,5

Spectre de bruit correspondant au niveau L90

Fréquence	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	Global
Niveau (dB)	55	51,5	49,5	50,5	52	47	36	21,5	55 dB(A)

Période Nocturne (de 02h00 à 02h30)

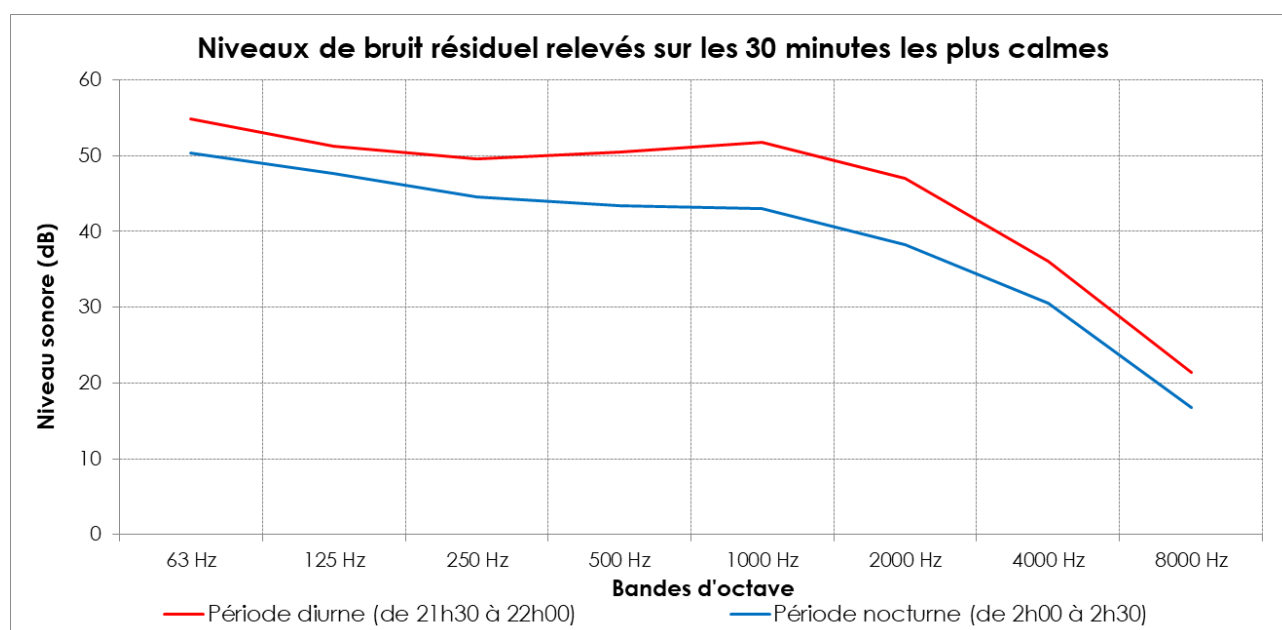
Indice statistique

Leq	Lmin	Lmax	L95	L90	L50	L10
53	45	67,5	46	47	51,5	55,5

Spectre de bruit correspondant au niveau L90

Fréquence	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	Global
Niveau (dB)	50,5	47,5	44,5	43,5	43	38,5	30,5	16,5	47 dB(A)

Spectres des niveaux de bruits résiduels sur les 30 minutes les plus calmes périodes diurne et nocturne



