



VENATHEC ÎLE DE FRANCE

27 avenue Saint-Mandé

75012 PARIS 12

Tél : 01 45 23 56 57

**Création de halls de montage d'aimants
Bâtiment T5 – Synchrotron SOLEIL
Saint-Aubin (91)
25-25-60-02287-02-A-NFE**

Votre interlocuteur VENATHEC

Nacim FETTEM

Ingénieur acousticien

n.fettem@venathec.com

06 16 77 06 38

SYNCHROTRON SOLEIL

L'Orme des Merisiers - Départementale 128 -
91190 Saint-Aubin

NOTICE ACOUSTIQUE ET VIBRATOIRE PRO-DCE

Acoustique et Vibration

venathec.com



Maître d'Ouvrage	
Raison Sociale	SYNCHROTRON SOLEIL
Adresse	L'Orme des Merisiers - Départementale 128 91190 Saint-Aubin

Maître d'Œuvre	
Raison Sociale	IDEONEIS
Adresse	12 rue Albert Einstein - 77420 Champs sur Marne
Interlocuteur	Manon COUVREUR
Fonction	Responsable du département Ingénierie
Téléphone	06 86 24 48 45
Courriel	m.couvreur@idoneis.fr

Diffusion	
Version	A
Date	30 avril 2026

Rédacteur Nacim FETTEM


Relecteur Tanguy LEGAY


La diffusion ou la reproduction de ce document n'est autorisée que sous la forme d'un fac-similé comprenant 71 pages. Rédigé par Nacim FETTEM, transmis le 30/04/2026.

Table des matières

1	INTRODUCTION.....	5
1.1	Objet du document	5
1.2	Contenu du présent document.....	5
1.3	Présentation du projet et principaux enjeux acoustiques.....	6
1.4	Programme acoustique et vibratoire de l'opération.....	9
2	CONTEXTE REGLEMENTAIRE, NORMATIF ET PROGRAMMATIQUE	10
2.1	Préambule	10
2.2	Réglementation	10
2.3	Normes.....	11
3	OBJECTIFS ACOUSTIQUES ET VIBRATOIRES.....	12
3.1	Préambule	12
3.2	Objectifs vibratoires	12
3.3	Isolement aux bruits aériens entre locaux	14
3.4	Niveaux de bruit des équipements techniques dans l'environnement extérieur	15
4	SYNTHESE DES RESULTATS DES MESURES ACOUSTIQUES ET VIBRATOIRE REALISEES	16
4.1	Préambule	16
4.2	Diagnostic visuel	16
4.3	Mesures acoustiques.....	17
4.4	Mesures vibratoires.....	19
5	ETUDE DE L'IMPACT ACOUSTIQUE DES EQUIPEMENTS TECHNIQUES SUR LE VOISINAGE	29
5.1	Introduction	29
5.2	Identification du voisinage sensible	29
5.3	Equipements techniques bruyants	30
5.4	Etude d'impact acoustique du projet	31
5.5	Conclusion.....	38
6	DESCRIPTIF ACOUSTIQUE PAR LOT	39
6.1	LOT 01 : GROS-ŒUVRE.....	39
6.2	LOT 02 : ETANCHEITE	41
6.3	LOT 03 : METALLERIE – SERRURERIE.....	42
6.4	LOT 04 : CLOISONS – DOUBLAGES	45
6.5	LOT 05 : MENUISERIES INTERIEURES	49
6.6	LOT 05 : CVC.....	50
6.7	LOT 06 : PLOMBERIE	54
6.8	LOT 07 : ELECTRICITE.....	56
7	NOTES A DESTINATION DES ENTREPRISES	58

7.1	Engagement des entreprises.....	58
7.2	Justification des performances acoustiques avant travaux	59
7.3	Limitation du bruit et des vibrations émises lors des travaux	61
7.4	Vérification des performances acoustiques in situ	62
7.5	Limites de la réglementation.....	64
8	ANNEXES	65

1 INTRODUCTION

1.1 Objet du document

Le présent document a pour objet de définir et préciser les objectifs et exigences acoustiques et vibratoires relatifs au projet d'aménagement de deux halls de montage dans le bâtiment existant T5 du site Synchrotron SOLEIL à Saint-Aubin (91).

Cette notice acoustique et vibratoire PRO-DCE est un document contractuel au même titre que les autres pièces du marché.

Elle se décompose en deux parties principales :

- La partie « Objectifs acoustiques et vibratoires » qui présente les exigences acoustiques et vibratoires à satisfaire in fine, une fois les travaux réalisés. Ces exigences découlent de la réglementation acoustique et vibratoire applicable, du programme de l'opération et des critères de confort usuellement pratiqués pour ce type d'établissement ;
- La partie « Descriptif acoustique et vibratoire », formulée par lot, qui décrit les performances acoustiques et vibratoires minimales des produits et systèmes à mettre en œuvre, ainsi que leur constitution-type et certaines précautions de mise en œuvre, en vue d'atteindre les exigences fixées.

1.2 Contenu du présent document

La présente notice acoustique et vibratoire est le document de référence concernant les objectifs acoustiques et vibratoires à atteindre sur l'opération, et les performances acoustiques et vibratoires des matériaux et systèmes à mettre en œuvre.

Les objectifs acoustiques et vibratoires à atteindre sont contractuels : ce sont des obligations de résultat. Ils résultent d'une synthèse des exigences réglementaires, normatives, programmatiques, et du confort d'usage visé sur l'opération.

Sur les performances acoustiques et vibratoires des ouvrages, la notice acoustique et vibratoire prime en cas de contradiction avec les autres pièces écrites ou graphiques du marché.

En cas d'exigence acoustique et vibratoire différente entre différents textes réglementaires, normes, cahier de charges, ou pièces du marché, la performance acoustique et vibratoire maximale sera retenue, sauf avis contraire de l'acousticien de la maîtrise d'œuvre.

Les entreprises prendront également connaissance des informations listées au chapitre 7 reprenant notamment :

- Les engagements des entreprises à respecter sur les éléments d'ordre acoustique et vibratoire
- Les éléments à considérer pour la justification des performances acoustiques et vibratoires avant travaux
- Les dispositions à prendre pour la limitation du bruit et des vibrations émises lors des travaux
- La vérification des performances acoustiques et vibratoires in situ
- Les limites de la réglementation

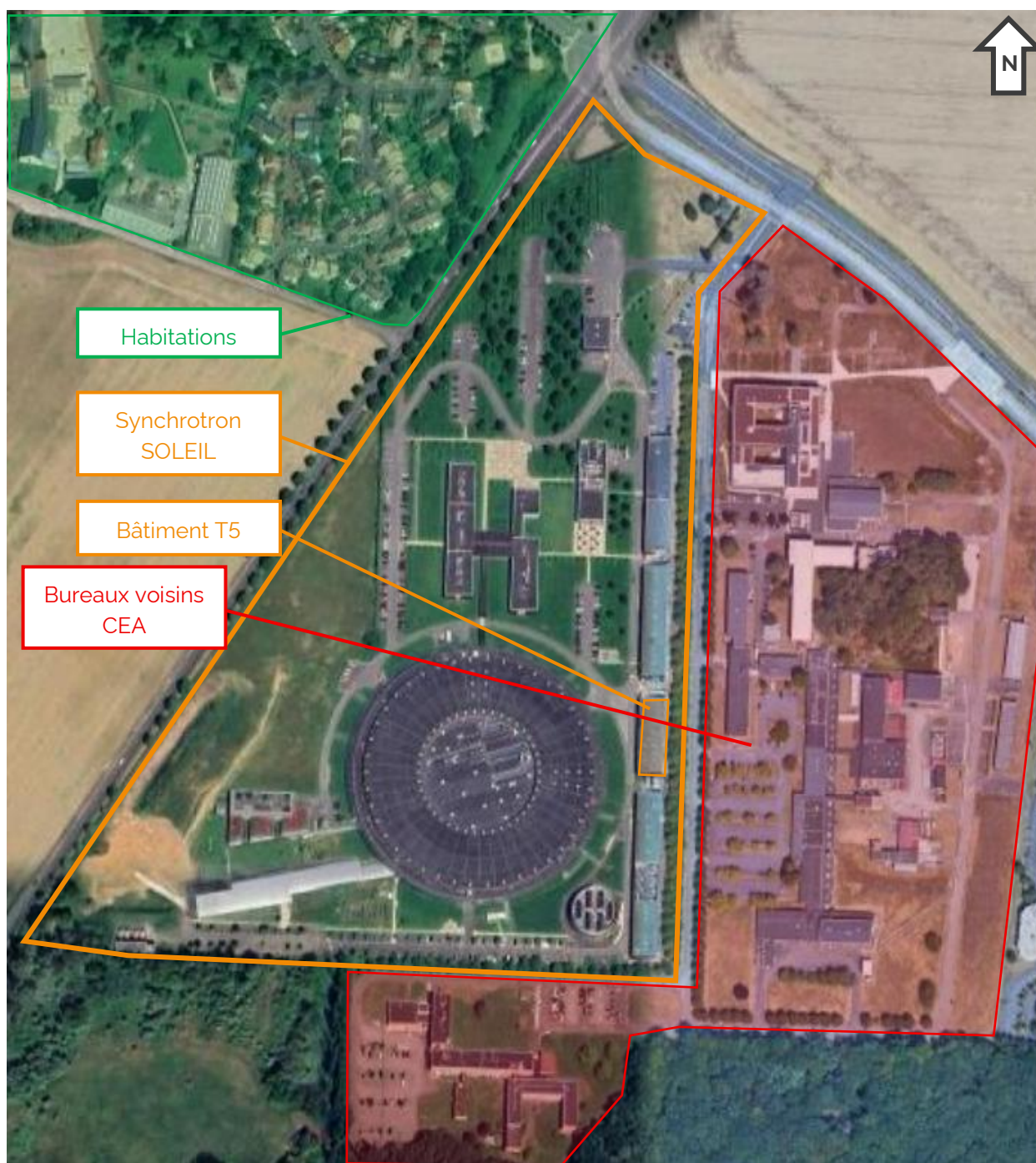
1.3 Présentation du projet et principaux enjeux acoustiques

Le site Synchrotron SOLEIL, situé à Saint-Aubin (91), prévoit dans le cadre de l'upgrade de l'accélérateur du synchrotron appelé SOLEIL II, l'aménagement des bâtiments T1 et T5 pour la création d'un atelier de montage d'aimants et un atelier de montage de poutrelles.

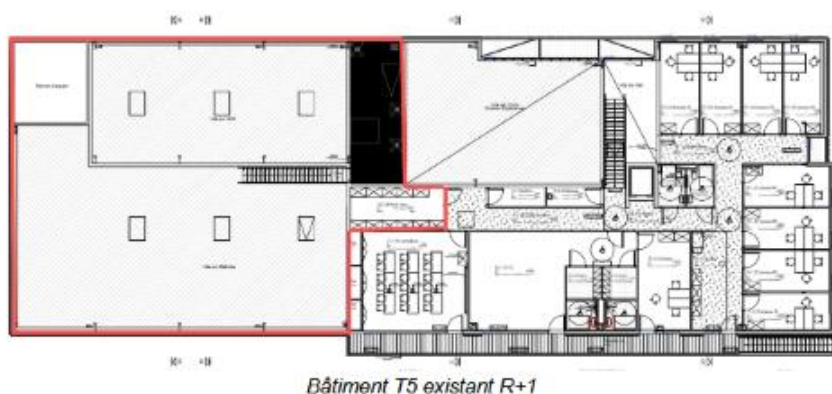
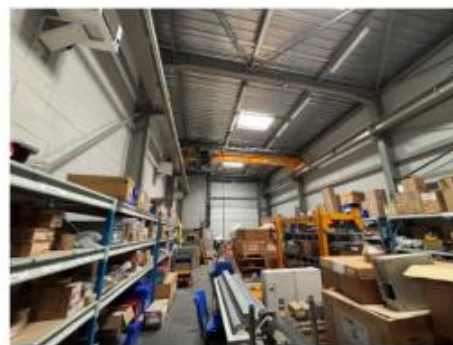
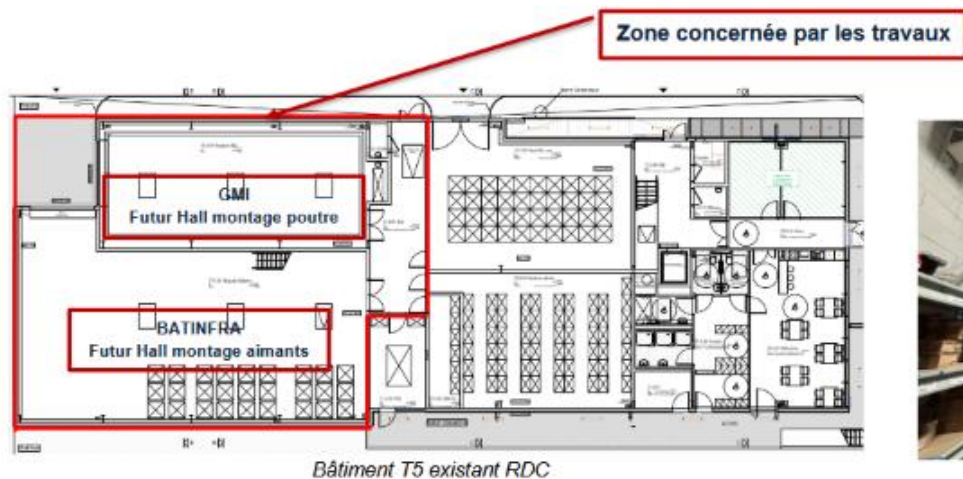
Le bâtiment T1 sera transformé en zone de stockage et n'est pas concerné par les enjeux acoustiques et vibratoires.

Le bâtiment T5 comprend actuellement des locaux de stockage, bureaux, salle de réunion, locaux techniques et vestiaires. Les locaux de stockage seront réaménagés pour créer les deux halls de montage. Aucuns travaux ne seront réalisés dans le reste du bâtiment.

Les illustrations ci-dessous permettent de visualiser le site dans son environnement et le périmètre de l'étude.



Localisation du site dans son environnement

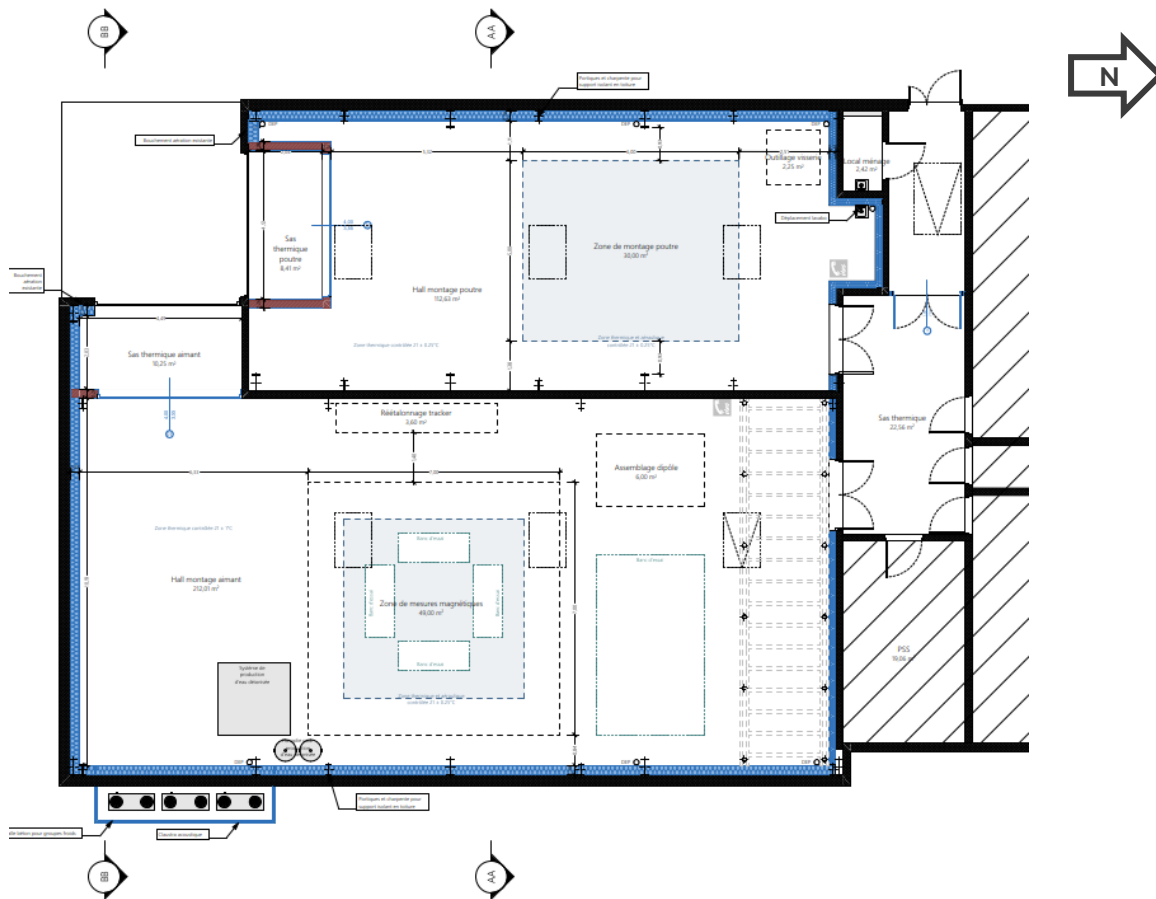


Le projet prévoit la réalisation des travaux suivants :

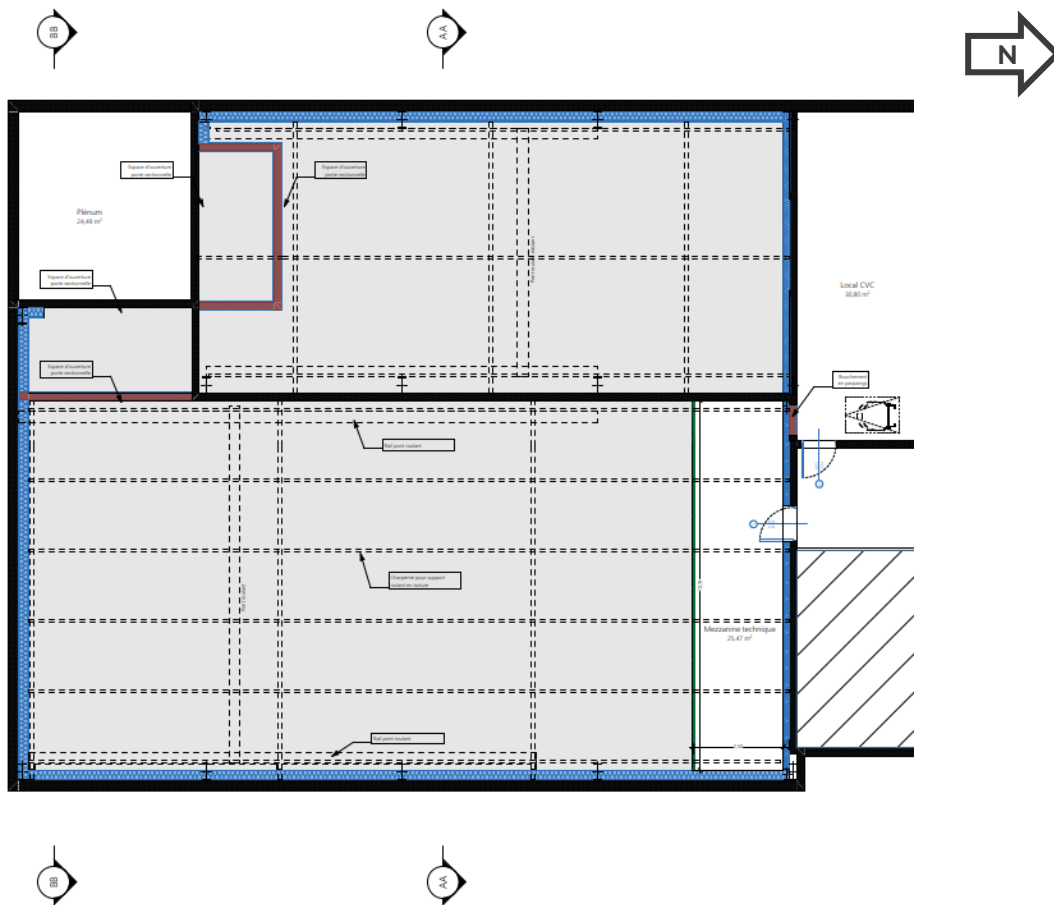
- Isolation thermique intérieure des façades métalliques des halls de montage par la réalisation d'une contre-cloison ;
- Isolation thermique de la toiture métallique des halls de montage par l'ajout d'un isolant en polyuréthane ;
- Création d'un SAS thermique pour accéder aux halls de montage ;
- Ajout d'un pont roulant dans le hall de montage aimant (un pont roulant est déjà présent dans le hall de montage poutre).
- Installation de 2 CTA à l'intérieur du bâtiment :
 - CTA du hall de montage poutre située au-dessus du SAS thermique ;
 - CTA du hall de montage aimant située au-dessus du SAS thermique ;
 - Des cloisons seront réalisées autour des CTA ;
- Installation de 3 groupes froids à l'extérieur du bâtiment, en façade Est.