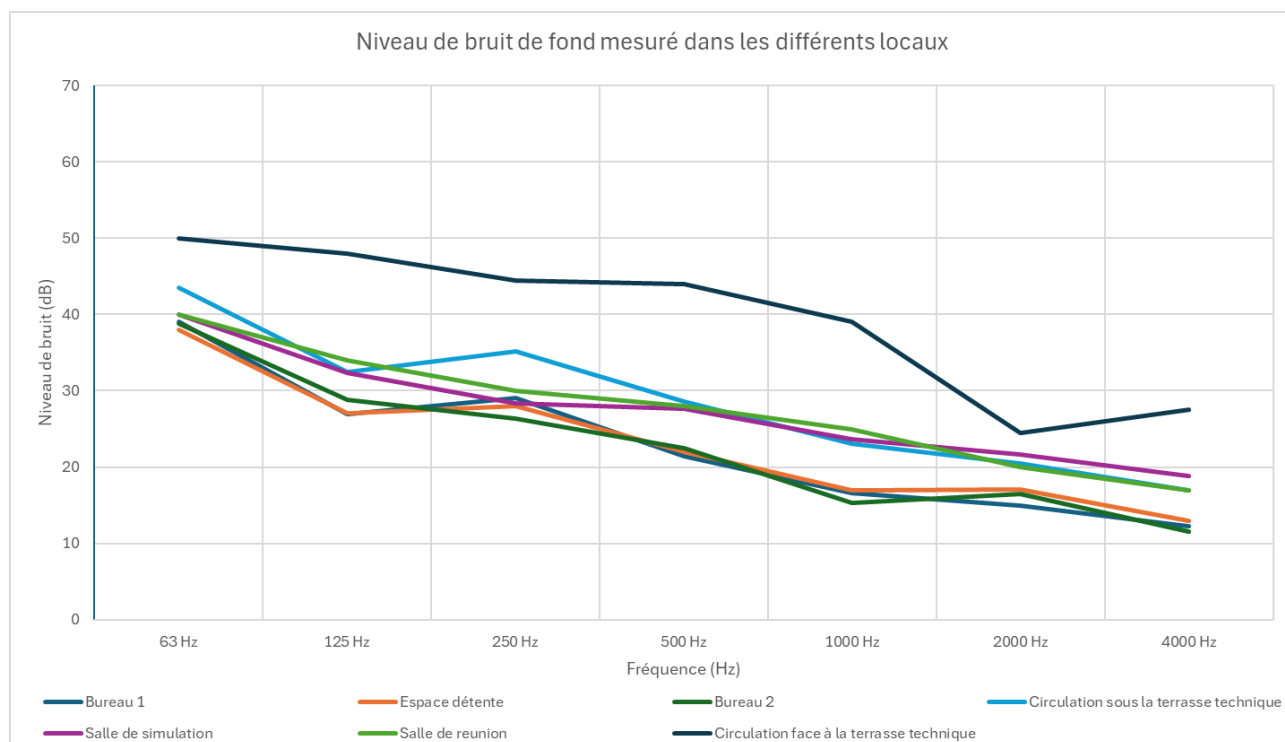
Commentaire : Pour la suite de cette étude, les niveaux de bruit résiduel pris en compte sont les niveau L90 sur les 30 minutes les plus calmes en période diurne et nocturne présentés ci-avant.

7.2 Mesure de bruit de fond dans les locaux

Le niveau de bruit de fond mesuré correspond aux niveaux de bruits d'équipement actuellement perçus dans les différents locaux.

Ces niveaux sont les suivants (en dB) :

Fréquence (Hz)	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	Global dB(A)
Bureau 1	39	27	29	21	16,5	15	12,5	25
Espace détente	38	27	28	22	17	17	13	25
Bureau 2	39	29	26,5	23	15,5	17	11,5	24,5
Circulation sous la terrasse technique	43,5	32,5	35	29	23	21	17	31
Salle de simulation	40	32,5	28,5	28	23,5	22	19	29,5
Salle de reunion	40	34	30	28	25	20	17	30
Circulation face à la terrasse technique	50	48	44,5	44	39	25	27,5	44,5



Commentaire : A l'exception de la circulation face à la terrasse technique relativement bruyante (correspondant à un niveau « courant »), l'ensemble des niveaux de bruit mesurés correspondent à un niveau de bruit d'équipement dit « très performant » selon la norme NF S 31-080.

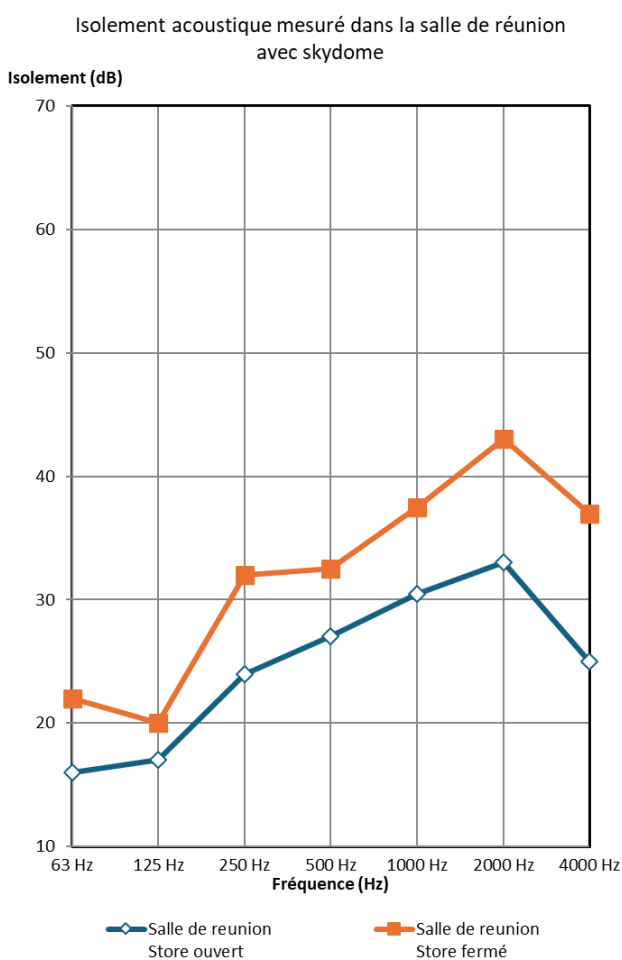
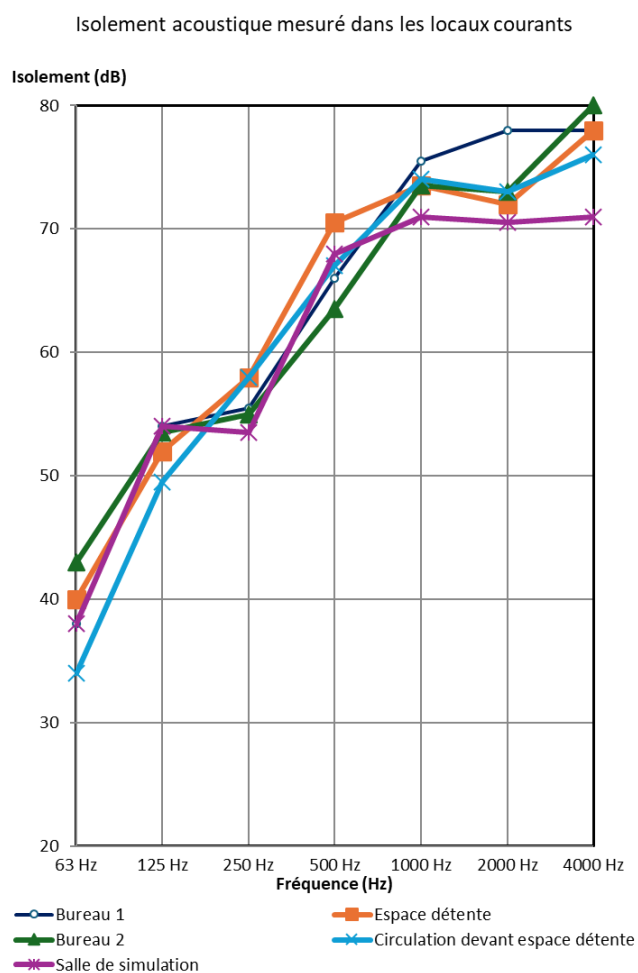
7.3 Isolation acoustique aux bruits aériens vis-à-vis de la toiture

Les résultats de mesures sont présentés dans le tableau ci-dessous.

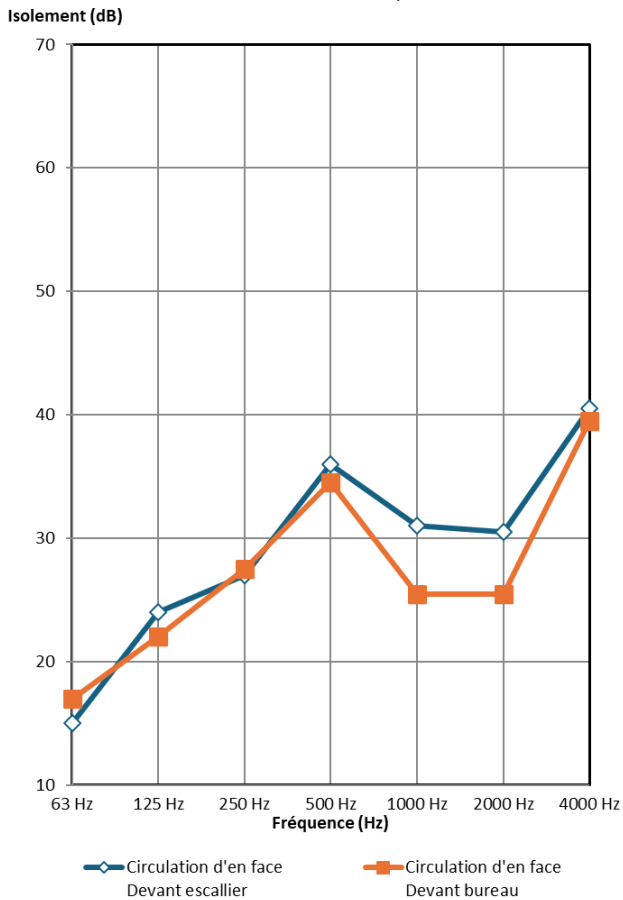
Lieu d'émission	Lieu de réception	Isolement acoustique mesuré (DnTA,tr)
Toiture terrasse	Bureau 1	63 dB
	Espace détente	63 dB
	Bureau 2	62 dB
	Circulation sous la terrasse technique	62 dB
	Salle de simulation	62 dB

Lieu d'émission	Lieu de réception	Isolement acoustique mesuré (DnTA,tr)
Toiture terrasse	Salle de reunion - Store ouvert	26 dB
	Salle de reunion - Store fermé	32 dB
	Circulation face à la terrasse technique – devant l'escalier	30 dB
	Circulation face à la terrasse technique – devant les bureaux	26 dB

Courbes d'isollements correspondantes :



Isolement acoustique mesuré dans la circulation face
à la terrasse technique



Commentaire

Dans les locaux situés directement sous la future terrasse technique, l'isolement acoustique mesuré est relativement proche d'un local à l'autre. Cela s'explique par une composition de couverture identique dans chaque cas.