Aucune modification du sol (plancher béton) n'est prévue dans le cadre du projet.

Les plans page suivante permettent de visualiser l'étendue des travaux :



Plan d'aménagement RdC



Plan d'aménagement Mezzanine

Les sources sonores présentes sur le site sont :

- Activité du site Synchrotron (équipements techniques et passages de véhicule) ;
- Activité du site CEA (équipements techniques et passages de véhicule) ;
- Trafic aérien ;

Les sources vibratoires présentes sur site pouvant impacter le fonctionnement des halls de montage sont :

- Activité du site Synchrotron (équipements techniques et passages de véhicule) ;
- Marche des opérateurs sur la dalle des halls de montage ;
- Passages de chariot sur la dalle des halls de montage ;
- Pont roulant.

1.4 Programme acoustique et vibratoire de l'opération

Le projet fait l'objet d'un programme fonctionnel et technique en date de juin 2025 (référence : TDR-SP2_1-NT-P-01325-Programme T1-T5).

Ce programme précise impose les objectifs acoustiques et vibratoires suivants :

- Le niveau vibratoire dans les halls de montage ne devra pas dépasser 0,1 μm sur la plage de fréquence de 1 à 100Hz ;
- L'isolement aux bruits aériens intérieurs entre le hall de montage aimant et la salle de réunion au R+1 devra respecter l'objectif de la norme NF S 31-080 niveau performant*, soit $D_{nT,A} \geq 45$ dB.
- L'installation des groupes froids à l'extérieur du bâtiment ne doit pas gêner l'exploitation des locaux et bâtiments alentours. Il est demandé de respecter le décret du 31 août 2006 relatif à la lutte contre le bruit de voisinage et les émergences suivantes :
 - 5 dBA en période diurne ;
 - 3 dBA en période nocturne.

* : Il est à noter que la norme NF S 31-080 de 2006 a été mise à jour en 2025, cette mise à jour reprend notamment les classes de performances et détaille les objectifs d'isolement aux bruits aériens intérieurs à viser en fonction du type de local adjacent à la salle de réunion. Ces différences sont précisées dans la définition des objectifs acoustiques §3.3.

2 CONTEXTE REGLEMENTAIRE, NORMATIF ET PROGRAMMATIQUE

2.1 Préambule

Le site n'étant pas classé ICPE (Installation classée pour la protection de l'environnement), seule la réglementation relative aux bruits de voisinage s'applique aux niveaux sonores produits sur le site.

Aucune exigence réglementaire n'est imposée pour ce type d'établissement en matière de confort vibratoire.

Les objectifs sont généralement fixés en fonction des risques de nuisances vibratoires du site ou de l'environnement (proximité avec des infrastructures de transport, installations techniques émettant des vibrations, etc.) et de la sensibilité des futurs équipements présents dans les locaux.

2.2 Réglementation

Dans le cadre du projet, les textes réglementaires suivants peuvent s'appliquer :

2.2.1 Environnement et protection du voisinage

- **Loi du 31 décembre 1992** relative à la lutte contre le bruit, article 15, complétée par le décret d'application du 9 janvier 1995 et l'arrêté du 5 mai 1995 (infrastructures routières)
- **Code de l'environnement (livre V, titre VI)**, reprenant tous les textes relatifs au bruit et notamment les articles L571-9 et R571-44 à R571-52 du Code de l'Environnement
- **Directive européenne 2002/49/CE**, du 25 juin 2002, relative à l'évaluation et la gestion du bruit dans l'environnement
- **Code de la Santé Publique** (modifié par le **Décret n°2006-1099** relatif à la lutte contre le bruit de voisinage du 31 août 2006)
- **Arrêté du 5 décembre 2006** relatif aux modalités de mesurage des bruits de voisinage, modifié par l'**arrêté du 1^{er} août 2013**

2.2.2 Limitation des nuisances sonores et vibratoires lors du chantier

- **Article R1336-10** du Code de la santé publique
- **Décret n° 95-79 du 23 janvier 1995**, fixant les prescriptions prévues par l'article 2 de la loi n° 92-1444 du 31 décembre 1992 relative à la lutte contre le bruit et relatives aux objets bruyants et aux dispositifs d'insonorisation
- **Directive Européenne 2000/14/CE du 8 mai 2000** concernant le rapprochement des législations des Etats membres relatives aux émissions sonores dans l'environnement des matériels destinés à être utilisés à l'extérieur des bâtiments
- **Arrêté du 11 avril 1972** relatif à la limitation du niveau sonore des bruits aériens émis par le ou les moteurs à explosion ou à combustion interne de certains engins de chantier
- **Arrêté du 19 décembre 1977** relatif à la limitation du niveau sonore des bruits aériens émis par les groupes motocompresseurs
- **Circulaire du 16 mars 1978** relative aux bruits émis par les engins de chantier
- **Arrêté du 3 juillet 1979** fixant le code général de mesure relatif au bruit aérien émis par les matériels et engins de chantier
- **Arrêté du 6 mai 1982** fixant le code général de mesure relatif au bruit aérien émis par les matériels et engins de chantier, modifiant l'arrêté du 3 juillet 1979
- **Arrêté du 2 janvier 1986** relatif à la limitation du niveau sonore des bruits aériens émis par les groupes électrogènes de puissance
- **Arrêté du 2 janvier 1986** modifiant l'arrêté du 11 avril 1972 relatif à la limitation du niveau sonore des bruits aériens émis par le ou les moteurs à explosion ou à combustion interne de certains engins de chantier
- **Arrêté du 2 janvier 1986** modifiant l'arrêté du 3 juillet 1979 fixant le code général de mesure relatif aux bruits aériens émis par les matériels et engins de chantier

- **Arrêtés du 26 juin 1992, du 3 juillet 1992, du 17 juillet 1992 et du 27 juillet 1992** relatifs à la limitation du niveau sonore des bruits aériens émis par des engins de chantier
- **Arrêtés du 12 mai 1997** fixant les dispositions communes applicables aux matériels et engins de chantier notamment :
 - les émissions sonores des groupes électrogènes de puissance
 - les émissions sonores des motocompresseurs
 - les émissions sonores des groupes électrogènes de soudage
 - les émissions sonores des marteaux piqueurs et des brise-béton
 - les émissions sonores des grues à tour
 - les émissions sonores des pelles hydrauliques, des pelles à câbles, des boteurs, des chargeuses et des chargeuses-pelleteuses
- **Arrêté du 18 mars 2002** relatif aux émissions sonores dans l'environnement des matériels destinés à être utilisés à l'extérieur des bâtiments
- **Arrêté du 21 janvier 2004** relatif au régime des émissions sonores des matériels destinés à être utilisés à l'extérieur des bâtiments
- **Arrêté du 22 mai 2006** modifiant l'arrêté du 18 mars 2002 relatif aux émissions sonores dans l'environnement des matériels destinés à être utilisés à l'extérieur des bâtiments

2.3 Normes

2.3.1 Matériel

- **Norme NF EN 61672-1** (2003) : Electroacoustique – Sonomètres – Partie 1 : spécifications
- **Norme NF EN 60942** (2003) : Electroacoustique – Calibreurs acoustiques

2.3.2 Mesurage

- **Norme NF S 31-010** : Caractérisation et mesurage des bruits de l'environnement
- **Norme NF S 31-110** : Caractérisation et mesurage des bruits de l'environnement – Grandeurs fondamentales et méthodes générales d'évaluation
- **Norme NF S 31-120** : Caractérisation et mesurage des bruits de l'environnement – Influence du sol et des conditions météorologiques
- **Norme NF EN ISO 10052** (2021) : Mesurages in situ de l'isolement aux bruits aériens et de la transmission des bruits de choc ainsi que du bruit des équipements – Méthode de contrôle

2.3.3 Calculs

- **Norme ISO 9613** : Atténuation du son lors de sa propagation à l'air libre
- **Norme NF S 31-131** : Descriptif technique des logiciels
- **Norme NF S 31-133** : Bruit dans l'environnement – Calcul de niveaux sonores

2.3.4 Référentiels de performance acoustique et vibratoire

- **Norme NF S 31-080 (2006)** : Bureaux et espaces associés – Niveaux et critères de performances acoustiques par type d'espace
- **Norme NF S 31-080 (2025)** : Bureaux et espaces associés – Niveaux et critères de performances acoustiques par type d'espace
- **1999 ASHRAE Applications Handbook** : Courbes VC « Vibration Criteria »

3 OBJECTIFS ACOUSTIQUES ET VIBRATOIRES

3.1 Préambule

Les paragraphes suivants présentent les objectifs acoustiques visés sur le projet.

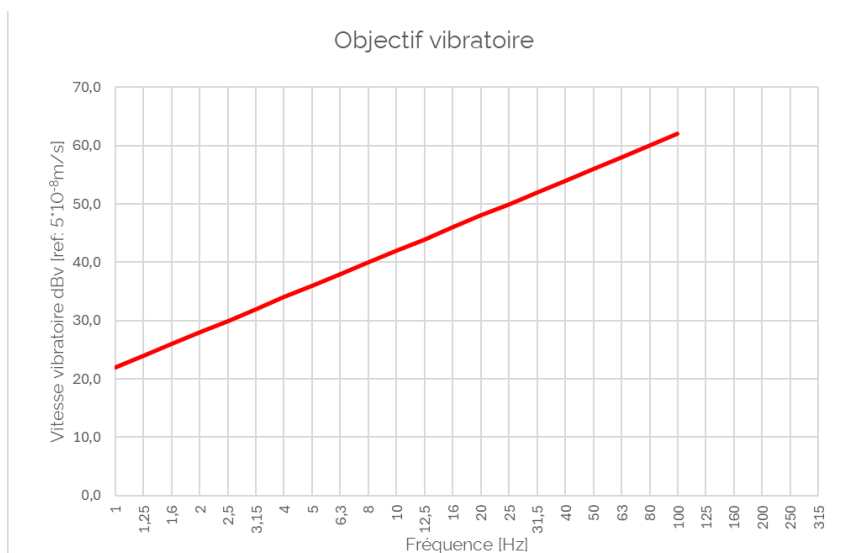
Ces objectifs ont été définis en fonction des textes de référence cités au §2 et des exigences programmatiques. Pour certains cas, en l'absence d'exigence réglementaire ou programmatique, des objectifs acoustiques ont été retenus en fonction des critères usuels de confort acoustique.

3.2 Objectifs vibratoires

3.2.1 Niveaux vibratoires admissibles par les équipements sensibles dans les halls de montage

Le programme fonctionnel et technique en date de juin 2025 (référence : TDR-SP2_1-NT-P-01325-Programme T1-T5) impose que le niveau vibratoire dans les halls de montage ne devra pas dépasser 0,1 μm sur la plage de fréquence de 1 à 100Hz.

Pour une comparaison aisée avec les résultats de mesures et les seuils habituellement visés sur des projets similaires, il a été choisi de convertir ce seuil de déplacement vibratoire [μm] en niveau de vitesse vibratoire [dB_v] par bandes de tiers d'octave. Le processus de conversion est consultable en annexe B.



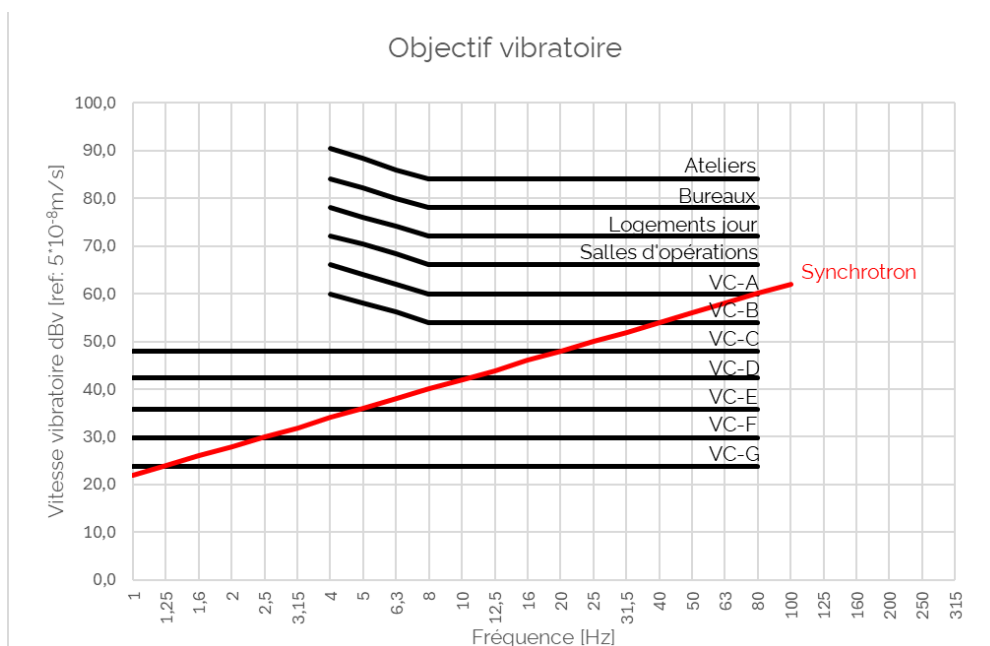
Objectif vibratoire programmatique

3.2.2 Courbes VC

Pour la qualification des laboratoires sensibles aux vibrations, il est d'usage de se référer aux gabarits ASHRAE « Vibration Criteria » présentés dans le document «1999 ASHRAE Applications Handbook ».

Les critères VC (Vibration Criteria) représentent des seuils à ne pas dépasser en fonction d'un type d'espace ou d'un équipement donné. Ils sont initialement présentés en vitesse vibratoire (en $\mu\text{m/s}$) par bandes de tiers d'octaves.

Le graphique présenté ci-dessous permet la visualisation des courbes VC en dB_v par bandes de tiers d'octaves pour une comparaison plus aisée aux résultats de mesures de vitesse vibratoire.



Courbe VC	Amplitude [dB _v] ⁽¹⁾ (ref : $5 \cdot 10^{-8} \text{ m/s}$)	Résolution ⁽²⁾ [μm]	Application
Ateliers	84	N/A	Vibrations perceptibles. Critère approprié pour les ateliers et les zones non sensibles aux vibrations.
Bureaux	78	N/A	Vibrations perceptibles. Critère approprié pour les bureaux et les zones non sensibles aux vibrations.
Logements jour	72	75	Vibrations à peine perceptibles. Approprié pour les locaux dédiés au sommeil (chambre d'hôpital) dans la plupart des cas ainsi que pour les ordinateurs et les microscopes de faible puissance (jusqu'à un grossissement 40x).
Salle d'opération	66	25	Vibrations non perceptibles. Approprié pour les locaux sensibles (salles d'opération) et dédiés au sommeil ainsi que pour les équipements peu sensibles et les microscopes (jusqu'à un grossissement 100x).
VC-A	60	8	Approprié pour les microscopes optiques (grossissement 400x), les microbalances, les balances optiques, etc.
VC-B	54	3	Approprié pour les microscopes optiques et les équipements de lithographie allant jusqu'à 3 microns de détail.
VC-C	48	1-3	Approprié pour les microscopes optiques (jusqu'à un grossissement 1000x), les équipements de lithographie allant jusqu'à 1 microns de détail, les scanners/steppers TFT-LCD.
VC-D	42	0.1-0.3	Approprié dans la plupart des cas pour les équipements les plus contraignants (microscopes électroniques à balayage SEM et TEM, les système electron-beam,, etc).

Courbe VC	Amplitude [dB _v] ⁽¹⁾ (ref : 5·10 ⁻⁸ m/s)	Résolution ⁽²⁾ [μm]	Application
VC-E	36	< 0.1	Critère difficile à atteindre dans la plupart des cas. Approprié pour les équipements les plus contraignants (lithographie E-Beam, etc.)
VC-F	30	N/A	Approprié pour des espaces de recherche extrêmement calmes, généralement difficile à atteindre dans la plupart des cas, spécialement dans les salles blanches. Non recommandé pour une utilisation comme critère de conception, juste pour évaluation
VC-G	24	N/A	

⁽¹⁾ : Amplitude mesurée par bandes de tiers d'octaves sur la plage [8Hz-80Hz] pour les seuils supérieurs ou égaux au seuil VC-B, sur la plage [1Hz-80Hz] à partir du seuil VC-C.

⁽²⁾ : La résolution fait référence à la largeur de ligne dans le cas de fabrication microélectronique, à la taille d'une particule (cellule) dans le cas de recherche médicale et pharmaceutique, etc. Cette résolution n'est pas pertinente à l'imagerie associée à la technologie de sonde, AFM et nanotechnologie.

Les informations données dans ce tableau sont données à titre indicatif. Dans la plupart des cas, il est recommandé de suivre les recommandations spécifiques aux équipements techniques prévus.

La comparaison des courbes VC et du seuil vibratoire programmatique montre que le seuil est difficile à atteindre sous 5Hz.

3.3 Isolement aux bruits aériens entre locaux

Le programme fonctionnel et technique en date de juin 2025 (référence : TDR-SP2_1-NT-P-01325-Programme T1-T5) impose, pour l'isolement aux bruits aériens intérieurs entre le hall de montage aimant et la salle de réunion au R+1, l'atteinte du niveau « performant » de la norme NF S 31-080, soit $D_{nT,A} \geq 45$ dB.

Il est à noter que le niveau performant de la norme NF S 31-080 de 2006 a été renommé en « satisfaisant » dans sa dernière mise à jour de 2025. Dans sa mise à jour, la norme NF S 31-080 ne définit plus un seul objectif d'isolement entre locaux, mais détaille l'objectif acoustique à viser en fonction du local adjacent à la salle de réunion. Cette mise à jour permet ainsi de tenir compte du caractère bruyant des locaux adjacents à la salle de réunion.

Dans le cadre de ce projet, le hall de montage aimant peut être considéré comme un atelier au sens de la norme, l'objectif suivant est donc proposé :

Local de réception	Local d'émission	Objectif $D_{nT,A}$ [dBI]	
		Programme technique et fonctionnel	Proposition tenant compte de la mise à jour de la norme NF S 31-080
Salle de réunion R+1	Hall de montage aimant	≥ 45 dB	≥ 53 dB

3.4 Niveaux de bruit des équipements techniques dans l'environnement extérieur

3.4.1 Niveaux de bruit des équipements techniques dans l'environnement extérieur

Le décret n°2006-1099 du 31 août 2006 relatif à la lutte contre les bruits de voisinage modifie le Code de la santé publique, et a été intégré dans ses articles R1336-4 à R1336-13.

Critères d'émergence en valeur globale

Le tableau ci-dessous rappelle les valeurs d'émergence sonore réglementaires, en valeur globale pondérée A, selon la période journalière et la durée cumulée d'apparition du bruit perturbateur :

Code de la santé publique Art. R.1336-7	Émergence maximale admissible [dBA] chez les tiers		Durée cumulée d'apparition du bruit particulier
	Jour (7h - 22h)	Nuit (22h - 7h)	
	5 dBA	3 dBA	Supérieure à 8 h
	6 dBA	4 dBA	Comprise entre 4 et 8 h
	7 dBA	5 dBA	Comprise entre 2 et 4 h
	8 dBA	6 dBA	Comprise entre 20 min et 2 h

Dans le cadre de cette étude, les équipements techniques sont considérés en fonctionnement permanent, aucun terme correctif n'est donc pris en compte.

Critères d'émergence en valeurs spectrales

Le tableau ci-dessous rappelle les valeurs d'émergence sonore réglementaires, en valeurs spectrales, mentionnées dans l'article R1336-8 du Code de la santé publique :

Émergence [dB] maximale admissible chez les tiers à l'intérieur des habitations	
Sur les bandes d'octave centrées sur 125 Hz et 250 Hz	7 dB
Sur les bandes d'octave centrées sur 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz et 4000 Hz	5 dB

Aucun terme correctif fonction de la durée cumulée du bruit particulier ne s'applique aux valeurs limites d'émergence spectrale.

Selon l'article R1336-6, l'émergence globale et, le cas échéant, l'émergence spectrale ne sont recherchées que lorsque le niveau de bruit ambiant mesuré, comportant le bruit particulier, est supérieur à 25 décibels pondérés A si la mesure est effectuée à l'intérieur des pièces principales d'un logement d'habitation, fenêtres ouvertes ou fermées, ou à 30 décibels pondérés A dans les autres cas.