L'isolation acoustique mesuré dans ces locaux est relativement élevé et correspond à celui pouvant être attendu pour une couverture béton de 20cm avec protection lourde. Nous n'avons pas repéré lors de ces mesures de fuite acoustique limitant les performances acoustiques de la couverture.

La présence de doubles châssis vitrés dans les bureaux participe également à l'obtention d'une bonne isolation acoustique vis-à-vis de l'extérieur.

Dans la salle de réunion, le skydome en toiture réduit considérablement l'isolation acoustique vis-à-vis de l'extérieur passant de 62 dB(DnTA,tr) dans les locaux courants à 26 dB(DnTA,tr) dans cette salle. La mise en place du store permet d'améliorer légèrement la situation en

augmentant l'isolation acoustique mesurée à 32 dB(DnTA,tr). Cet isolement reste néanmoins très faible compte tenu de la puissance acoustique des équipements prévus en toiture.

Enfin concernant les mesures réalisées dans la circulation face à la terrasse technique, l'isolement mesuré est également relativement faible (entre 26 et 30 dB(DnTA,tr)). Cela s'explique par la présence d'un simple châssis vitrée de grande dimension vis-à-vis de l'extérieur.

8 Etude de l'impact sonore des groupes froids

8.1 Hypothèses d'étude

Dans la suite des études, il est d'usage de prendre en compte le cas du fonctionnement le plus défavorable à l'aspect acoustique du projet à savoir un fonctionnement des groupes froids avec une demande de production maximum. Dans cette configuration les deux premiers groupes froids fonctionneraient à pleine capacité et le troisième à 70% de capacité.

Ne disposant pas de donnée sur le niveau de bruit de ces groupes froids en charge partielle, nous prenons en compte un fonctionnement des trois groupes froids à pleine puissance. Le niveau de bruit d'un groupe froid à pleine puissance est indiqué ci-après :

Acoustic data							
Outdoor sound power level				90 dBA			(4)
Outdoor sound pressure level				58 dBA			(3)
Outdoor sound power level at night				90 dBA			(4)
Outdoor sound pressure level at night				58 dBA			(3)
Outdoor Sound spectrum (Lw)	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	8 kHz
	91 dB	88 dB	87 dB	86 dB	82 dB	77 dB	73 dB

Note: Acoustic data for unit at full load in cooling mode, excluding hydraulic module

Nous considérons pour les calculs suivants que le projet ne dégrade pas les performances d'isolation acoustique de la couverture actuelle. **Compte tenu de l'isolation thermique actuelle, cette hypothèse implique :**

- En cas de mise en œuvre d'une isolation thermique type Foamglass ou polyuréthane de conserver la protection lourde en graviers au-dessus de la nouvelle isolation thermique.
- En cas de suppression de la protection lourde, de mettre en œuvre une isolation thermique en laine de roche avec étanchéité bituminée.

Afin de simplifier les calculs à l'intérieur des locaux et de lisser les aléas de mesures, nous avons considéré une moyenne des isolements acoustiques et du niveau de bruit de fond mesurés dans les bureaux.

8.2 Impact sonore sur le voisinage

Ci-après le calcul du niveau de bruit émis par les groupes froids en façade du bâtiment voisin :

Fréquences (Hz)			63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	Niveau global dB(A)
Groupe froid x1	ENTREE		0	0	0	0	0	0	0	
Puissance en dB			90	91	88	87	86	82	77	90,1
	SORTIE		90	91	88	87	86	82	77	90,1
Mise en place de 3 Groupes froids	ENTREE		90	91	88	87	86	82	77	90,1
Terme correctif 3 appareils identiques			4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	
	SORTIE		94,8	95,8	92,8	91,8	90,8	86,8	81,8	94,8
	ENTREE		94,8	95,8	92,8	91,8	90,8	86,8	81,8	94,8
Atténuation distance (dB)	135 m		-47,6	-47,6	-47,6	-47,6	-47,6	-47,6	-47,6	
Angle	0	Atténuation (dB)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
	SORTIE		47,2	48,2	45,2	44,2	43,2	39,2	34,2	47,2

Avec ce niveau de bruit calculé en façade du bâtiment voisin, nous pouvons estimer l'émergence sonore à partir de la mesure de bruit résiduel réalisée sur place :

Fréquence (Hz)	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	Valeur global (en dB(A))
Bruit émis (dB)	47	48	45	44	43	39	34	47
Bruit résiduel (dB)	50,5	47,5	44,5	43,5	43,0	38,5	30,5	47
Bruit ambiant (dB)	52	51	48	47	46	42	35,5	50
Emergence sonore (dB)	2	3,5	3,5	3,5	3	3,5	5	3
Emergence maximum réglementaire (dB)	X	7	7	5	5	5	5	3

Les émergences sonores calculées sont donc conformes aux exigences réglementaires dans le cas le plus défavorable au projet à savoir :

- Un fonctionnement des trois groupes froids en charge maximal,
- Un niveau de bruit résiduel correspondant aux 30 minutes les plus calmes en période nocturne.