3.4.2 Limitation du bruit rayonné en espace extérieur

En sus des seuils réglementaires à ne pas dépasser en façade des tiers et en limite de leur propriété, le niveau sonore de chaque équipement considéré individuellement ne devra pas dépasser le niveau sonore indiqué dans le tableau ci-dessous, en dBA.

Équipement technique du bâtiment	Objectif L_{Aeq}
Groupes de production de froid	≤ 70 dBA à 2 m de l'équipement
CTA	≤ 55 dBA à 2 m de l'équipement ≤ 50 dBA à 2 m des prise et rejet d'air en façade ouest (vers les autres bâtiments du site SYNCHROTRON) ≤ 55 dBA à 2 m des prise et rejet d'air en façade sud
Tous équipements	≤ 42 dBA en façade des bureaux du site SYNCHROTRON

4 SYNTHÈSE DES RESULTATS DES MESURES ACOUSTIQUES ET VIBRATOIRE REALISEES

4.1 Préambule

Les paragraphes suivants synthétisent les conclusions du diagnostic visuel et des mesures acoustiques et vibratoires réalisées en phase AVP (ref : VENATHEC-25-25-60-02287-01-A-NFE- Bâtiment T5 Synchrotron Soleil - Etude acoustique et vibratoire AVP).

Le lecteur se reportera au rapport cité précédemment pour plus de précisions sur la visite et les mesures réalisées.

4.2 Diagnostic visuel

4.2.1 Structure du bâtiment

Selon les informations transmises dans le DOE, le dallage des halls de montage sont réalisés en béton d'épaisseur 18cm sur isolant thermique d'épaisseur 10cm. Des joints de construction sont présents sur le dallage tous les 5,4m dans l'axe longitudinale du bâtiment et tous les 3,5m dans l'axe transversal.

Aucuns travaux sur le dallage ne sont prévus. L'ajout des équipements techniques sur le dallage, à la vue de la charge admissible par cette dernière ($2,5T/m^2$) ne devrait pas modifier significativement le comportement dynamique du dallage.

4.2.2 Halls de montage

Les parois verticales séparant les halls de montage de l'extérieur/des locaux adjacent sont maçonnés en parpaings creux sans doublage. L'ajout d'une isolation thermique intérieure, telle que prévue au projet, sera de nature à renforcer l'isolement acoustique entre les halls montage et les locaux adjacent/extérieur, si celle-ci suit les préconisations acoustiques détaillées §6.4.2.

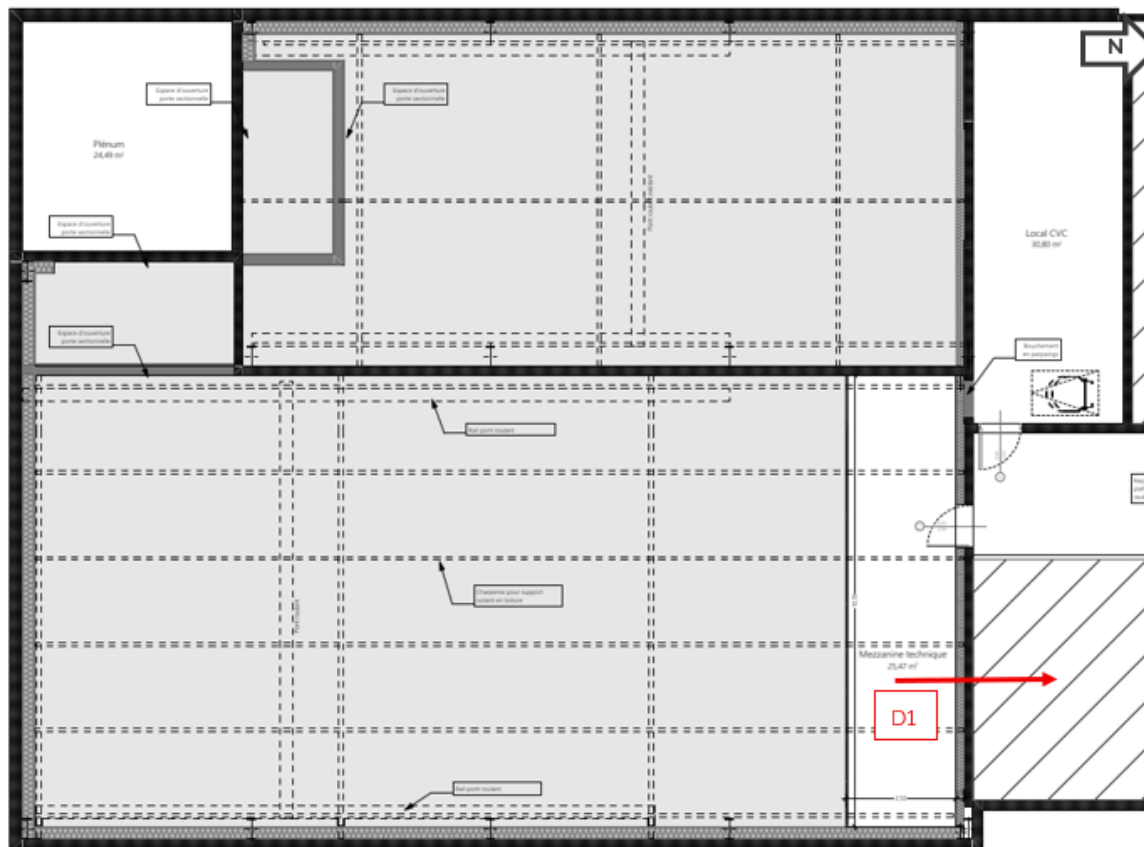
La présence d'une toiture métallique perforée avec laine minérale dans les futurs halls de montage permet de limiter la durée de réverbération dans les locaux à environ 0,7s. Le projet prévoit l'ajout d'une isolation en polyuréthane en sous-face de toiture. Il est important de noter que le polyuréthane ne permet pas l'absorption des ondes sonores dans le local et celui-ci empêchera la toiture perforée de jouer ce rôle. **La durée de réverbération dans les halls de montage sera donc plus importante que celle mesurée actuellement.** Conserver une durée de réverbération équivalente à celle mesurée actuellement nécessiterait de changer le type d'isolant en sous-face de toiture pour de la laine minérale (ou isolant bio-sourcée) ou ajouter un revêtement absorbant complémentaire en toiture ou aux murs.

4.3 Mesures acoustiques

4.3.1 Isolement aux bruits aériens entre le futur hall de montage et la salle de réunion

Une mesure d'isolement aux bruits aériens intérieurs a été réalisée entre la mezzanine du futur hall montage aimant et la salle de réunion R+1.

Le plan de repérage ci-dessous permet de localiser cette mesure.



Localisation de la mesure d'isolement aux bruits aériens intérieurs – Plan état futur

Le tableau suivant présente le résultat de mesure d'isolement aux bruits aériens entre locaux, selon l'indice $D_{nT,A}$.

Local d'émission	Local de réception	Sens de la mesure ⁽¹⁾	$D_{nT,A}$ mesuré [dB]	Objectif $D_{nT,A}$ [dB]	
				Programmatique	Proposition
Hall montage aimant (mezzanine)	Salle de réunion R+1	Horizontal	52 dB	≥ 45	≥ 53

Commentaires

L'isolement aux bruits aériens mesuré entre le hall montage aimant (mezzanine) et la salle de réunion R+1 est conforme à l'objectif programmatique.

Pour rappel, un objectif acoustique a été proposé sur la base de la mise à jour de la norme NF S 31-080 en 2025 (cf. §3.3). L'isolement mesuré est conforme avec tolérance à cet objectif (une marge d'incertitude de mesure de 3 dB est tolérée pour les mesures d'isollements aux bruits aériens).

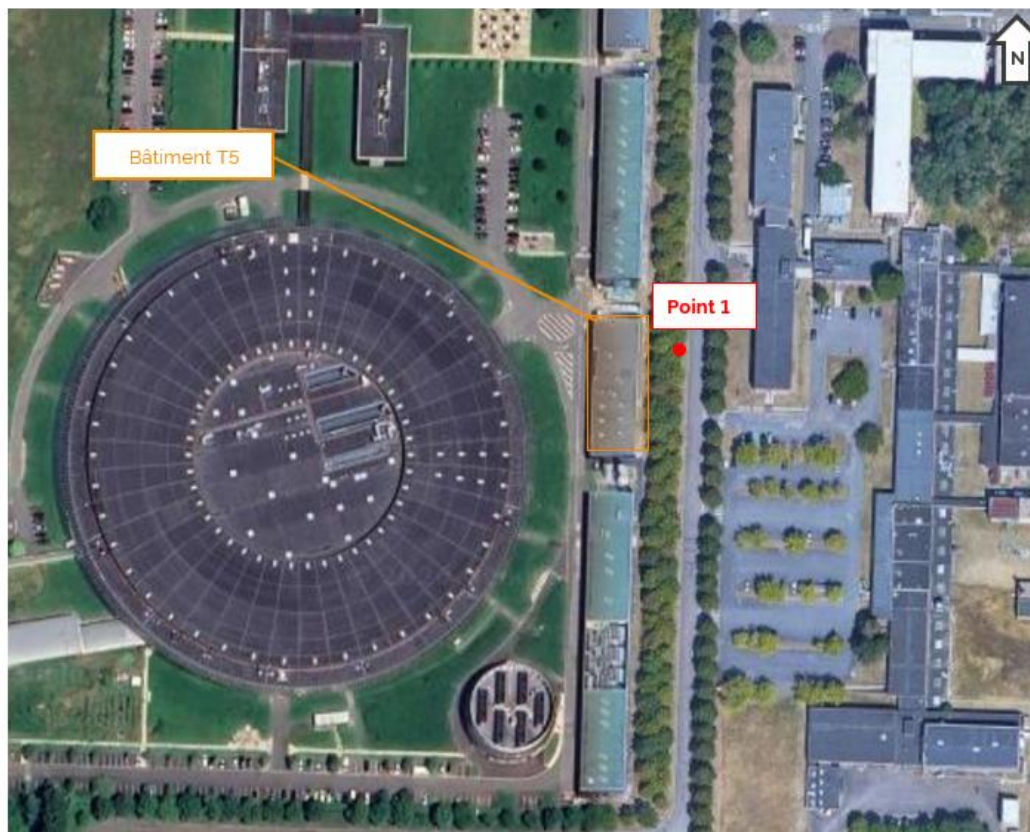
Le projet prévoit l'ajout d'une isolation thermique intérieure des halls montage, si celle-ci suit les préconisations acoustiques détaillées §6.4.2, elle sera de nature à renforcer l'isolement acoustique entre les halls montage et les locaux adjacents.

4.3.1 Niveau sonore résiduel dans l'environnement

La mesure de caractérisation du niveau de bruit résiduel sur site a été réalisée pendant l'arrêt technique du Synchrotron SOLEIL.

A noter que certains équipements techniques du site restent en fonctionnement, cependant la position du capteur permet d'être protégé de la contribution sonore de ces équipements.

Le point de mesure est localisé sur le plan suivant. Il permet de caractériser le niveau sonore résiduel à proximité des bureaux voisins les plus proches (CEA) ainsi qu'en façade des bureaux du bâtiment T5.



Localisation des points de mesure

Le tableau suivant présente les niveaux sonores résiduels mesurés au point 1, en période diurne et en période nocturne, exprimés arrondis à 0,5 dB près.

Période	Indicateurs concernés	Niveau sonore [dB] par bande d'octave [Hz]								Niveau global [dBA]
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Période diurne [7h-22h]	L _{Aeq}	64,5	61,0	64,5	63,0	63,5	56,0	52,5	48,5	65,0
	L ₅₀	54,0	50,5	43,0	38,0	37,0	30,5	23,0	24,5	42,5
	L₉₀	50,5	48,5	38,5	34,0	34,5	27,5	19,5	23,0	39,5
Période nocturne [22h-7h]	L _{Aeq}	50,5	49,0	41,0	37,0	37,0	32,0	26,0	25,5	41,5
	L ₅₀	49,5	48,5	39,0	35,0	36,0	29,0	21,5	24,0	40,0
	L₉₀	48,0	47,0	37,5	33,5	34,5	27,5	20,0	23,5	39,0

Commentaires

Pour l'étude de l'impact acoustique du projet sur le voisinage, les niveaux de bruit retenus correspondent à l'indice statistique L₉₀ mesuré sur les périodes diurne et nocturne. En effet, l'indicateur L₉₀ permet de s'affranchir de tout bruit parasite non significatif, et constitue donc un estimateur représentatif du bruit résiduel autour du projet.

4.4 Mesures vibratoires

4.4.1 Mesure de réponse en fréquence de la dalle

Le tableau suivant présente les résultats des mesures de réponse en fréquence de la dalle des halls de montage.

Zone	1 ^{er} mode de flexion		2 ^{eme} mode de flexion		3 ^{eme} mode de flexion	
	Fréquence propre [Hz]	Amplitude [Hz/N] – Axe Z	Fréquence propre [Hz]	Amplitude [Hz/N] – Axe Z	Fréquence propre [Hz]	Amplitude [Hz/N] – Axe Z
Hall montage aimant	28	$3 \cdot 10^{-7}$	32	$3 \cdot 10^{-7}$	46	$2,51 \cdot 10^{-7}$
Hall montage poutre	28	$3,1 \cdot 10^{-7}$	33	$3,6 \cdot 10^{-7}$	40	$3,8 \cdot 10^{-7}$

Commentaires :

Les 2 mesures d'admittances réalisées sur la dalle montrent des résultats homogènes. La fréquence propre de la dalle mesurée est cohérente avec ce type de structure (dalle d'épaisseur 18cm). Les amplitudes mesurées sont relativement faibles et à priori adaptées à l'installation d'équipements techniques sensibles aux vibrations, aucun seuil programmatique n'est cependant fixé sur l'amplitude de l'admittance de la dalle.

L'identification de la fréquence propre du 1^{er} mode de flexion de la dalle f_{dalle} est nécessaire dans le dimensionnement des dispositifs antivibratiles qui pourraient être nécessaires sous les équipements. En effet, pour éviter tout phénomène de résonance du système suspendu (dispositif antivibratile + équipement) et de la dalle correspondant à une amplification du mouvement, il est impératif que leurs fréquences propres respectives $f_{suspendu}$ et f_{dalle} ne soient pas identiques. Un phénomène de résonance pourrait, en plus de rendre inefficace le traitement antivibratile de la machine, causer des dégâts à l'équipement ou à la dalle à cause d'une amplification des mouvements trop importante.

Théoriquement, respecter le principe suivant suffit à éviter tout phénomène de résonance :

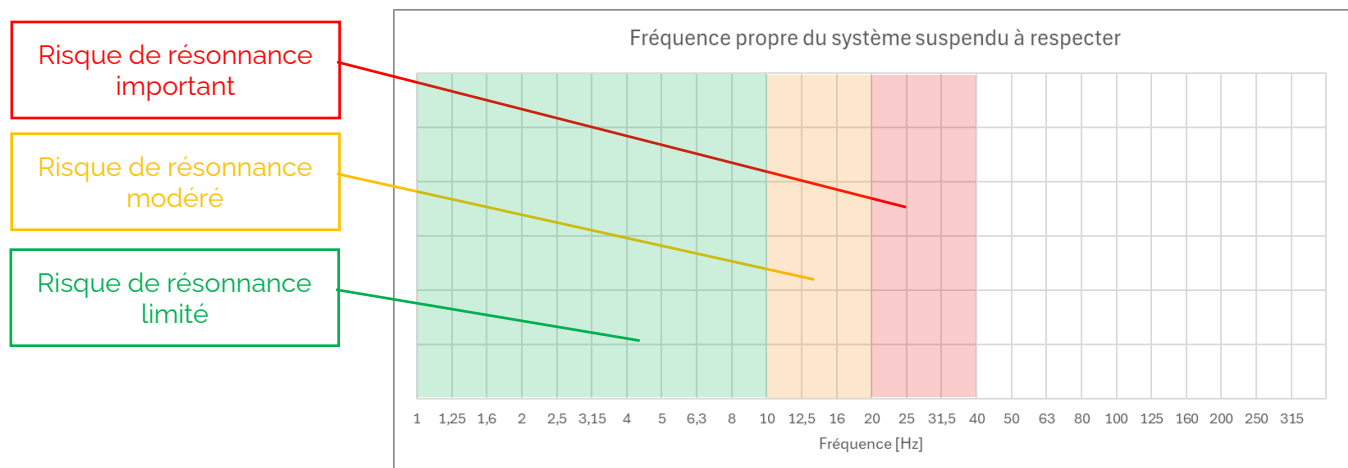
$$f_{suspendu} \leq f_{dalle} / \sqrt{2}$$

En réalité, il est d'usage de considérer une marge de sécurité dans ce dimensionnement en respectant le principe suivant :

$$f_{suspendu} \leq f_{dalle} / 3$$

Dans le cadre de cette étude, les fréquences propres du 1^{er} mode de flexion de la dalle mesurées sont plutôt homogènes, le dimensionnement est donc réalisé sur la fréquence propre mesurée la plus basse afin de considérer le cas le plus conservateur. En cas de désolidarisation des équipements, il est donc nécessaire de respecter :

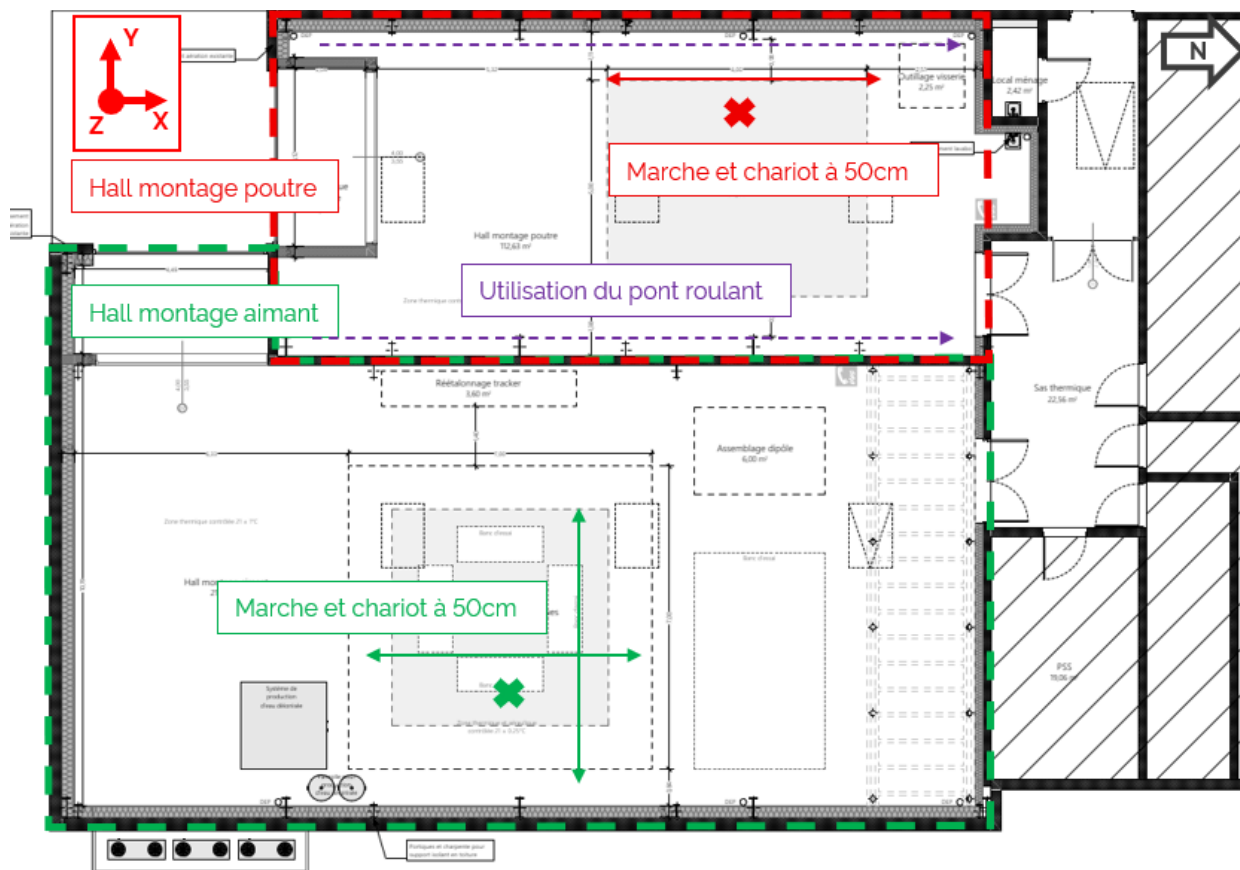
$$f_{suspendu} \leq 9 \text{ Hz}$$



VENATHEC SAS au capital de 750 000 €
Société enregistrée au RCS Nancy B sous le numéro 423 893 296 – APE 7112B
N° TVA intracommunautaire FR 06 423 893 296

Page 20 sur 71

Le hall montage poutre est déjà muni d'un pont roulant, des mesures de réponse vibratoire à l'utilisation du pont roulant ont donc été réalisées. A noter que le pont roulant du hall montage poutre est mise en œuvre sans dispositif particulier de désolidarisation vibratoire.