8.3 Impact sonore sur les bureaux

8.3.1 Cas courant : bureaux, espaces détente

Calcul du niveau de bruit en terrasse technique au-dessus des bureaux :

Fréquences (Hz)		63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	Niveau global dB(A)
Groupe froid 1	<i>ENTREE</i>	0	0	0	0	0	0	0	
Puissance en dB		90	91	88	87	86	82	77	90,1
	<i>SORTIE</i>	90	91	88	87	86	82	77	90,1
	<i>ENTREE (en dB(A))</i>	90	91	88	87	86	82	77	90,1
Atténuation distance (dB)	1m	-3,0	-3,0	-3,0	-3,0	-3,0	-3,0	-3,0	
	<i>SORTIE (en dB(A))</i>	87,0	88,0	85,0	84,0	83,0	79,0	74,0	87,0
Groupe froid 2	<i>ENTREE</i>	0	0	0	0	0	0	0	
Puissance en dB		90	91	88	87	86	82	77	90,1
	<i>SORTIE</i>	90	91	88	87	86	82	77	90,1
	<i>ENTREE (en dB(A))</i>	90	91	88	87	86	82	77	90,1
Atténuation distance (dB)	2m	-11,0	-11,0	-11,0	-11,0	-11,0	-11,0	-11,0	
	<i>SORTIE (en dB(A))</i>	79,0	80,0	77,0	76,0	75,0	71,0	66,0	79,1
Groupe froid 3	<i>ENTREE</i>	0	0	0	0	0	0	0	
Puissance en dB		90	91	88	87	86	82	77	90,1
	<i>SORTIE</i>	90	91	88	87	86	82	77	90,1
	<i>ENTREE (en dB(A))</i>	90	91	88	87	86	82	77	90,1
Atténuation distance (dB)	2m	-11,0	-11,0	-11,0	-11,0	-11,0	-11,0	-11,0	
	<i>SORTIE (en dB(A))</i>	79,0	80,0	77,0	76,0	75,0	71,0	66,0	79,1
Cumul du bruit des trois groupes froids		88,2	89,2	86,2	85,2	84,2	80,2	75,2	88,2

Calcul du niveau de bruit dans les bureaux :

Fréquences (Hz)	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	Niveau global dB(A)
Bruit des groupes froids en terrasse technique	88,2	89,2	86,2	85,2	84,2	80,2	75,2	88,2
Isolation toiture <i>ENTREE</i>	88,2	89,2	86,2	85,2	84,2	80,2	75,2	88,2
Atténuation en dB (moyenne des mesures)	38,5	52,5	56	67	73,5	73,5	76,5	
<i>SORTIE</i>	49,7	36,7	30,2	18,2	10,7	6,7	0	27,3

Fréquence (Hz)	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	Valeur global (en dB(A))
Bruit émis par les Groupes froids (dB)	49,5	36,5	30	18	10,5	6,5	0	27,5
Bruit de fond existant (moyenne)	38,5	27,5	28	22	16,5	16	12,5	25
Bruit ambiant (dB)	50	37	32	23,5	17,5	16,5	12,5	29
Emergence sonore (dB)	11,5	9,5	4	1,5	1	0,5	0	4

Commentaire : D'après les calculs réalisés ci-avant, l'ajout des groupes froids en couverture entraînerait une augmentation du niveau de bruit dans les basses fréquences dans les bureaux, notamment à 63 Hz et 125 Hz avec une augmentation de l'ordre de 10 dB.

Cette augmentation se répercute également sur le niveau de bruit global avec 4 dB supplémentaires passant ainsi de 25 dB(A) à 29 dB(A).

Bien que supérieur au niveau existant, ce niveau de bruit reste faible et largement inférieur au niveau maximum admissible pour le niveau « très performant » définie par la norme NF S 31-080.

Nous avons également réalisé ce calcul pour un fonctionnement d'un seul ou de 2 groupes froids simultanément à pleine puissance (en considérant que le groupe en fonctionnement est situé directement au-dessus du bureau. Ce fonctionnement partiel ne permet de diminuer le niveau de bruit dans les bureaux d'environ 1dB que ce soit en niveau global ou dans les basses fréquences.

8.3.2 Circulation sous la terrasse technique

Calcul du niveau de bruit en terrasse technique au-dessus de la circulation : Identique au calcul dans les bureaux.