Légende :

-  Point de mesure
 Chemin de l'excitation

L'analyse est réalisée à partir l'indicateur L_1 correspondant au niveau de vitesse vibratoire dépassé pendant 1% du temps de mesure. Ce niveau est équivalent au niveau maximal atteint pendant la durée de mesure et permet ainsi d'étudier un cas conservateur afin d'assurer l'absence de risque pour les futurs équipements techniques.

Fiche 1-1

Marche humaine

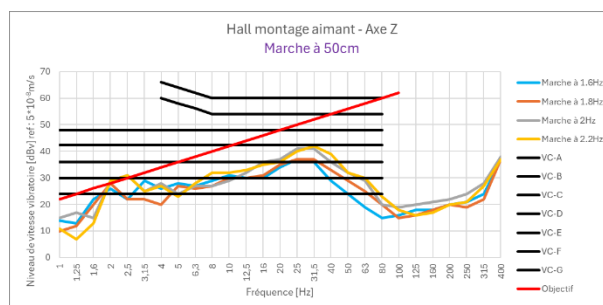
Hall montage aimant

Marche à 0,5m du capteur – Axe longitudinal

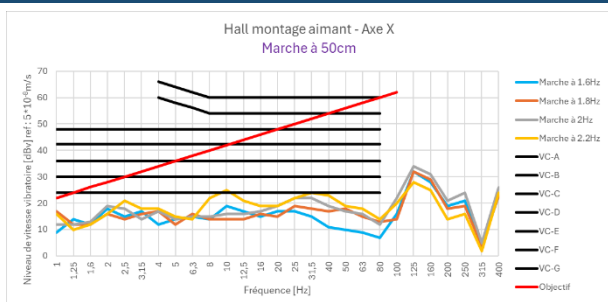
Synchrotron SOLEIL



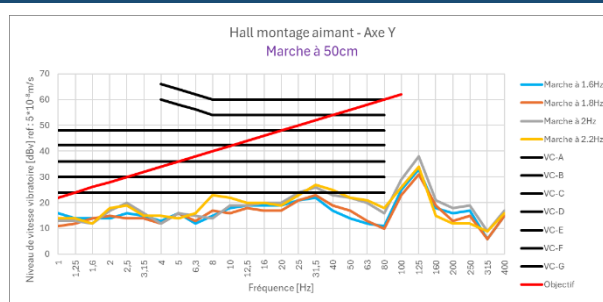
Localisation du point de mesure



Spectre vibratoire mesuré selon l'axe Z



Spectre vibratoire mesuré selon l'axe X



Spectre vibratoire mesuré selon l'axe Y

Fiche 1-2

Marche humaine

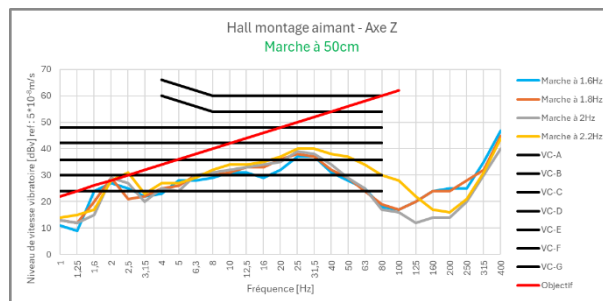
Hall montage aimant

Marche à 0,5m du capteur – Axe transversal

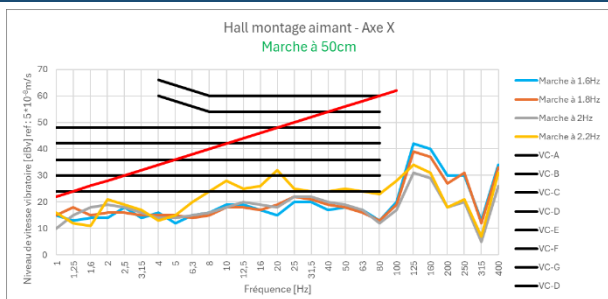
Synchrotron SOLEIL



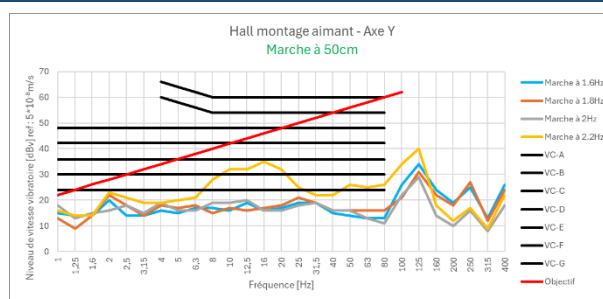
Localisation du point de mesure



Spectre vibratoire mesuré selon l'axe Z

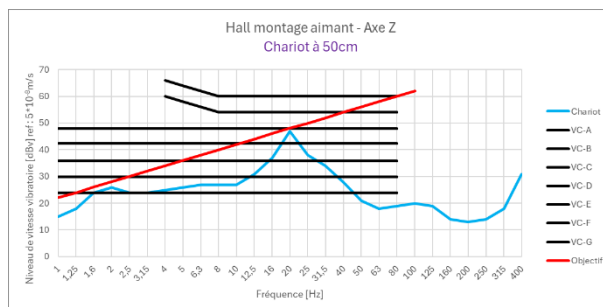
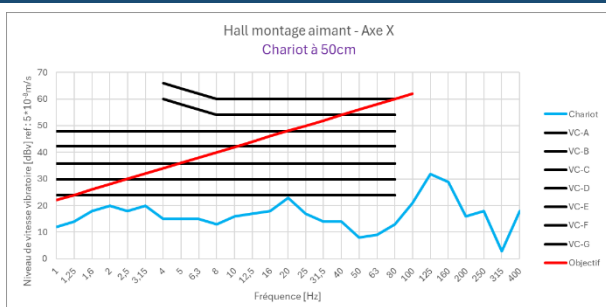
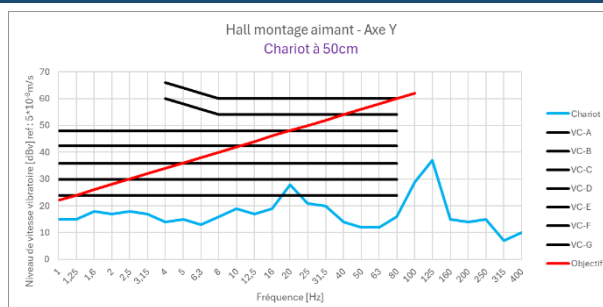


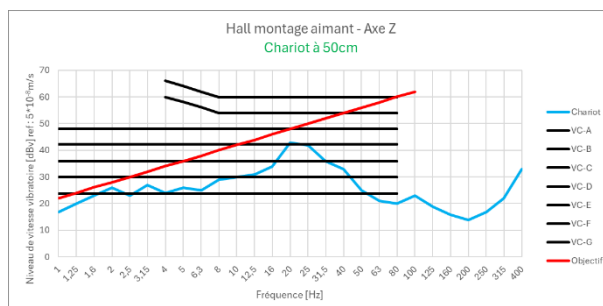
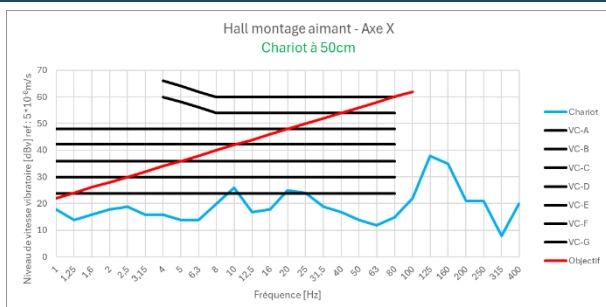
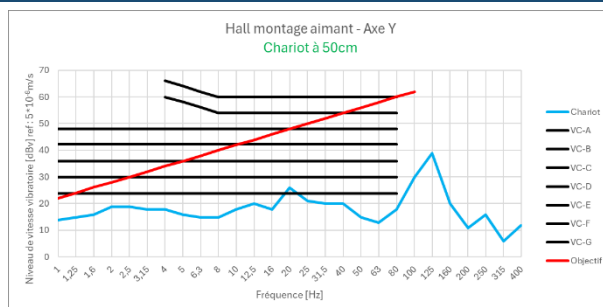
Spectre vibratoire mesuré selon l'axe X



Spectre vibratoire mesuré selon l'axe Y

Fiche 1-3
Chariot
Hall montage aimant
Chariot à 0,5m du capteur – Axe transversal
Synchrotron SOLEIL

Localisation du point de mesure

Spectre vibratoire mesuré selon l'axe Z

Spectre vibratoire mesuré selon l'axe X

Spectre vibratoire mesuré selon l'axe Y
Fiche 1-4
Chariot
Hall montage aimant
Chariot à 0,5m du capteur – Axe transversal
Synchrotron SOLEIL

Localisation du point de mesure

Spectre vibratoire mesuré selon l'axe Z

Spectre vibratoire mesuré selon l'axe X

Spectre vibratoire mesuré selon l'axe Y

Fiche 2-1

Marche humaine

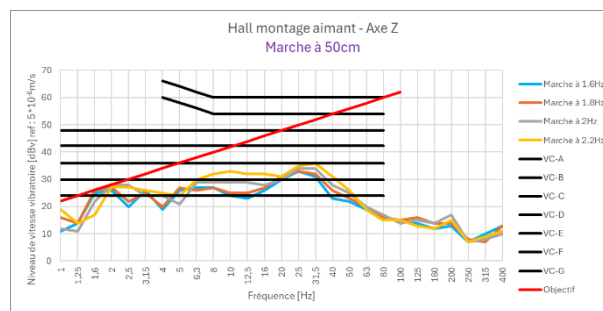
Hall montage aimant

Marche à 0,5m du capteur – Axe longitudinal

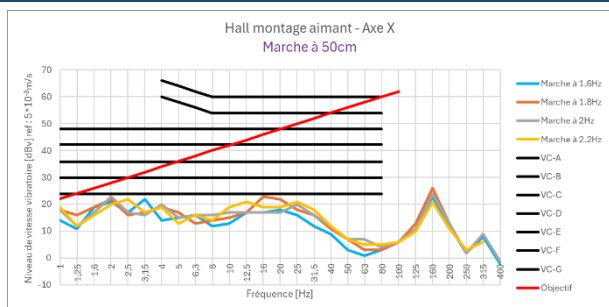
Synchrotron SOLEIL



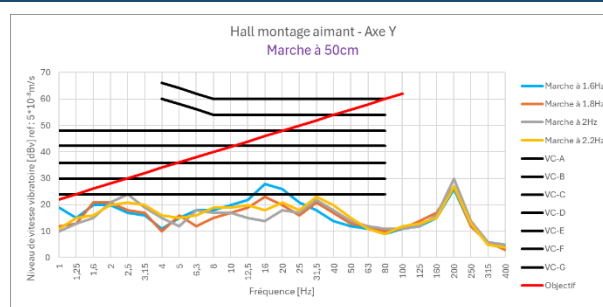
Localisation du point de mesure



Spectre vibratoire mesuré selon l'axe Z



Spectre vibratoire mesuré selon l'axe X



Spectre vibratoire mesuré selon l'axe Y

Fiche 2-2

Chariot

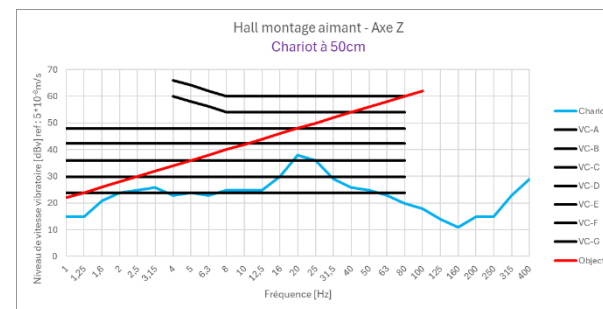
Hall montage aimant

Chariot à 0,5m du capteur – Axe transversal

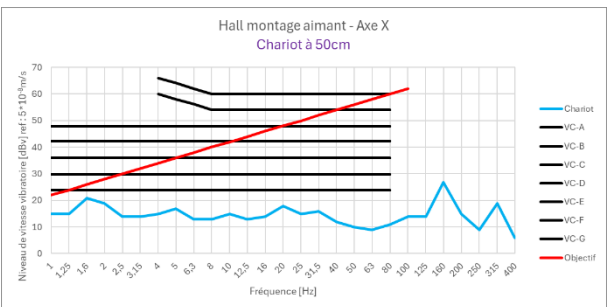
Synchrotron SOLEIL



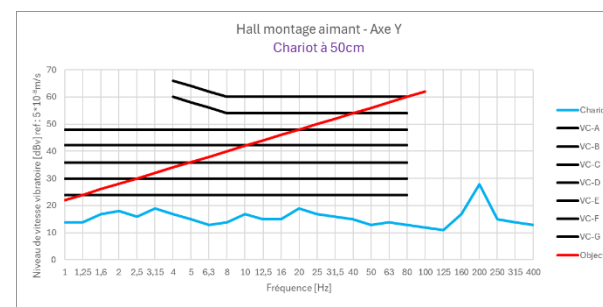
Localisation du point de mesure



Spectre vibratoire mesuré selon l'axe Z

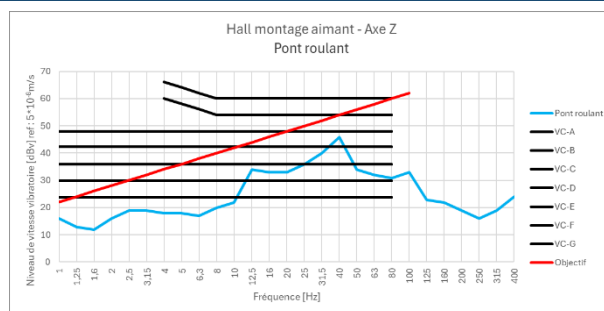
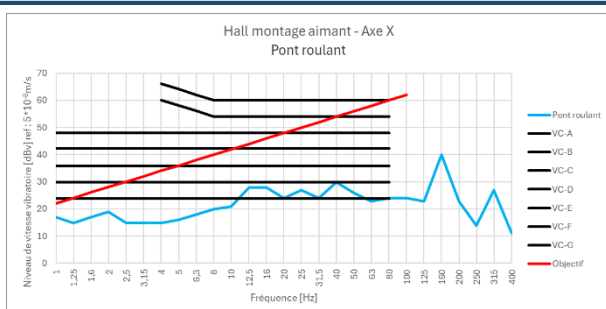
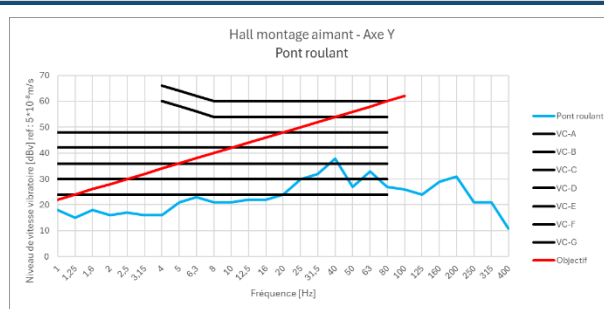


Spectre vibratoire mesuré selon l'axe X



Spectre vibratoire mesuré selon l'axe Y

Fiche 2-3
Pont roulant
Hall montage aimant
Pont roulant – Axe transversal
Synchrotron SOLEIL

Localisation du point de mesure

Spectre vibratoire mesuré selon l'axe Z

Spectre vibratoire mesuré selon l'axe X

Spectre vibratoire mesuré selon l'axe Y

Les résultats des mesures de réponse vibratoire à la marche, à la circulation d'un chariot et à l'utilisation d'un pont roulant, sur les 3 axes, sont synthétisés dans le tableau ci-dessous :

Zone	Excitation	Niveau VC maximal respecté			Respect du seuil programmatique
		Axe X	Axe Y	Axe Z	
Hall montage aimant	Marche – 0,5m Sens longitudinal	VC - F	VC - F	VC - D	Conforme
	Marche – 0,5m Sens transversal	VC - E	VC - E	VC - D	
	Chariot – 0,5m Sens longitudinal	VC - G	VC - F	VC - C	
	Chariot – 0,5m Sens transversal	VC - F	VC - F	VC - C	
Hall montage poutre	Marche – 0,5m Sens longitudinal	VC - G	VC - F	VC - E	Conforme
	Chariot – 0,5m Sens longitudinal	VC - G	VC - G	VC - D	
	Pont roulant	VC - F	VC - D	VC - C	

Commentaires :

L'analyse spectrale des différentes fréquences de marche montre clairement une réponse du plancher à la fréquence de marche et aux fréquences propre de la dalle.

Pour toutes les fréquences de marche étudiées, la circulation d'un chariot et l'utilisation d'un pont roulant, les niveaux vibratoires mesurés respectent le seuil programmatique.

A noter, pour la marche humaine, un niveau vibratoire proche du seuil programmatique autour de 2Hz sans dépassement du seuil.

A noter qu'à une distance de 0,5m des équipements sensibles, seules les équipes dédiées au montage des aimants et poutres seront présentes. Ces dernières présenteront donc une sensibilité accrue aux vibrations induites par leurs déplacements, notamment si une perturbation de leur activité est observée, contrairement aux circulations situées dans les zones tertiaires du bâtiment. L'impact vibratoire des activités dans les zones tertiaires du bâtiment est notamment mesuré lors des mesures vibratoires de longue durée (cf. §0).

Seul le hall montage poutre est actuellement muni d'un pont roulant. En tenant compte de la similarité structurelle entre les deux halls, la mise en œuvre d'un pont roulant dans le hall montage aimant devrait amener aux mêmes conclusions, à savoir, le respect du seuil programmatique. A noter que le pont roulant du hall montage poutre est mise en œuvre sans dispositif particulier de désolidarisation vibratoire.

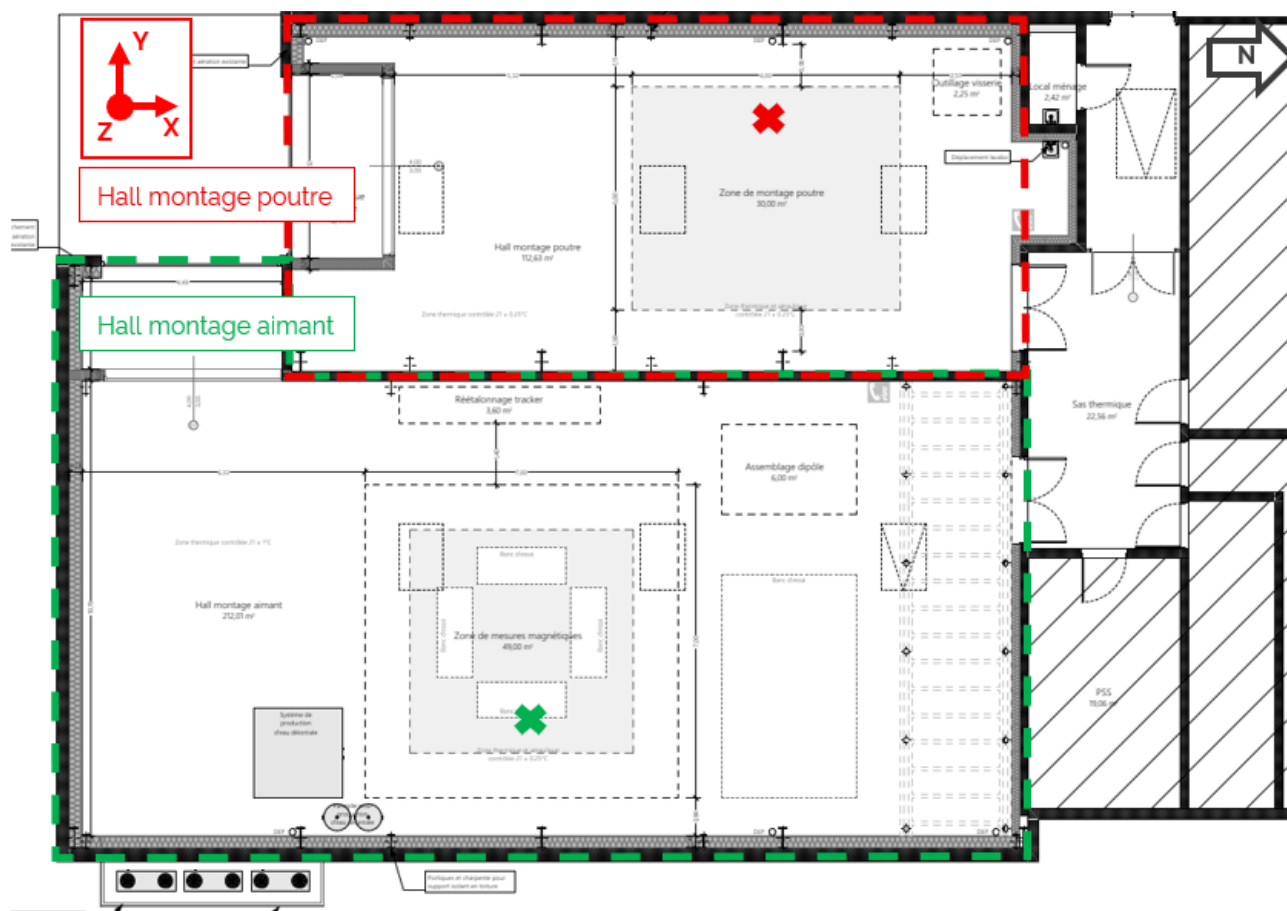
4.4.3 Mesures vibratoires longue durée

Le plan page suivante permet de localiser les mesures longue durée réalisées pendant l'arrêt et le fonctionnement du site Synchrotron.