Calcul du niveau de bruit dans la circulation :

Fréquences (Hz)	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	Niveau global dB(A)
Bruit des groupes froids en terrasse technique	88,2	89,2	86,2	85,2	84,2	80,2	75,2	88,2
Isolation toiture ENTREE	88,2	89,2	86,2	85,2	84,2	80,2	75,2	88,2
Atténuation en dB (moyenne des mesures)	38,5	52,5	56	67	73,5	73,5	76,5	
SORTIE	49,7	36,7	30,2	18,2	10,7	6,7	0	
								27,3

Fréquence (Hz)	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	Valeur global (en dB(A))
Bruit émis par les Groupes froids (dB)	49,5	36,5	30	18	10,5	6,5	0	27,5
Bruit de fond existant dans la circulation (dB)	43,5	32,5	35	28,5	23	20,5	17	31
Bruit ambiant (dB)	50,5	38	36,5	29	23,5	20,5	17	32,5
Emergence sonore (dB)	7	5,5	1,5	0,5	0,5	0	0	1,5

Commentaire : Dans la circulation, le niveau de bruit de fond actuel est plus important que dans les bureaux.

D'après ce calcul, le niveau de bruit global dans la circulation après mise en œuvre des groupes froids sera légèrement plus élevé à celui existant avec seulement une augmentation de 1,5 dB et une hausse de 5 à 7 dB dans les basses fréquences.

Ce niveau de bruit reste conforme au niveau « très performant » de la norme NF S 31-080.

Ce résultat est néanmoins à nuancer à proximité immédiate de la cage d'escalier. En effet le skydome de désenfumage de la cage d'escalier introduit une voie de transmission importante entre la terrasse technique et la circulation, d'autant plus que ce skydome est situé à proximité d'un des groupes en toiture.

Afin de limiter le niveau de bruit dans la cage d'escalier, nous conseillons de remplacer ce skydome par un modèle disposant d'un affaiblissement acoustique plus important.

8.3.3 Salle de simulation

Calcul du niveau de bruit en terrasse technique au-dessus de la salle de simulation :

Fréquences (Hz)		63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	Niveau global dB(A)
Groupe froid 1	<i>ENTREE</i>	0	0	0	0	0	0	0	
Puissance en dB		90	91	88	87	86	82	77	90,1
	<i>SORTIE</i>	90	91	88	87	86	82	77	90,1
	<i>ENTREE (en dB(A))</i>	90	91	88	87	86	82	77	90,1
Atténuation distance (dB)	10m	-25,0	-25,0	-25,0	-25,0	-25,0	-25,0	-25,0	
	<i>SORTIE (en dB(A))</i>	65,0	66,0	63,0	62,0	61,0	57,0	52,0	65,2
Groupe froid 2	<i>ENTREE</i>	0	0	0	0	0	0	0	
Puissance en dB		90	91	88	87	86	82	77	90,1
	<i>SORTIE</i>	90	91	88	87	86	82	77	90,1
	<i>ENTREE (en dB(A))</i>	90	91	88	87	86	82	77	90,1
Atténuation distance (dB)	14m	-27,9	-27,9	-27,9	-27,9	-27,9	-27,9	-27,9	
	<i>SORTIE (en dB(A))</i>	62,1	63,1	60,1	59,1	58,1	54,1	49,1	62,2
Groupe froid 3	<i>ENTREE</i>	0	0	0	0	0	0	0	
Puissance en dB		90	91	88	87	86	82	77	90,1
	<i>SORTIE</i>	90	91	88	87	86	82	77	90,1
	<i>ENTREE (en dB(A))</i>	90	91	88	87	86	82	77	90,1
Atténuation distance (dB)	18m	-30,1	-30,1	-30,1	-30,1	-30,1	-30,1	-30,1	
	<i>SORTIE (en dB(A))</i>	59,9	60,9	57,9	56,9	55,9	51,9	46,9	60,1
Cumul du bruit des trois groupes froids		67,6	68,6	65,6	64,6	63,6	59,6	54,6	67,8

Calcul du niveau de bruit dans la salle de simulation :

Fréquences (Hz)	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	Niveau global dB(A)
Bruit des groupes froids en terrasse technique	67,6	68,6	65,6	64,6	63,6	59,6	54,6	67,8
Isolation toiture <i>ENTREE</i>	67,6	68,6	65,6	64,6	63,6	59,6	54,6	67,8
Atténuation en dB	38,5	52,5	56	67	73,5	73,5	76,5	
<i>SORTIE</i>	29,1	16,1	9,6	0	0	0	0	6,7

Fréquence (Hz)	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	Valeur global (en dB(A))
Bruit émis par les Groupes froids (dB)	29	16	9,5	0	0	0	0	6,5
Bruit de fond existant dans la salle de simulation (dB)	40	32,5	28,5	27,5	23,5	21,5	19	30
Bruit ambiant (dB)	40,5	32,5	28,5	27,5	23,5	21,5	19	30
Emergence sonore (dB)	0,5	0	0	0	0	0	0	0

Commentaire : D'après les calculs réalisés ci-avant, compte tenu de la distance entre les groupes froids et la salle de simulation, l'ajout des groupes froids en toiture n'aura pas d'impact sur cette salle.