Les sources vibratoires présentes à proximité des points de mesure étaient les suivantes :

- Equipements techniques du site Synchrotron en fonctionnement permanent (ventilation notamment) ;
- Equipement technique lié à l'activité de l'accélérateur Synchrotron Soleil ;
- Passages d'employés du site ;
- Passage de véhicules sur site.

La marche et la circulation du chariot ont été réalisés à 50cm du capteur de mesure vibratoire.



Localisation des mesures de réponse vibratoire sous différentes excitation – Plan état futur

Légende :

✕ Point de mesure

Les figures ci-dessous présentent l'analyse spectrale des niveaux vibratoires mesurés dans les locaux. L'analyse spectrale, de 1 à 400Hz, de chaque mesure longue durée, selon les axes X, Y et Z est présentée avec une comparaison aux courbes VC et au seuil programmatique.

Les seuils VC sont fixés jusque 80Hz, les niveaux vibratoires aux fréquences supérieures à 80Hz ne sont pas comparés aux seuils VC.

L'analyse est réalisée à partir l'indicateur L_1 correspondant au niveau de vitesse vibratoire dépassé pendant 1% du temps de mesure. Ce niveau est équivalent au niveau maximal atteint pendant la durée de mesure et permet ainsi d'étudier un cas conservateur afin d'assurer l'absence de risque pour les futurs équipements techniques.

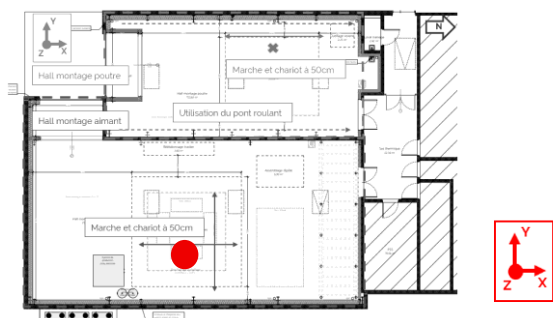
Fiche 1-5

Mesure vibratoire longue durée

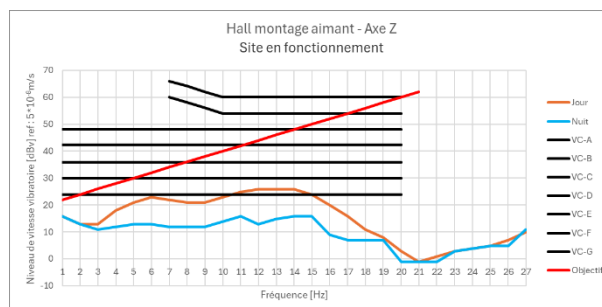
Hall montage aimant

Accélérateur Synchrotron en fonctionnement

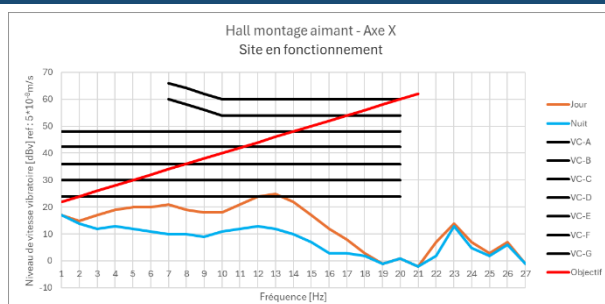
Synchrotron SOLEIL



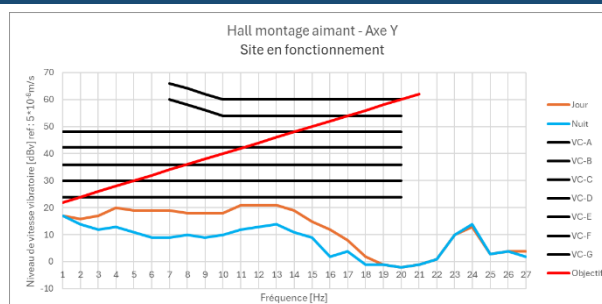
Localisation du point de mesure



Spectre vibratoire mesuré selon l'axe Z



Spectre vibratoire mesuré selon l'axe X



Spectre vibratoire mesuré selon l'axe Y

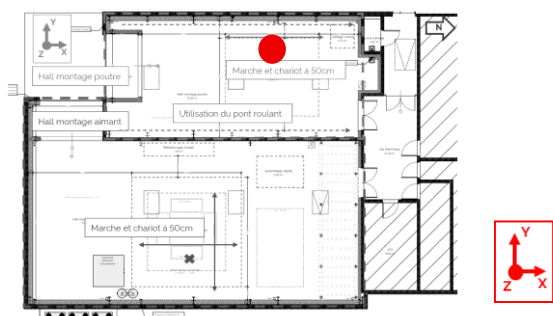
Fiche 2-4

Mesure vibratoire longue durée

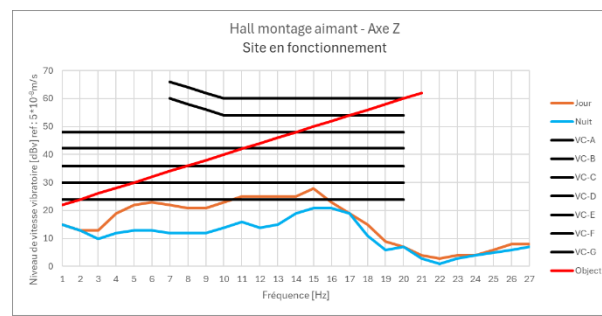
Hall montage poutre

Accélérateur Synchrotron en fonctionnement

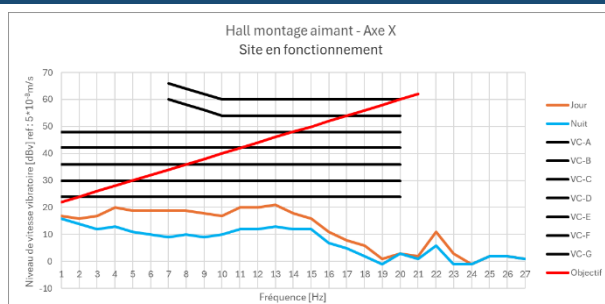
Synchrotron SOLEIL



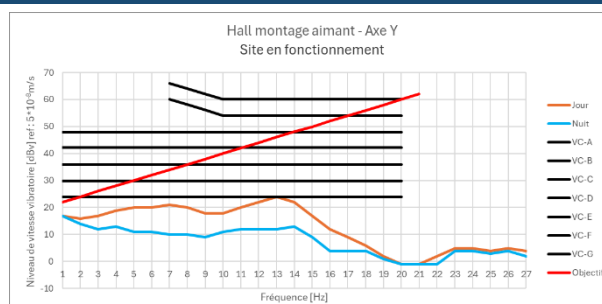
Localisation du point de mesure



Spectre vibratoire mesuré selon l'axe Z



Spectre vibratoire mesuré selon l'axe X



Spectre vibratoire mesuré selon l'axe Y

Les **résultats des mesures vibratoires de longue durée**, sur les 3 axes, sont synthétisés dans le tableau ci-dessous :

Zone	Niveau VC minimum respecté			Respect du seuil programmatique
	Axe X	Axe Y	Axe Z	
Hall montage aimant	VC-G	VC-G	VC - F	Conforme
Hall montage poutre	VC-G	VC-G	VC - F	Conforme

Commentaires :

Les niveaux vibratoires longue durée mesurés sont stables, ils respectent le seuil programmatique.

Sans excitation vibratoire forcée à proximité directe du point de mesure (marche, chariot, pont roulant), les niveaux vibratoires sont très faibles et permettent le respect du seuil VC-F.

5 ETUDE DE L'IMPACT ACOUSTIQUE DES EQUIPEMENTS TECHNIQUES SUR LE VOISINAGE

5.1 Introduction

Une étude de l'impact acoustique des équipements techniques du projet, vis-à-vis du voisinage, a été réalisée.

Les paragraphes suivants présentent les hypothèses et résultats obtenus.

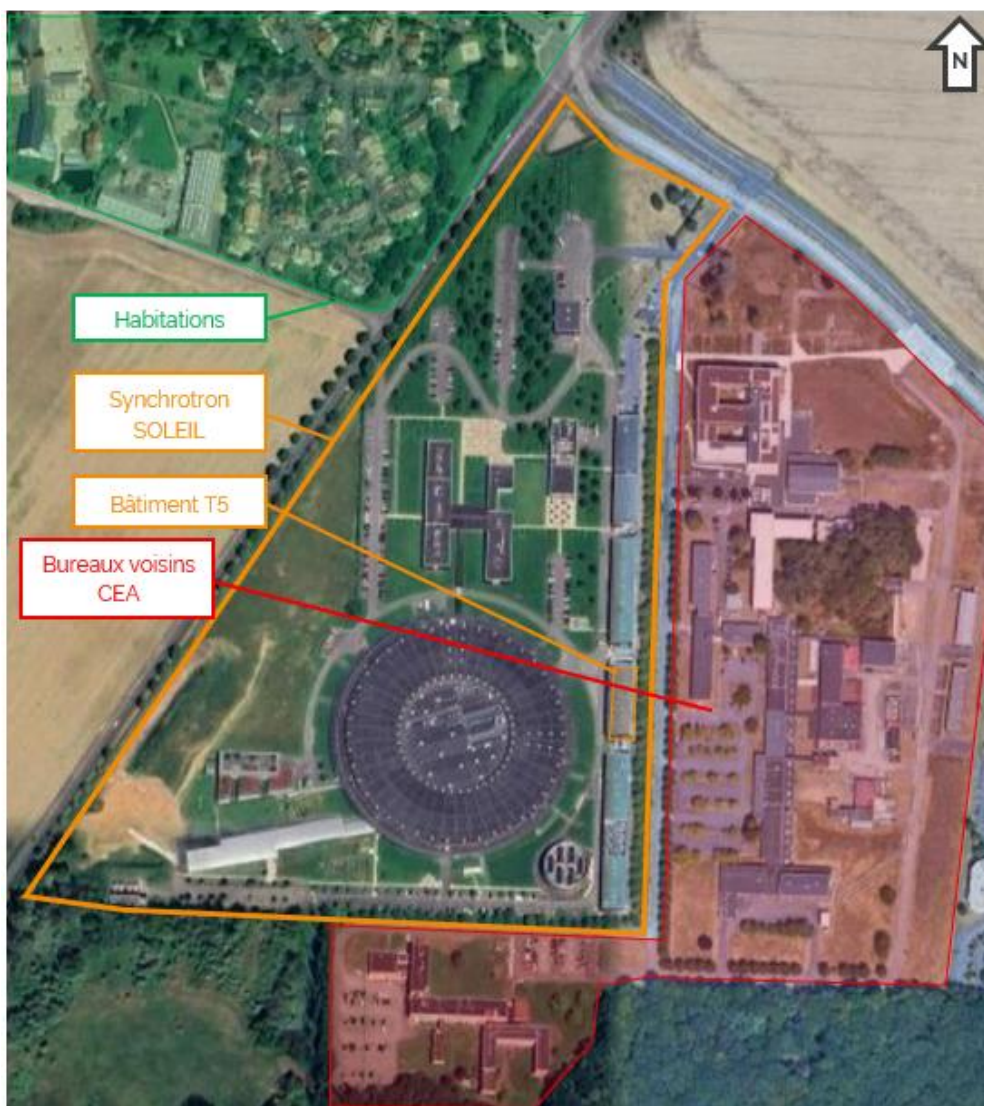
Cette étude est réalisée sur la base des plans du rendu AVP et prend en compte le repérage du site ainsi que les résultats de mesure du niveau de bruit résiduel, qui sont rappelées §4.3.1.

5.2 Identification du voisinage sensible

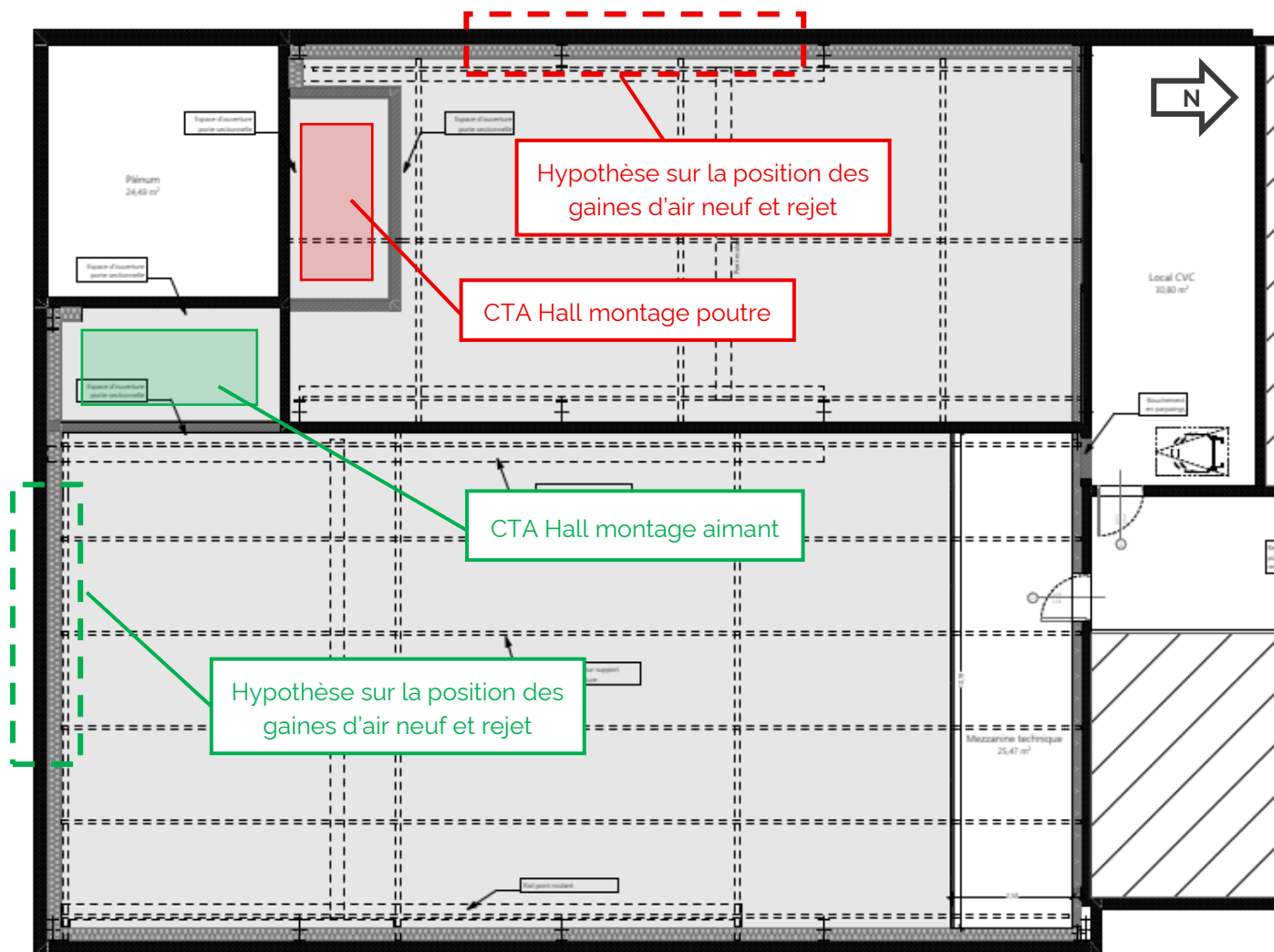
Le projet est situé à proximité des bureaux du CEA situés à l'Est, des bureaux du site Synchrotron situé dans le bâtiment T5 et d'habitations plus lointaines situées au Nord-Ouest.

La figure ci-dessous présente un plan de situation en vue aérienne, avec le repérage du projet et l'identification du voisinage le plus proche.

Les illustrations ci-dessous permettent de visualiser le site dans son environnement et le périmètre de l'étude.



Localisation du site dans son environnement



Plan d'aménagement de la mezzanine et localisation des équipements bruyants

La position des grilles de prise d'air neuf et rejet des CTA n'est pas connu à ce stade. Il est fait l'hypothèse que ces grilles sont situées en **façade Ouest pour la CTA Hall montage poutre** et en **façade Sud pour la CTA Hall montage aimant**.

5.4 Etude d'impact acoustique du projet

5.4.1 Modélisation informatique 3D

5.4.1.1 Logiciel employé

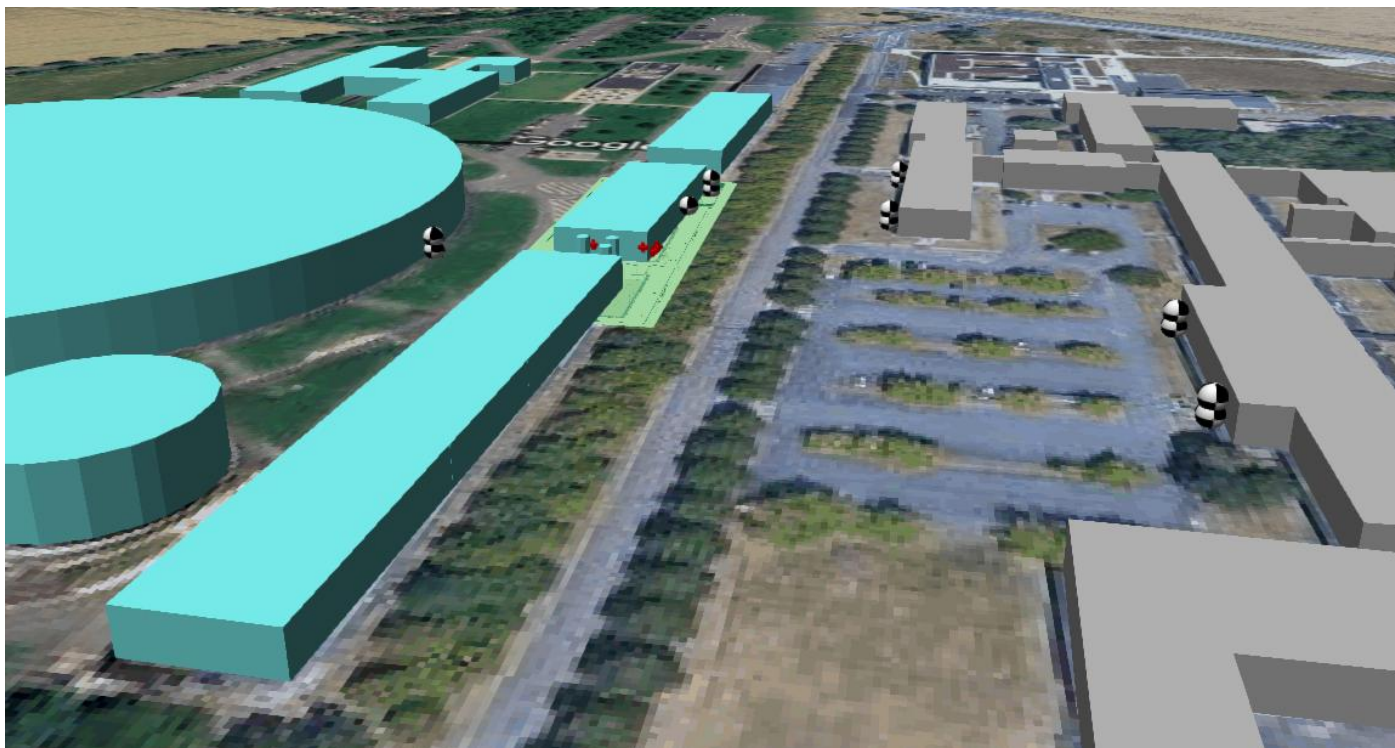
Le logiciel utilisé pour cette étude est le logiciel CadnaA de la société DATAKUSTIK.

CadnaA est un logiciel de propagation environnementale, outil de calculs de l'acoustique prévisionnelle, basé sur des modélisations des sources et des sites de propagation, et est destiné à décrire quantitativement des répartitions sonores pour des classes de situations données.

CadnaA permet de modéliser la propagation acoustique en extérieur de tout type de sources de bruit en tenant compte des paramètres les plus influents, tels que la topographie, le bâti, les écrans, la nature du sol et les conditions météorologiques. Ce logiciel répond aux exigences de la norme ISO 9613-1/2. Le calcul est réalisé selon la norme en prenant en compte des conditions favorables de propagation dans toutes les directions de vent.

5.4.1.2 Vue 3D du modèle réalisé

La figure ci-dessous présente une vue 3D du modèle du site avec les bâtiments du projet et du voisinage.

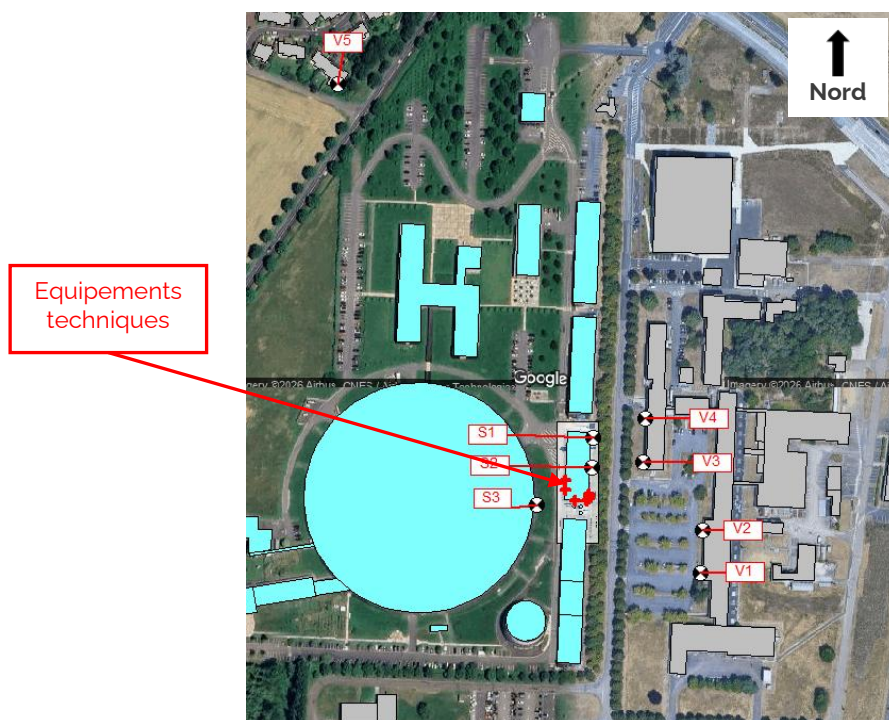


Vue 3D du modèle réalisé

Cette modélisation a été réalisée à partir du plan du bâtiment T5, recalé sur une vue aérienne Google Earth. Les hauteurs des bâtiments voisins ont été estimées par rapport au nombre d'étage et aux vues Google StreetView.

5.4.1.3 Localisation des points de calcul

La figure ci-dessous montre l'emplacement des points de calcul dans le modèle.



Localisation des points de calcul

Les points de calcul V1 à V6 correspondent aux façades des bâtiments voisins (CEA à l'Est et habitations au Nord-Ouest) les plus exposées. Les points de calcul S1 à S3 correspondent aux fenêtres des bureaux du site Synchrotron les plus proches des équipements techniques.

Les points de calcul sont positionnés à chaque étage des bâtiments, seuls les résultats calculés aux étages les plus exposés sont présentés dans la suite du rapport.

5.4.1.4 Sources de bruit modélisées et caractéristiques acoustiques

Le tableau ci-après présente les caractéristiques acoustiques des sources de bruit modélisées, pour les différents équipements techniques bruyants identifiés sur le projet.

Toutes ces sources de bruit sont considérées omnidirectionnelles.

La hauteur du centre acoustique des groupes froids est considérée à 1,6m par rapport au sol.

La hauteur des grilles d'air neuf et rejet des CTA est considérée à 3m par rapport au sol.

Les fiches techniques de ces équipements mentionnant leurs caractéristiques acoustiques ont été fournies par IDONEIS

Équipement technique	Réseau	Niveau de puissance acoustique [dB] par bande d'octave [Hz]								Niveau de puissance acoustique L_w [dBA]
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Groupe froid CXC 007 XLN ⁽¹⁾ Production de froid		88,0	78,0	80,5	79,0	77,0	78,0	66,0	59,0	82,5
Groupe froid CXC 009 XLN ⁽¹⁾ Production de froid		88,0	79,0	80,5	79,0	80,0	77,0	67,0	57,0	83,5
Groupe froid production d'eau déionisée ⁽²⁾		88,0	79,0	80,5	79,0	80,0	77,0	67,0	57,0	83,5
CTA Hall montage poutre AT4-F 20*12	Air neuf	77,5	84,5	81,0	77,0	72,0	69,0	68,0	62,0	79,0
	Rejet	83,0	84,5	82,5	85,5	81,0	82,5	77,0	71,0	88,0
	Rayonné	73,0	72,5	66,5	57,5	52,0	49,0	45,5	41,0	62,5
CTA Hall montage aimant AT4-F 20*16	Air neuf	71,5	71,5	84,0	72,0	67,0	66,0	67,0	65,0	78,0
	Rejet	79,0	73,5	87,5	79,5	78,0	79,5	80,0	70,0	86,5
	Rayonné	68,0	60,5	70,5	52,0	48,0	46,0	46,5	41,0	62,5

(1) : Les niveaux de puissance acoustique transmis dans la fiche technique de l'équipement semblent inclure la pondération A (les niveaux basse fréquence semblent anormalement bas). Dans l'attente d'une confirmation du fournisseur, il a été choisi de soustraire cette potentielle pondération A du spectre transmis dans les fiches techniques pour étudier le cas le plus conservateur. Ces niveaux sont présentés en soustrayant la pondération A du spectre transmis dans la fiche technique.

(2) : Cet équipement n'étant pas connu à ce stade, il est pris l'hypothèse d'une puissance acoustique équivalente à l'équipement CXC 009 CLN.

Pour les groupes froids, la production de froid est plus bruyante que la production de la chaleur, c'est donc ce mode de fonctionnement qui a été retenu pour l'étude acoustique.

5.4.2 Hypothèses de calcul

Le calcul des niveaux de pression acoustique tient compte des éléments suivants :

- Bâtiments
- Conditions météorologiques favorables
- Niveau de puissance acoustique de chaque source sonore identifiée

Les paramètres de calcul sont les suivants :

- Température : 10°C (cas conservateur)
- Humidité relative : 70%
- Nombre de réflexions sonores sur les bâtiments : 5
- Atténuation sonore sur bâtiment : -1dB par réflexion

Les données topographiques de la zone d'étude ont été exploitées à partir de nos bases de données (BDTopo de l'IGN).

Le calcul a été réalisé par bandes d'octave, puis intégré en niveau sonore global pondéré A.

Une marge d'incertitude de 3 dB par octave a été ajoutée à chaque source de bruit.

5.4.3 Résultats de calcul

5.4.3.1 Configurations testées

Deux configurations ont été calculées :

- Config 1 : Tous équipements techniques en fonctionnement, sans écran acoustique
- Config 2 : Tous équipements techniques en fonctionnement, avec pièges à son sur les CTA et écran acoustique autour des groupes froids

La démarche est dans un premier temps d'estimer l'impact acoustique des équipements sur le voisinage, sans aucun dispositif d'atténuation sonore. Ensuite, des atténuateurs de bruit sont positionnés sur les équipements pouvant en accepter et un écran acoustique périphérique complète le dispositif afin d'atteindre une émergence sonore réglementaire.

5.4.3.2 Emergences sonores estimées en façade des bâtiments voisins les plus proches – Configuration 1

L'estimation des émergences sonores sans mise en œuvre de pièges à son sur les réseaux d'air neuf et de rejet des CTA et sans écran acoustique autour des groupes froids est donnée dans le tableau ci-dessous.

Le niveau de bruit résiduel considéré correspond à celui relevé lors du diagnostic acoustique environnemental, rappelé au §4.3.1 du présent rapport.

Pour les bureaux voisins du CEA et les bureaux du site Synchrotron SOLEIL, seule la période diurne est étudiée, considérant que les bureaux ne sont pas utilisés la nuit.

Pour éviter toute nuisance sonore sur site, les seuils d'émergences maximales sont également appliqués aux bureaux du site Synchrotron SOLEIL. Toutefois, le respect de ces seuils n'est pas réglementaire, pour rappel, ces seuils ne sont réglementairement applicables qu'aux bâtiments voisins.

Pour les logements voisins au Nord-Ouest du site, seule la période nocturne, période la plus sensible, est étudiée.

Récepteur	Emergences sonores calculées [dB] par bandes d'octave [Hz]								Emergence sonore globale calculée [dBA]
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Seuil réglementaire période diurne (hors récepteur V5)	-	7,0	7,0	5,0	5,0	5,0	5,0	-	5,0
Seuil réglementaire période nocturne (logements récepteur V5)	-	7,0	7,0	5,0	5,0	5,0	5,0	-	3,0
S1	3,5	1,0	3,5	7,0	10,5	15,0	11,5	1,0	9,0
S2	8,0	3,5	12,0	15,5	15,5	20,5	17,5	4,5	14,5
S3	3,5	4,5	16,5	18,5	14,5	22,5	27,5	13,5	16,5
V1	2,5	1,0	4,0	8,5	7,0	12,5	12,0	0,5	7,0
V2	3,0	1,0	4,5	10,0	8,0	13,5	12,0	0,5	8,0
V3	6,0	1,5	7,0	10,5	11,0	15,5	12,0	1,0	10,0
V4	4,0	0,5	4,5	7,5	8,0	12,5	8,5	0,5	7,0
V5	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0

Commentaires

Les émergences sonores calculées sans mise en œuvre de pièges à son sur les réseaux d'air neuf et de rejet des CTA et sans écran acoustique autour des groupes froids dépassent les seuils réglementaires et programmatiques. La mise en œuvre des dispositifs d'insonorisation est donc nécessaire.

5.4.3.3 Emergences sonores estimées en façade des bâtiments voisins les plus proches – Configuration 2

L'estimation des émergences sonores avec la mise en œuvre de pièges à son sur les réseaux d'air neuf et de rejet des CTA et avec écran acoustique autour des groupes froids est donnée dans le tableau ci-dessous. Les caractéristiques acoustiques et dimensionnelles des pièges à son et de l'écran considérés dans cette étude sont présentées §6.6.1.2 et §6.3.1.

Le niveau de bruit résiduel considéré correspond à celui relevé lors du diagnostic acoustique environnemental, rappelé au §4.3.1 du présent rapport.

Pour les bureaux voisins du CEA et les bureaux du site Synchrotron SOLEIL, seule la période diurne est étudiée, considérant que les bureaux ne sont pas utilisés la nuit.

Pour éviter toute nuisance sonore sur site, les seuils d'émergences maximales sont également appliqués aux bureaux du site Synchrotron SOLEIL. Toutefois, le respect de ces seuils n'est pas réglementaire, pour rappel, ces seuils ne sont réglementairement applicables qu'aux bâtiments voisins.

Pour les logements voisins au Nord-Ouest du site, seule la période nocturne, période la plus sensible, est étudiée.

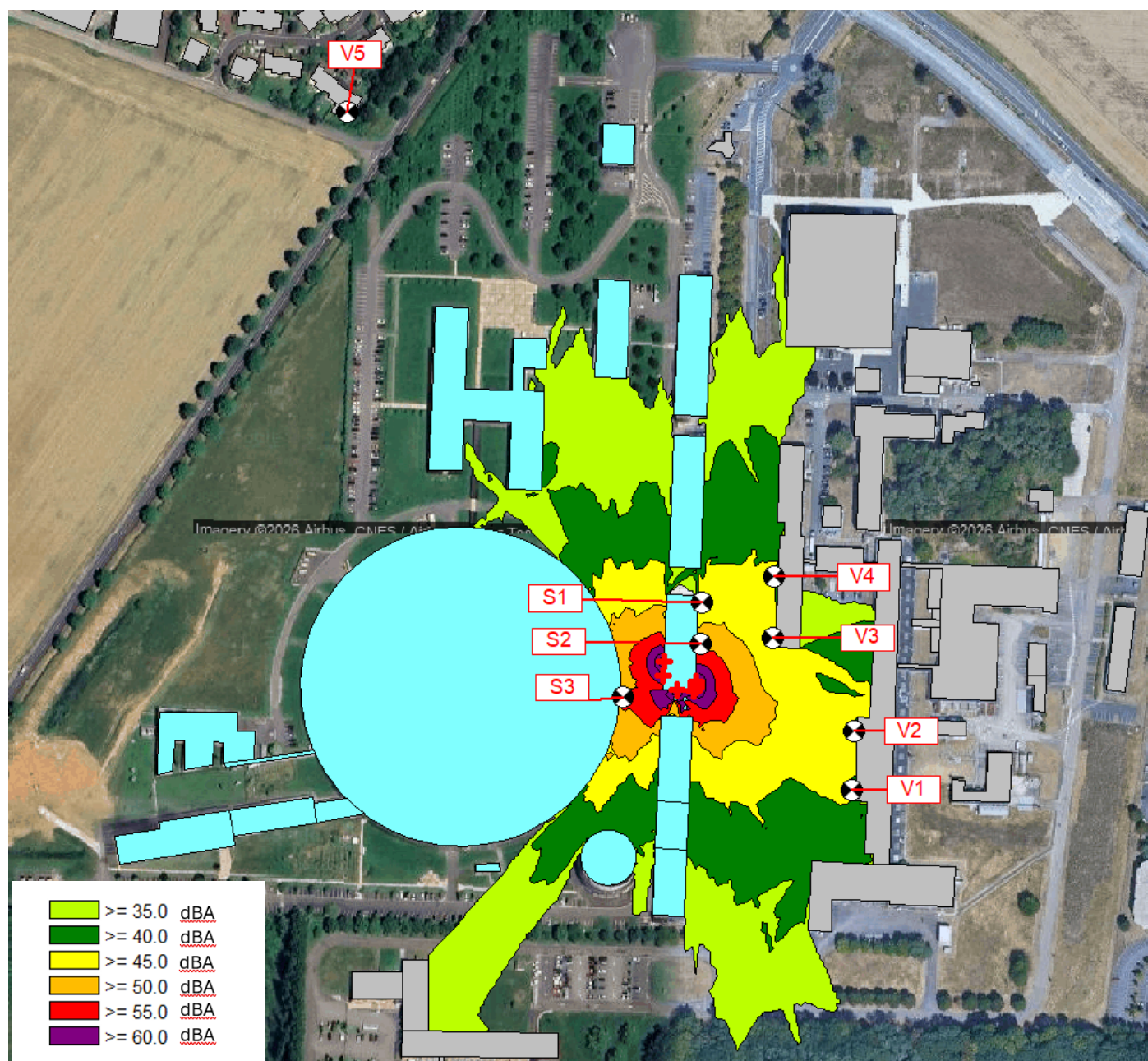
Récepteur	Emergences sonores calculées [dB] par bandes d'octave [Hz]								Emergence sonore globale calculée [dBA]
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Seuil réglementaire période diurne (hors récepteur V5)	-	7,0	7,0	5,0	5,0	5,0	5,0	-	5,0
Seuil réglementaire période nocturne (logements récepteur V5)	-	7,0	7,0	5,0	5,0	5,0	5,0	-	3,0
S1	0,5	0,0	0,5	1,5	1,0	2,0	0,5	0,0	1,0
S2	1,5	0,5	3,5	4,0	2,5	4,5	2,0	0,0	2,5
S3	2,0	1,5	2,5	0,5	0,0	0,5	5,0	5,0	1,0
V1	0,5	0,0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,0	0,5
V2	0,5	0,0	1,0	1,0	0,5	1,0	0,5	0,0	0,5
V3	1,5	0,5	2,0	2,5	1,5	2,5	0,5	0,0	1,5
V4	0,5	0,0	1,0	1,5	1,0	1,5	0,5	0,0	1,0
V5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Commentaires

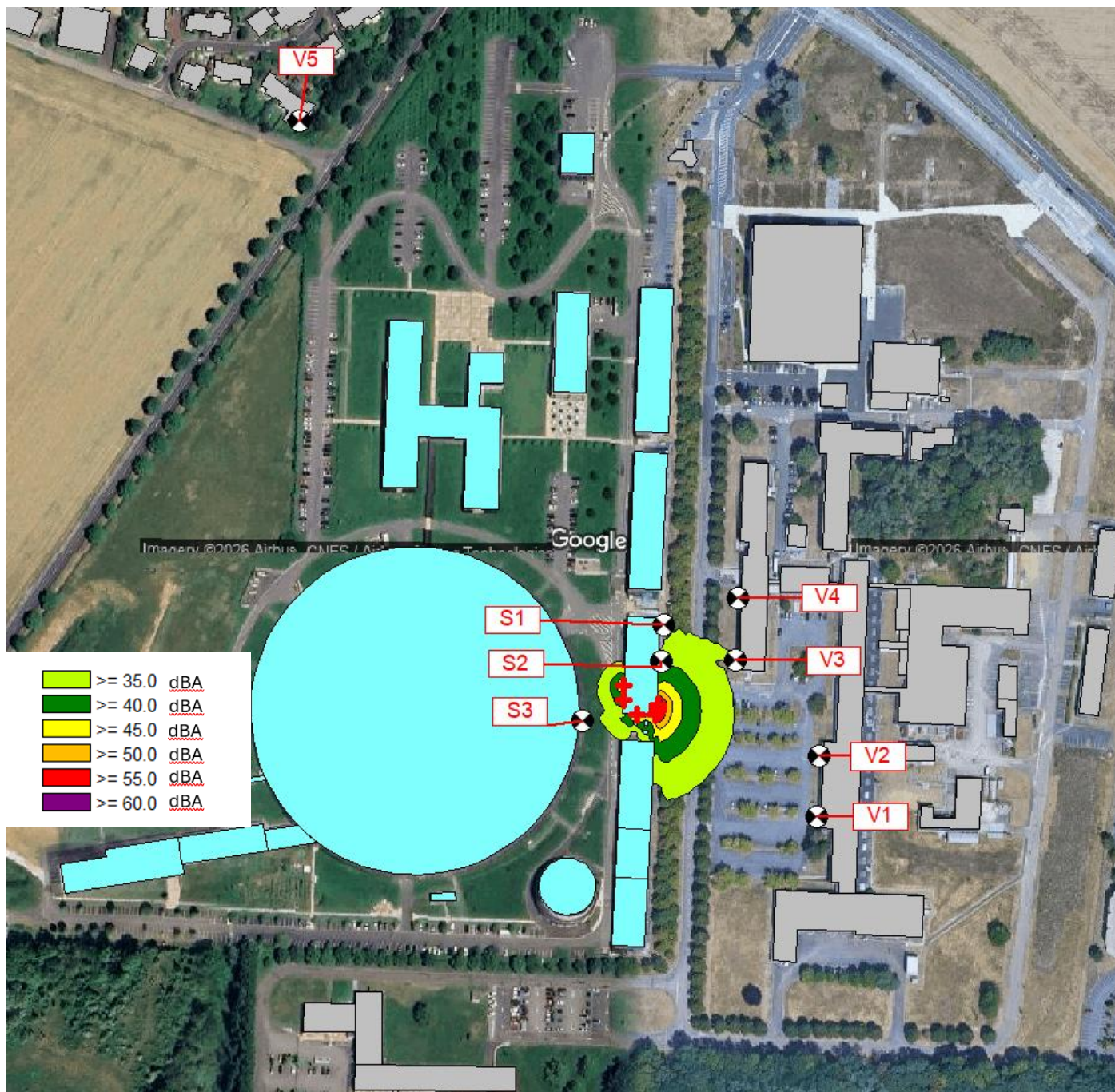
Les émergences sonores calculées avec la mise en œuvre de pièges à son sur les réseaux d'air neuf et de rejet des CTA respectent les seuils réglementaires.