8.3.4 Salle de réunion

Calcul du niveau de bruit en terrasse technique au-dessus de la salle de réunion :

Fréquences (Hz)	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	Niveau global dB(A)
Groupe froid 1 <i>ENTREE</i>	0	0	0	0	0	0	0	
Puissance en dB	90	91	88	87	86	82	77	90,1
<i>SORTIE</i>	90	91	88	87	86	82	77	90,1
<i>ENTREE (en dB(A))</i>	90	91	88	87	86	82	77	90,1
Atténuation distance (dB) 16m	-29,1	-29,1	-29,1	-29,1	-29,1	-29,1	-29,1	
<i>SORTIE (en dB(A))</i>	60,9	61,9	58,9	57,9	56,9	52,9	47,9	61,1
Groupe froid 2 <i>ENTREE</i>	0	0	0	0	0	0	0	
Puissance en dB	90	91	88	87	86	82	77	90,1

		SORTIE	90	91	88	87	86	82	77	90,1
		ENTREE (en dB(A))	90	91	88	87	86	82	77	90,1
Atténuation distance (dB)	20m		-31	-31	-31	-31	-31	-31	-31	
		SORTIE (en dB(A))	59,0	60,0	57,0	56,0	55,0	51,0	46,0	59,1
Groupe froid 3	ENTREE		0	0	0	0	0	0	0	
Puissance en dB			90	91	88	87	86	82	77	90,1
		SORTIE	90	91	88	87	86	82	77	90,1
		ENTREE (en dB(A))	90	91	88	87	86	82	77	90,1
Atténuation distance (dB)	24m		-32,6	-32,6	-32,6	-32,6	-32,6	-32,6	-32,6	
		SORTIE (en dB(A))	57,4	58,4	55,4	54,4	53,4	49,4	44,4	57,6
Cumul du bruit des trois groupes froids			64,1	65,1	62,1	61,1	60,1	56,1	51,1	64,3

Calcul du niveau de bruit dans la salle de réunion :

Fréquences (Hz)	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	Niveau global dB(A)
Bruit des groupes froids en terrasse technique	64,1	65,1	62,1	61,1	60,1	56,1	51,1	64,3
Isolation toiture ENTREE	67,6	68,6	65,6	64,6	63,6	59,6	54,6	67,8
Atténuation en dB	16	17	24	27	30,5	33	25	
SORTIE	48,1	48,1	38,1	34,1	29,6	23,1	26,1	37,5

Fréquence (Hz)	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	Valeur global (en dB(A))
Bruit émis par les Groupes froids (dB)	48	48	38	34	29,5	23	26	37,5
Bruit de fond existant dans la salle de réunion (dB)	40	34	30	28	25	20	17	30
Bruit ambiant (dB)	49	48,5	39	35	31	25	26,5	38
Emergence sonore (dB)	9	14,5	9	7	6	5	9,5	8

Commentaire : Dans la salle de réunion équipé d'un skydome en toiture, la mise en place des groupes froids entraîne une dégradation du niveau de bruit dans la salle avec une augmentation de l'ordre de 8dB sur le niveau global et une augmentation du bruit dans toutes les bandes de fréquences et principalement à 125 Hz avec une augmentation de l'ordre de 15dB par rapport au niveau actuel.

Ce niveau de bruit correspondrait à la limite entre le niveau courant et le niveau performant de la norme NF S 31-080.

Nous conseillons de remplacer le skydome pour mise en place d'un exutoire acoustique voir de le condamner pour reconstituer le complexe de couverture pour limiter l'impact sonore des équipements techniques dans cette pièce.

8.3.5 Circulation face à la terrasse technique

Calcul du niveau de bruit devant la façade vitrée de la circulation (extérieur) :

Fréquences (Hz)		63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	Niveau global dB(A)
Groupe froid 1	<i>ENTREE</i>	0	0	0	0	0	0	0	
Puissance en dB		90	91	88	87	86	82	77	90,1
	<i>SORTIE</i>	90	91	88	87	86	82	77	90,1
	<i>ENTREE (en dB(A))</i>	90	91	88	87	86	82	77	90,1
Atténuation distance (dB)	12m	-26,6	-26,6	-26,6	-26,6	-26,6	-26,6	-26,6	
	<i>SORTIE (en dB(A))</i>	63,4	64,4	61,4	60,4	59,4	55,4	50,4	63,6
Groupe froid 2	<i>ENTREE</i>	0	0	0	0	0	0	0	
Puissance en dB		90	91	88	87	86	82	77	90,1
	<i>SORTIE</i>	90	91	88	87	86	82	77	90,1
	<i>ENTREE (en dB(A))</i>	90	91	88	87	86	82	77	90,1
Atténuation distance (dB)	12m	-26,6	-26,6	-26,6	-26,6	-26,6	-26,6	-26,6	
	<i>SORTIE (en dB(A))</i>	63,4	64,4	61,4	60,4	59,4	55,4	50,4	63,6
Groupe froid 3	<i>ENTREE</i>	0	0	0	0	0	0	0	
Puissance en dB		90	91	88	87	86	82	77	90,1
	<i>SORTIE</i>	90	91	88	87	86	82	77	90,1
	<i>ENTREE (en dB(A))</i>	90	91	88	87	86	82	77	90,1
Atténuation distance (dB)	12m	-26,6	-26,6	-26,6	-26,6	-26,6	-26,6	-26,6	
	<i>SORTIE (en dB(A))</i>	63,4	64,4	61,4	60,4	59,4	55,4	50,4	63,6
Cumul du bruit des trois groupes froids		68,2	69,2	66,2	65,2	64,2	60,2	55,2	68,4