5.4.4 Cartographie des niveaux sonores

Les cartographies des niveaux sonores présentées ci-dessous sont calculées à 2m de hauteur, pour les configurations sans et avec la mise en œuvre de pièges à son sur les réseaux d'air neuf et de rejet des CTA et écran acoustique autour des groupes froids.



Cartographie des niveaux sonores calculé sans mise en œuvre des pièges à son sur les réseaux d'air neuf et de rejet des CTA et sans écran acoustique autour des groupes froids



Cartographie des niveaux sonores calculé avec mise en œuvre des pièges à son sur les réseaux d'air neuf et rejet des CTA et avec écran acoustique autour des groupes froids

5.5 Conclusion

L'étude montre la nécessité de **mise en œuvre de pièges à son sur les réseaux d'air neuf et rejet des CTA** et la **nécessité d'un écran acoustique autour des groupes froids** pour assurer la réglementation relative à la limitation des bruits de voisinage. Les caractéristiques acoustiques et dimensionnelles des pièges à son considérés dans cette étude sont présentées dans la suite du rapport.

6 DESCRIPTIF ACOUSTIQUE PAR LOT

6.1 LOT 01 : GROS-ŒUVRE

6.1.1 Maçonnerie en parpaing creux épaisseur 20 cm

Mur maçonné caractérisé par un indice d'affaiblissement acoustique $R_w+C \geq 54$ dB, de type parpaing creux d'épaisseur 20 cm et de masse surfacique 275 kg/m^2 , enduit au plâtre ou au ciment sur une face au moins.

Localisation :

- Rebouchage des baies existantes non conservées
- SAS thermiques

Mise en œuvre : Les parpaings seront enduits au plâtre ou au ciment sur au moins une face, sur une épaisseur d'1 cm minimum.

6.1.1 Supportage des équipements techniques

6.1.1.1 Socles et massifs de désolidarisation

Le titulaire du présent lot doit la réalisation de tous les socles de propreté nécessaires aux équipements des différents lots techniques susceptibles de générer et transmettre des vibrations à la structure du bâtiment (CTA, groupes froids, etc.).

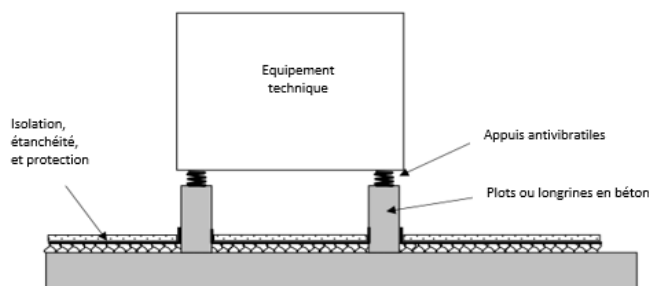
Le dimensionnement de ces socles de propreté est à la charge des lots techniques. Le dimensionnement et la fourniture des plots antivibratiles est à charge du lot technique associé à l'équipement source de vibration (type, quantité, calepinage).

L'entreprise de Gros-œuvre doit donc se coordonner avec les autres corps d'état pour connaître les équipements techniques à placer sur socle de propreté, recueillir les instructions pour la réalisation de ces ouvrages, et tenir compte dans le dimensionnement structurel du bâtiment des surcharges liées à ces ouvrages.

6.1.1.2 Longrines ou plots béton

Les équipements techniques situés en extérieur, susceptibles de transmettre des vibrations et bruits basses fréquences, ne seront pas posés à même une membrane d'étanchéité sur isolant, ou une protection lourde sur isolant, mais posés sur plots ou longrines en béton par l'intermédiaire d'appuis antivibratiles qui surélèvera les équipements par rapport à l'étanchéité.

Schéma de principe :



Principe de supportage des équipements techniques, en espace extérieur

6.1.2 Précautions de mise en œuvre

La mise en œuvre des différents éléments sera conforme aux normes constructives, DTU et avis techniques des fabricants.

Ouvrages maçonneries

Les murs en parpaings seront hourdés au mortier de ciment et parfaitement rejointoyés. Les éléments fendus ou cassés ne seront pas employés et les trous pour passage de serre-joints seront rebouchés.

Dans tout local à contrainte acoustique, les éléments maçonneries réalisés en agglomérés de béton (pleins ou creux) ou en briques seront impérativement enduits sur une face s'ils sont laissés nus. En cas de doublage la maçonnerie sera enduite sur la face opposée au doublage. Cet enduit sera d'épaisseur 1 cm au moins. Il pourra être de type SikaRep 105 de Sika, ou équivalent.

Planchers supports d'équipements techniques

Les planchers supportant des équipements techniques générant des vibrations, devront être suffisamment rigides pour présenter une fréquence de résonance nettement supérieure à la fréquence de résonance des plots antivibratiles. Les surfaces sur lesquelles des systèmes antivibratiles seront posés devront être au préalable nettoyées et débarrassées de tout gravois.

Rebouchages et calfeutrements

Tout percement et toute réservation seront impérativement rebouchés au moyen de béton ou de mortier de ciment. Ces rebouchages ne devront créer ni retrait ni fissure une fois séchés. Il ne sera pas incorporé dans ces rebouchages de matériaux légers comme du polystyrène, de la mousse polyuréthane, de la laine minérale etc. En présence de réseau technique (tuyauterie, canalisation, câbles électriques, gaine de ventilation, etc.), l'entreprise vérifiera la présence et la bonne mise en œuvre des fourreaux résilients autour des éléments traversant l'ouvrage en béton avant de faire son rebouchage.

Les évidements créés par les instruments nécessaires à la mise en œuvre devront être rebouchés un fois ces instruments déposés. Dans les voiles béton, les trous de banches doivent être rebouchés au béton à pleine épaisseur, éventuellement en employant des carottes tronconiques préfabriquées. Ce rebouchage devra combler parfaitement le diamètre intérieur du trou de banche (aucun vide ou rebouchage partiel).

Les joints de dilatations et de désolidarisation vibratoire devront être débarrassés de tout gravois et résidus de chantier (polystyrènes, fers métalliques etc.) avant fermeture et mise en œuvre de leurs protections.

Incorporations électriques

Les incorporations électriques dans les séparatifs en béton ne seront en aucun cas mis en œuvre en vis-à-vis de part et d'autre du séparatif. Elles seront impérativement espacées d'au moins 30 cm, avec une profondeur maximale de 7 cm, de façon à ne pas dégrader la performance acoustique du séparatif.

Dans les cloisons maçonneries particulières (brique creuse, béton cellulaire etc), les incorporations électriques et saignées devront respecter les principes décrits dans les notices des fabricants et avis techniques du produit.

Huisseries à bancher

La mise en œuvre des huisseries à bancher devra respecter les DTU et spécifications techniques appropriées. En particulier, les huisseries à bancher seront maintenues lors de leur pose par un mannequin de dimensions adaptées. L'entreprise devra les calfeutrements nécessaires pour respecter l'affaiblissement acoustique des portes (enduits, joint mousse, finition au joint acrylique etc.). L'entreprise veillera à ce que la pression du béton ne déforme pas les huisseries des bloc-portes, notamment des portes à forte contrainte acoustique.

6.2 LOT 02 : ETANCHEITE

6.2.1 Supportage des équipements techniques

Les équipements techniques susceptibles de transmettre des vibrations et bruits basses fréquences ne seront pas posés à même une membrane d'étanchéité sur isolant, ou une protection lourde sur isolant, mais posés sur plots ou longrines en béton par l'intermédiaire d'appuis antivibratiles qui surélèvera les équipements par rapport à l'étanchéité. L'entreprise devra les relevés d'étanchéité autour de ces plots ou longrines béton.

6.2.2 Précautions de mise en œuvre

Revêtements d'étanchéité

La mise en œuvre des revêtements d'étanchéité sera conforme aux DTU et recommandations des fabricants. Ils ne devront pas solidariser les éléments prévus pour être désolidarisés : joint de dilatation, joint de désolidarisation vibratoire, équipement technique placé sur plots antivibratiles, dallettes béton sur plots plastiques, etc.

Equipements techniques

Les équipements techniques susceptibles de transmettre des vibrations et bruits basses fréquences ne seront pas posés à même l'étanchéité, mais posés sur plots ou longrines en béton par l'intermédiaire d'appuis antivibratiles qui surélèvera les équipements par rapport à l'étanchéité (surélévation de 80 cm suivant DTU, si nécessaire). L'entreprise devra les relevés d'étanchéité autour de ces plots ou longrines béton.

6.3 LOT 03 : METALLERIE – SERRURERIE

6.3.1 Ecran acoustique type panneau sandwich

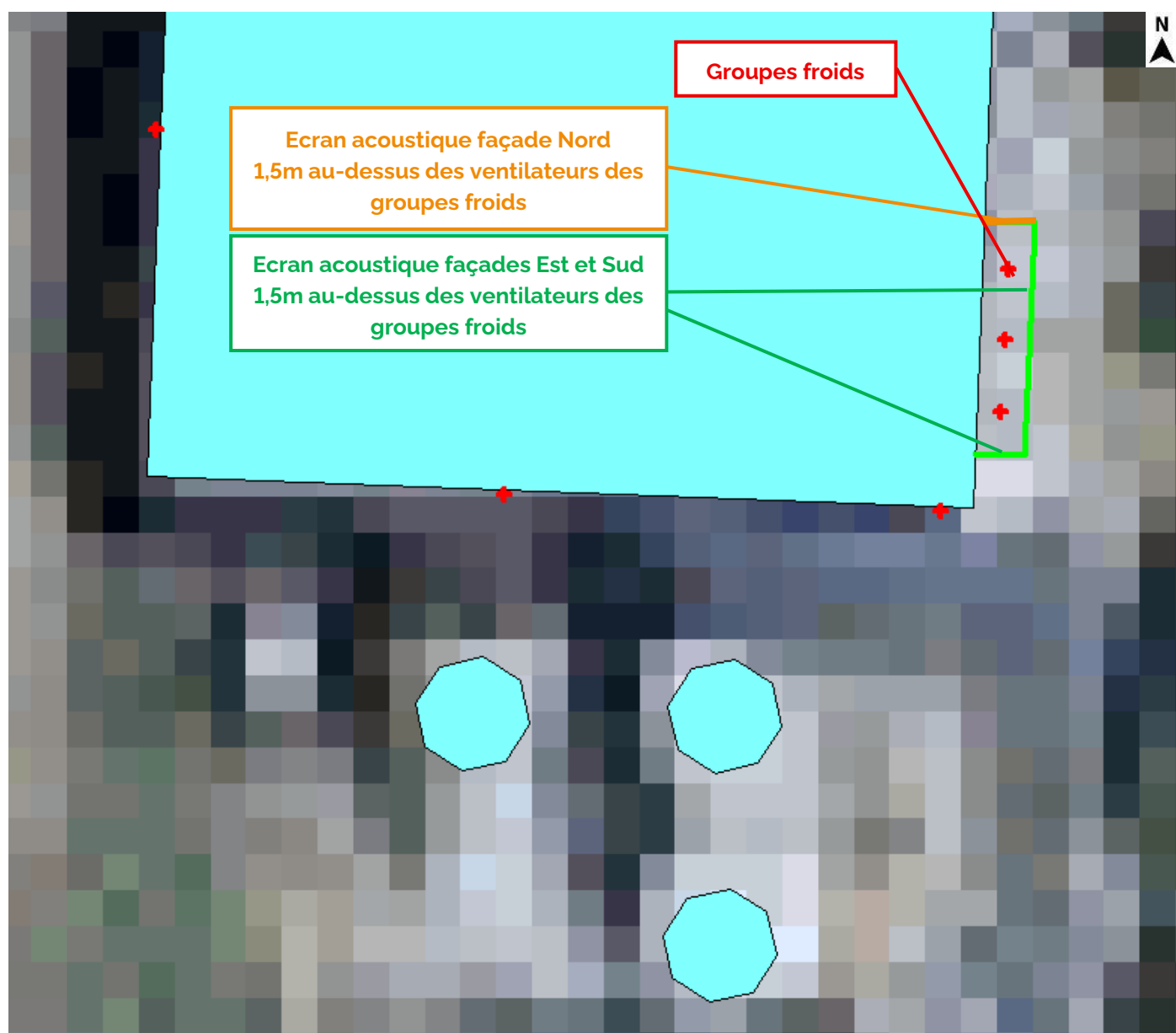
Pour les faces nord, est et sud de groupe froid, la solution proposée consiste en la mise en place d'un écran acoustique.

Pour les calculs, il a été tenu compte d'un espacement de 1 mètre entre l'écran et le groupe froid, ainsi qu'un dépassement de la machine de 0,5 mètre en latéral (Cf. Représentation schématique ci-dessous).

Compte tenu des dimensions du groupe froid et la proximité des locaux voisins sensibles, la hauteur minimale de l'écran est fixée à :

- 1,5m au-dessus des ventilateurs des groupes froids en façade Nord (2,8m à partir du sol en considérant la hauteur de l'équipement de 1,3m) ;
- 1m au-dessus des ventilateurs des groupes froids en façades Est et Sud (2,3m à partir du sol en considérant la hauteur de l'équipement de 1,3m).

En cas d'homogénéisation de la hauteur de l'écran, la hauteur la plus importante sera retenue, à savoir 1,5m au-dessus des ventilateurs des groupes froids



Représentation schématique 2D de l'écran proposé



Représentation schématique 3D de l'écran proposé (Orientation Sud-Est)

Afin de limiter la réflexion du bruit vers les bureaux (à l'est notamment), **cet écran devra être muni d'un matériau absorbant sur sa face intérieure.**

L'écran acoustique sera constitué de panneaux nervurés perforés en pose verticale, d'un isolant en laine de roche, et d'un bac acier nervuré, caractérisé par un indice d'affaiblissement acoustique $R_w + C_{tr} \geq 25 \text{ dB}$ et un coefficient d'absorption acoustique $\alpha_w \geq 0,75$, de type DP Alu de chez SPECTRA, CN125 P, CN ECRAN ou CN121 de Arval, ou équivalent.

Les indices d'absorption acoustiques α_p seront au moins égaux à ceux donnés dans le tableau ci-après.

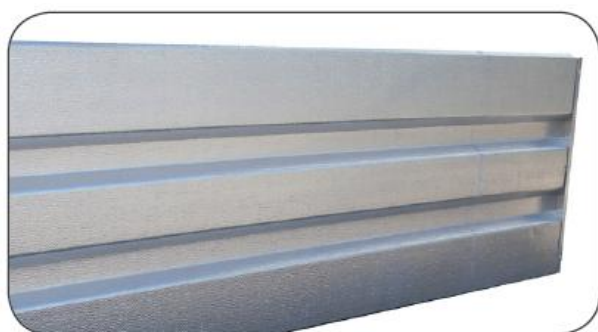
Bande d'octave [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
α_p	0,10	0,22	0,90	0,90	0,90	0,78	0,76	0,76

Les ouvertures et détalonnages dans l'écran sont proscrits mais il peut être toléré un vide d'au maximum 4cm en pied d'écran (pour l'écoulement des eaux notamment).

Etant donné les dimensions considérées, la mise en œuvre d'une telle solution devra cependant être soumise à une entreprise compétente pour estimer les besoins de fondations et/ou les contraintes de prise au vent.

En fonction des contraintes et des besoins, des parties vitrées ou en plexiglas transparent pourront être intégrées au sein de cet écran.

Il conviendra d'intégrer le ou les traversée(s) des canalisations et/ou conduits dans l'écran afin de ne pas dégrader ses performances acoustiques : les traversées devront donc être soignées avec mise en œuvre de résilients acoustiques pour éviter toutes fuites acoustiques.





Exemple d'écran acoustique

6.3.2 Grilles de ventilation

Les grilles de prise d'air et de rejet d'air des locaux techniques et équipements techniques devront permettre le respect des niveaux de bruit d'équipement demandés en espace extérieur.

Le dimensionnement des pièges à son nécessaires est à la charge des lots techniques, notamment le lot CVC. Le titulaire doit donc se coordonner avec les autres corps d'état pour connaître les contraintes et caractéristiques des éléments influents dans le calcul.

En tout état de cause, l'entreprise devra sélectionner ses grilles et caillebotis de manière à éviter toute régénération de bruit audible lors du passage d'air à travers de ces éléments.

La section des ventilation haute et basse devront être définies de manière à obtenir une vitesse de flux inférieure à 2 m/s en amont des grilles d'air neuf et de rejet d'air.

6.4 LOT 04 : CLOISONS – DOUBLAGES

6.4.1 Cloisons

6.4.1.1 Préambule

La sélection des cloisons devra tenir compte des différents critères (feu, mécanique etc..) incluant l'acoustique.

Il ne sera pas prévu de réduction de l'entraxe entre montants des cloisons distributives pour permettre l'atteinte de la hauteur souhaitée dans le local. Une diminution de l'entraxe de 60 à 40 cm entre montants engendre une réduction non négligeable des performances acoustiques. L'entreprise privilégiera dans ce cas des montants accolés.

6.4.1.2 Cloison de performance acoustique $R_w+C \geq 45$ dB

Cloison sèche caractérisée par un indice d'affaiblissement acoustique $R_w+C \geq 45$ dB, d'épaisseur 10 cm, avec laine minérale d'épaisseur 45 mm et deux plaques de plâtre BA13 par parement, de type 98/48 de Placoplâtre ou équivalent.

Localisation : Cloisonnement des locaux CTA à l'intérieur des halls montage aimant et poutre

6.4.2 Doublage de façade sur ossature métallique

Doublage thermique et acoustique sur ossature métallique de type M48, comprenant une plaque de ciment d'épaisseur 12mm et un isolant en laine minérale d'épaisseur 45 mm, de type Cementex de Siniat, Aquaroc de Placoplâtre, ou équivalent.

Localisation : Parois des halls montages aimant et poutre.

6.4.3 Précautions de mise en œuvre

De façon générale, les cloisonnements à base de carreaux de plâtre sont proscrits du fait de leur faible performance acoustique, à l'exception éventuelle des sanitaires individuels entre eux (mais jamais en périphérie des blocs sanitaires), et des recoupements verticaux à l'intérieur des gaines techniques.

Les cloisons, doublages et faux-plafonds seront réalisés conformément aux DTU et aux avis techniques des fabricants.

Sélection et dimensionnement des ouvrages

Les ouvrages à réaliser devront être sélectionnés et dimensionnés de manière à répondre aux exigences acoustiques, et également aux autres exigences du projet : tenue mécanique, résistance au feu, isolation thermique, classement hygrométrique du local, nécessité de plaques de plâtre haute dureté, protection sismique etc. En particulier, l'entreprise vérifiera dans le cadre de son offre puis de ses études d'exécution le type de cloison et de doublage adapté à la hauteur à franchir, et vérifiera la nécessité ou non d'une ossature primaire pour la réalisation des plafonds.

Cloisons

L'implantation des cloisons devra suivre parfaitement les plans architecte DCE, sauf évolution en cours de chantier validée par la maîtrise d'œuvre.

Toutes les cloisons sèches en plaques de plâtre sur ossature métallique devront s'élever toute hauteur du plancher bas jusqu'au plancher haut (ou de plancher bas à toiture le cas échéant). Elles seront systématiquement installées avant les doublages et avant les faux plafonds.

Dans le cas de cloisons positionnées sous un plancher ou une toiture à forte déformation, il pourra être nécessaire de prévoir un système de coulisse en tête de cloison. Cette coulisse devra assurer l'affaiblissement acoustique requis. L'entreprise se reportera alors aux détails des fabricants de cloisons pour cette mise en œuvre particulière.

Selon les instructions du fabricant, des bandes résilientes adhésives seront mises en œuvre aux dos des rails et montants, en partie basse des cloisons et en départ mural, pour obtenir la performance acoustique visée.

Sauf système monoparement de largeur 90 cm, les plaques de plâtre seront montées à joint décalé, à la fois pour le premier parement et pour le deuxième parement.

Les panneaux ou rouleaux de laine minérale dans les cloisons et doublages seront posés jointifs, entre ossatures, toute hauteur, sans vide. Ils seront tenus en tête.

Il ne sera pas prévu de réduction de l'entraxe entre montants des cloisons distributives pour permettre l'atteinte de la hauteur souhaitée dans le local. Une diminution de l'entraxe de 60 à 40 cm entre montants engendre une réduction non négligeable des performances acoustiques. L'entreprise privilégiera dans ce cas des montants accolés.

L'isolant mis en œuvre au sein des cloisons ne sera pas comprimé.