Calcul du niveau de bruit dans la circulation :

Fréquences (Hz)	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	Niveau global dB(A)
Bruit des groupes froids en terrasse technique	68,2	69,2	66,2	65,2	64,2	60,2	55,2	68,4
Isolation façade <i>ENTREE</i>	68,2	69,2	66,2	65,2	64,2	60,2	55,2	68,4
Atténuation en dB (moyenne)	16	23	27,3	35,3	28,3	28	40	
<i>SORTIE</i>	52,2	46,2	39,0	30,0	36,0	32,2	15,2	39,6

Fréquence (Hz)	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	Valeur global (en dB(A))
Bruit émis par les Groupes froids (dB)	52	46	39	30	36	32	15	39,5
Bruit de fond existant dans la circulation (dB)	50	48	44,5	44	39	24,5	27,5	44,5
Bruit ambiant (dB)	54,5	50	45,5	44	41	33	27,5	45,5
Emergence sonore (dB)	4,5	2	1	0	2	8,5	0	1

Commentaire : Bien que l'isolement de la façade vitrée de la circulation ne soit pas très élevé, le niveau de bruit de fond déjà important dans cette circulation permet de limiter l'impact sonore des groupes froids dans cet espace.

Nous notons une augmentation relativement importante du niveau de bruit à 2000 Hz (+8,5 dB par rapport à l'existant) dû à une faiblesse dans l'isolement acoustique de la façade (provenant probablement de la fréquence critique du vitrage existant).

A noter, le niveau de bruit calculé dépasse légèrement le niveau courant de la norme bureau NF S 31-080 pour les circulations.

Il est possible que l'impact sonore des groupes froid soit plus important dans les circulations des autres étages dans le cas où le niveau de bruit de fond actuel dans ces circulations serait moins important.

9 Conclusion

Les mesures de diagnostic réalisées et les calculs de l'impact sonore des équipements techniques qui en découlent tendent à montrer que l'installation des groupes froids en toiture du bâtiment entraînerait une légère dégradation des niveaux de bruit dans les locaux situés en dessous.

Ces calculs ont été réalisés en prenant en compte le fait que l'affaiblissement acoustique du complexe de couverture n'est pas dégradé par le projet actuel. Cela implique soit :

- En cas de mise en œuvre d'une isolation thermique type Foamglass ou polyuréthane de conserver la protection lourde en graviers au-dessus de la nouvelle isolation thermique.
- En cas de suppression de la protection lourde, de mettre en œuvre une isolation thermique en laine de roche avec étanchéité bituminée pour compenser la perte de la masse de la protection lourde.

Dans les bureaux et espaces associées directement en dessous de la terrasse technique ainsi que pour la salle de simulation, cette dégradation reste maîtrisée avec une estimation du niveau de bruit global de l'ordre de 29 à 30 dB(A) (contre 25 dB(A) en moyenne actuellement) restant de fait dans des niveaux de bruit considéré comme « très performant » par la norme NF S 31-080.

Nota : En cas de fonctionnement d'un seul groupe froid le niveau de bruit calculé dans les locaux situés directement au-dessous est de l'ordre de 28 à 29 dB(A) soit 1dB de moins qu'avec un fonctionnement des trois groupes froids simultanés.

Dans la salle de réunion équipé d'un skydome, cette dégradation serait plus importante et nécessite selon nous a minima le remplacement du skydome actuel voir sa suppression complète.

Dans la circulation face à la terrasse technique, le niveau de bruit actuel correspond au niveau « courant » de cette norme. Ce niveau de bruit est relativement important mais la mise en place des groupes froids n'entraînera pas de forte modification dans celle-ci.

Sur le voisinage, les émergences sonores calculés respectent les émergences règlementaires

Il est important de prendre en compte que ces calculs ne concernent que les niveaux de bruit aériens des groupes froids et ne dispense pas de réaliser une isolation antivibratoire des différents équipement mis en œuvre sur la terrasse technique pour éviter les transmissions de vibration à la structure du bâtiment.