Doublages

Les doublages ne seront pas filants entre locaux, mais interrompus par les cloisons et gaines techniques.

Le doublage de parois maçonnées par une plaque de plâtre seule collée sur parpaing est proscrit dès lors qu'il est requis un isolement acoustique minimum entre locaux séparés par ce type de paroi, car ce type de montage détériore la performance acoustique de la maçonnerie, et affaiblit fortement l'isolement acoustique entre locaux par transmissions sonores directes et latérales.

Joints

Les joints entre plaques de plâtre de chaque cloison et doublage ainsi qu'à la périphérie seront traités avec des bandes à joints et enduit, y compris en plénum de faux-plafond, y compris en cueillie.

En pied de cloison et de doublage, les plaques de plâtre seront posées à une distance de 5 à 10 mm du sol conformément au DTU et/ou à l'avis technique du fabricant, puis un joint au mastic sera réalisé pour assurer l'étanchéité acoustique.

Incorporations électriques

Les prises, interrupteurs ou toutes autres incorporations dans les cloisons ne devront pas être installés dos à dos, mais à une distance minimale de 60 cm de part et d'autre de la cloison, avec présence continue d'une laine minérale entre les incorporations.

Aucune incorporation électrique ne sera réalisée dans les plafonds isolants.

Portes, trappes et châssis vitrés

La mise en œuvre des éléments menuisés vitrés ne doit en aucun cas être filante devant les séparatifs intérieurs (cloisons notamment) sans la prise de précautions nécessaires vis-à-vis des exigences d'isolement entre locaux.

Toutes les impostes des portes devront être réalisées de la même constitution que la cloison dans laquelle elles sont implantées ou justifieront d'un indice d'affaiblissement acoustique équivalent.

La mise en œuvre des huisseries devra respecter les DTU et spécifications techniques appropriées, avec les calfeutrements nécessaires pour respecter l'affaiblissement acoustique des portes (enduits, joint mousse, finition au joint acrylique, etc).

Lorsque des trappes sont prévues au présent corps d'état, leur composition doit être similaire à celle de la paroi les recevant (y compris la laine minérale collée derrière la trappe) et vérifiera un indice d'affaiblissement équivalent.

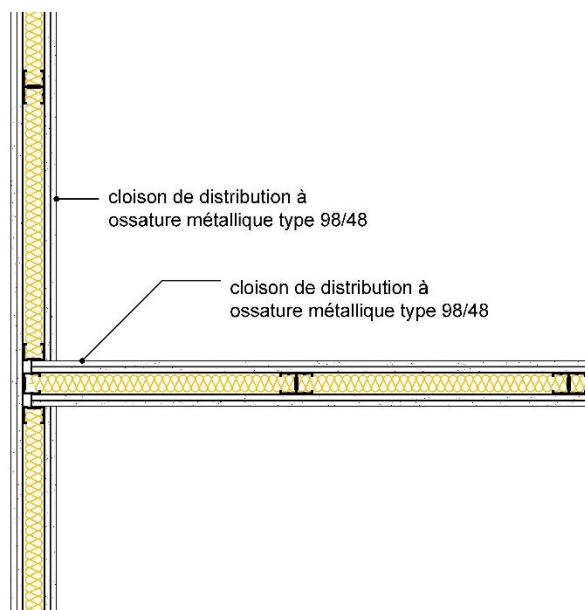
Rebouchages et calfeutrement

Les calfeutrements autour des traversées par les lots techniques et en raccord avec les autres corps d'état (structure, menuiseries intérieures, etc) seront traités avec précaution (bourrage par laine minérale, joint étanche à l'air, feuille viscoélastique), et parachevés par un joint silicone pour garantir l'étanchéité à l'air de la paroi.

Détails de mise en œuvre

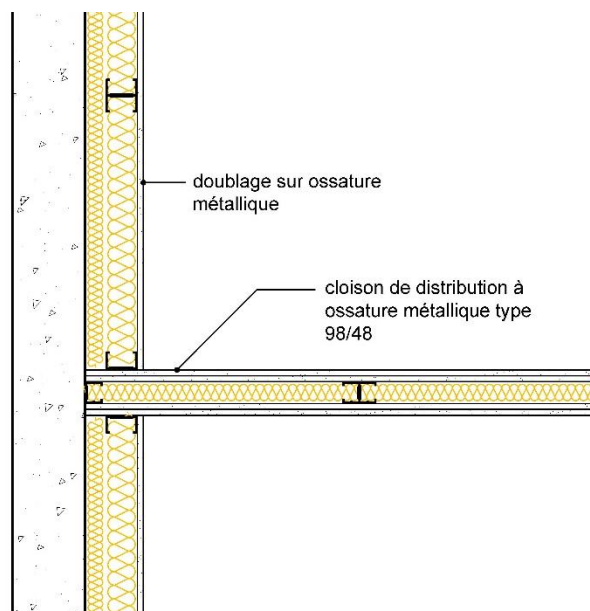
En pied de cloison, l'étanchéité acoustique sera réalisée par un joint à la pompe (les plaques de plâtre étant posées à 5-10 mm du sol, selon DTU).

Afin de limiter les transmissions latérales entre locaux dans le cas d'une jonction en « T », les parements en plaques de plâtre intérieurs des cloisons sur circulation ou sur autre local seront recoupés au droit des cloisons qui séparent deux locaux, selon les principes illustrés ci-après :



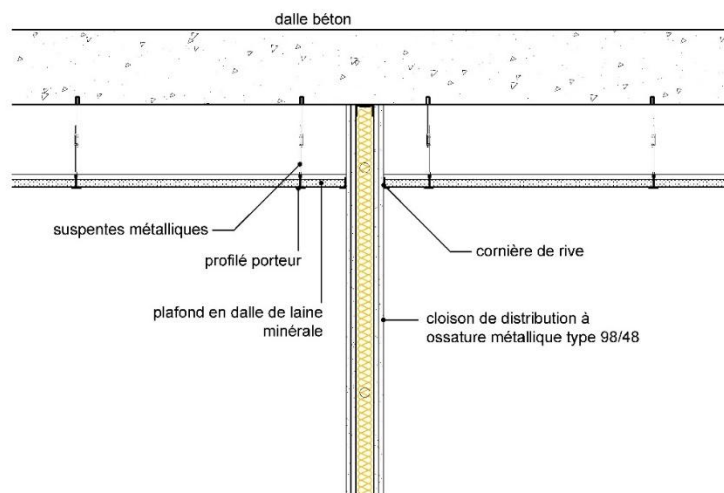
Coupes de principe de jonction entre deux cloisons sèches

Les doublages seront interrompus par les cloisons et gaines techniques, selon les principes illustrés ci-après.



Coupes de principe de jonction entre cloison et doublage sur ossature métallique

Les faux-plafonds seront également interrompus par les cloisons, selon le principe illustré ci-après.



Coupe de principe de jonction entre cloison et faux-plafond en dalles démontables

6.5 LOT 05 : MENUISERIES INTERIEURES

6.5.1 Bloc-portes

6.5.1.1 Note sur la sélection des bloc-portes

Les bloc-portes décrits ci-après sont caractérisés par leur indice d'affaiblissement acoustique R_w+C , évalué par un essai en laboratoire et faisant l'objet d'un rapport d'essai acoustique.

Ce rapport d'essai acoustique concerne le bloc-porte dans son ensemble (huisserie, ouvrant, joints, imposte démontable éventuelle, oculus vitré, etc) et doit préciser toutes les sujétions particulières de mise en œuvre nécessaires à l'obtention de la performance acoustique.

L'entreprise veillera à sélectionner ses bloc-portes selon l'indice R_w+C (et non l'indice R_w).

Une attention sera portée à la sélection des portes de dimensions non standards (hauteur ou largeur), en rapport aux dimensions maximum indiquées dans les fiches techniques des fabricants pour la performance acoustique annoncée.

6.5.1.2 Bloc-porte $R_w+C \geq 35$ dB

Bloc-porte à âme pleine caractérisé par un indice d'affaiblissement acoustique $R_w+C \geq 35$ dB, de type Portaphone de Malerba, Phonibloc 35 de Deya, ou équivalent.

Localisation : Portes d'accès aux locaux CTA à l'intérieur des halls montage aimant et poutre.

6.5.2 Précautions de mise en œuvre

Les portes, trappes et châssis vitrés seront mis en œuvre conformément aux DTU et aux avis techniques ou prescriptions techniques des fabricants.

Portes

Les bloc-portes seront sélectionnés de manière à répondre aux exigences acoustiques, et également aux autres exigences du projet : classement au feu, nombre d'unités de passage, accessibilité aux personnes handicapées, nécessité d'un oculus etc.

Avant mise en œuvre dans les voiles béton, l'entreprise vérifiera la réservation du gros œuvre et demandera toute reprise nécessaire (horizontalité des linteaux, dressage des tableaux, équerrage, cotes tableau et diagonales).

La fixation et le calfeutrement des huisseries devront faire l'objet d'une attention particulière afin d'éviter la création de points de faiblesse acoustique. L'étanchéité acoustique des huisseries avec leur paroi support, béton ou cloison, sera parfaite. Des joints en mousse de type Compriband de Tramico, ou équivalent, seront utilisés partout où nécessaire, associés à une finition au mastic acrylique.

L'étanchéité entre dormant et ouvrant sera obtenue par des joints en EPDM positionnés en feuillure, qui seront impérativement continus, avec coupe d'onglet dans les angles. Afin d'éviter la détérioration de l'étanchéité acoustique des joints lors de la mise en peinture des huisseries et parois des locaux, mini) l'entreprise prévoira soit des joints avec pellicule pelable, soit une pose des joints après intervention du peintre.

Le détalonnage des portes est proscrit pour toute porte nécessitant un indice d'affaiblissement R_w+C supérieur ou égal à 30 dB. Un joint à double lèvres sera prévu en bas de porte, qui frottera sur le sol lors de l'ouverture / fermeture de la porte. Le cas échéant, il pourra être prévu une plinthe automatique ou un seuil dit « seuil à la suisse ».

La quincaillerie mise en œuvre devra être compatible avec celle détaillée dans le rapport d'essai acoustique et/ou la fiche technique du bloc-porte.

Les grilles de transfert d'air dans les portes à contrainte acoustique sont proscrites.

L'entreprise devra le réglage de ses portes de manière à ce que les joints en feuillure soient parfaitement comprimés à la fermeture de l'ouvrant, et de façon à ce que le joint en bas de porte soit parfaitement étanche à l'air, sans jour apparent. Le joint entre vantaux devra également être parfaitement comprimé, dans le cas de portes à deux vantaux.

Les ferme-portes seront correctement réglés de manière à ne pas faire claquer la porte lors de sa fermeture.

6.6 LOT 05 : CVC

6.6.1 Traitement antivibratoire des équipements

Les équipements générant des vibrations feront systématiquement l'objet d'une isolation vibratoire : groupes froids, CTA, système de production d'eau déionisé, etc.

Pour chaque appareil, des systèmes de désolidarisation antivibratiles adaptés seront placés sous les équipements. L'entreprise devra prendre en compte la rigidité du support et pour ce faire effectuer une synthèse avec le lot Gros-œuvre.

Les plots antivibratiles placés sous les appareils devront permettre une efficacité de filtrage des vibrations d'au moins 95 % à la fréquence la plus basse d'excitation.

Les CTA prévues à ce stade sont caractérisés par les fréquences d'excitation suivantes :

- CTA hall montage aimant : 2047 tr/min = 34 Hz
- CTA Hall montage poutre : 2489 tr/min = 41 Hz

Compte tenu de la fréquence propre de la dalle des halls montage, la fréquence propre sous charge des plots antivibratiles positionnés sous les CTA ne sera pas supérieure à **9 Hz**. Des plots antivibratiles en matériau élastique (caoutchouc, élastomère, PUR) ou ressort seront à employer, selon le cas.

La fréquence propre sous charge des plots antivibratiles positionnés sous les groupes froids ne sera pas supérieure à **6 Hz**. Des ressorts seront à employer.

De manière générale, tout équipement générateur de vibration positionné au RdC des halls montage aimant et poutre sera désolidarisé (Système de production d'eau déionisé, etc.). Compte tenu de la fréquence propre de la dalle des halls montage, la fréquence propre sous charge des plots antivibratiles positionnés sous ces équipements ne sera pas supérieure à **9 Hz**. Des plots antivibratiles en matériau élastique (caoutchouc, élastomère, PUR) ou ressort seront à employer, selon le cas.

En aucun cas, on ne placera les appareils sur un « tapis antivibratoire » continu ou sur une dalle flottante, du fait que la fréquence de résonance de ces types de système n'est pas compatible avec l'isolation vibratoire recherchée.

Les connexions des équipements avec les gaines, les canalisations et les câbles devront intégrer un dispositif de découplage ou de libre débattement afin d'éviter de court-circuiter l'efficacité des appuis de désolidarisation.

Les caractéristiques exactes des dispositifs à mettre en œuvre dépendent fortement du matériel qui sera sélectionné par les entreprises et du montage proposé. Il appartient à ces dernières de justifier leur choix en fournissant les caractéristiques des matériels et des plots antivibratiles, ainsi que les notes de calculs justifiant leurs dimensionnements.

6.6.1 Réseaux de ventilation

Note importante :

L'entreprise titulaire du lot devra apporter une note de calcul justifiant le respect du niveau sonore maximum admissible dans chaque local, défini au chapitre des objectifs acoustiques du présent document.

6.6.1.1 Fixation des gaines de ventilation

Les gaines de ventilation seront fixées aux parois par l'intermédiaire de suspentes ou de colliers incorporant un matériau élastique, de type Dammgulast de Müpro ou équivalent. Les équipements de ventilation placés en plénum de faux-plafond également.

6.6.1.2 Limitation du bruit de ventilation dans les réseaux

Pièges à son

Les réseaux d'air neuf, rejet, soufflage et reprise des CTA seront systématiquement pourvus de pièges à sons. Ces pièges à son seront placés le plus près possible des caissons, voire dans les caissons eux-mêmes. Ils seront assurément implantés en amont de toute dérivation du réseau.

Pour une meilleure efficacité, les pièges à son de section rectangulaire (et non circulaire) seront à privilégier.

Leur dimensionnement acoustique sera à effectuer en fonction des niveaux de puissance acoustique des équipements, des atténuations et régénérations de bruit dans le réseau, et des objectifs de niveau sonore maximum visés dans les locaux. Ce dimensionnement sera effectué sur les bandes d'octave de 63 Hz à 8 kHz, pour un résultat de niveau sonore exprimé par octave et en valeur globale pondérée A. Les calculs menés devront prendre en compte les incertitudes données par les fournisseurs sur les niveaux de puissance acoustique des appareils (en général 3 à 5 dB sur chaque bande d'octave). Les performances acoustiques des pièges à son devront être garanties par leurs fabricants.

La répartition de l'air dans les voies d'air du piège à son devra être uniforme. La vitesse d'air sera limitée à 10 m/s dans les veines des pièges à sons.

Pour éviter une forte régénération de bruit, l'augmentation ou la diminution de section avant et après piège à son ne sera pas brusque mais progressive, grâce à l'emploi de pièces de transformation dont la longueur sera au moins égale à deux fois le diamètre de la gaine. Ces pièces de raccord entre gaines et piège à son seront exécutées pour que l'écoulement soit le plus laminaire possible.

Il sera évité de placer les pièges à son à proximité d'un accident de parcours générant du bruit (coude, clapet coupe-feu, registres, etc.).

Les pièges à son seront capotés partout où nécessaire pour éviter les phénomènes de court-circuit acoustique par leurs enveloppes, notamment en espace extérieur. Ce capotage sera à base de tôle acier et d'un isolant en laine de roche, avec ajout si nécessaire de feuille de visco-élastique collée sur la tôle acier.

L'encombrement des pièges à son dans les locaux techniques ou le long du réseau devra être parfaitement intégré dans l'étude d'exécution de l'entreprise et le plan de maquettage des locaux techniques.

Sur la base des équipements techniques prévus à ce stade et la position supposée des grilles d'air neuf et rejet des CTA par rapport au voisinage, les PAS suivant ont été dimensionnés :

Equipement	Réseau	Silencieux n°	Donnée*	Donnée [dB] par bande d'octave [Hz]						
				63	125	250	500	1000	2000	4000
CTA hall montage poutre	Air neuf	1	Atténuation	3	7	17	29	41	39	24
	Rejet									
	Soufflage									
	Reprise									
CTA hall montage aimant	Air neuf									
	Rejet									
	Soufflage									
	Reprise									

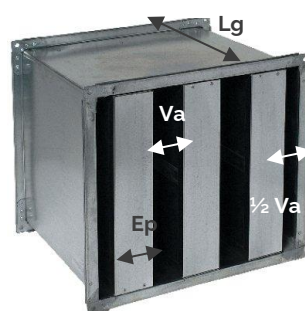
Ces silencieux présenteront les caractéristiques dimensionnelles suivantes :

Silencieux n°	Caractéristiques du silencieux			
1	Type	Rectangulaire		
	Dimensions	Longueur : 1 m	Baffles	Largeur : 200 mm
				Largeur de la voie d'air : 100 mm

Ces éléments sont indicatifs et ne se substituent pas à un dimensionnement précis de l'entreprise en fonction des équipements techniques et emplacements des gaines de ventilation retenus. Le dimensionnement des

pièges à son par l'entreprise en phase EXE devra tenir compte des niveaux de bruit régénérés au passage d'air dans les gaines.

Illustration :



Légende :

Ep : épaisseur des baffles

Va : voies d'air

Lg : longueur des baffles

Limitation de la vitesse d'air dans les gaines

Les vitesses d'air dans les gaines devront être contrôlées de manière à limiter le bruit régénéré au travers des différents éléments du réseau provoquant des perturbations du flux d'air : coudes, changement de section, piquages, registres, clapets coupe-feu, etc.

En première approche, on se limitera à 5 m/s dans les gaines primaires, et 3 m/s dans les réseaux secondaires, valeurs à adapter suivant la configuration du réseau et les résultats de calcul acoustique de l'entreprise.

Dans les conduits raccordant aux diffuseurs, les vitesses d'air seront limitées aux valeurs suivantes, en fonction des niveaux sonores recherchés dans les locaux :

Niveau sonore dans le local [dBA]	25 dBA	30 dBA	35 dBA	40 dBA
Vitesse du flux d'air en distribution terminale [m/s]	1,5 m/s	2,0 m/s	2,5 m/s	3,0 m/s

Registres / Boîte de débit variable (BDV)

Les registres de réglage ou boîte de débit variable (BDV) employés seront situés suffisamment en amont des bouches de soufflage et de reprise d'air afin d'éviter la perception des bruits créés par l'augmentation de vitesse de l'air à leur passage. Dans le cas courant, il sera prévu un conduit flexible acoustique entre le registre et la bouche de soufflage ou reprise d'air, pour atténuer le bruit généré par le flux d'air au passage du registre, ou tout système équivalent (pièges à son, gaine tapissée à l'intérieur d'un isolant type Climliner de Isover, etc.).

Raccordement des terminaux aux gaines de ventilation

Les cassettes, grilles de reprise, diffuseurs, et tout autre dispositif terminal seront raccordés aux gaines de ventilation par des atténuateurs de bruit, soit de type conduit flexible acoustique (type Phoniflex de France Air ou équivalent, de longueur 1 m minimum), soit de type piège à son cylindrique à baffle central (type Octa baffle de Aldes, Optimum 50 de F2A, ou équivalent).

Ces atténuateurs de bruit seront placés entre les registres de réglage de débit et les terminaux (soufflage ou reprise d'air).

6.6.2 Equipements de CVC

6.6.2.1 Groupes de production de froid

Les groupes de production de froid seront caractérisés par un niveau de puissance acoustique $L_{w,A}$ limité à 83,5 dBA, de type CXC 009 XLN de Trane ou équivalent.

Ils seront localisés en extérieur, à l'est du bâtiment T5.

Un écran acoustique sera positionné autour des groupes de production de froid. Cet écran acoustique est détaillé au lot Métallerie – Serrurerie (cf. §6.3.1).

6.6.2.2 Centrales de traitement d'air (CTA)

Il est prévu 2 centrales de traitement d'air (CTA) sur le projet.

Ces CTA seront munies de pièges à son dûment dimensionnés sur leurs quatre réseaux (air neuf, rejet, soufflage, reprise) et raccordées aux réseaux de gaines par des manchettes souples.

Les parois des CTA seront de type double peau, constituées de deux tôles acier d'épaisseur 7/10^{ème} minimum de part et d'autre d'un isolant en laine de roche d'épaisseur 40 mm minimum. Leur bruit rayonné sera limité à un niveau de puissance acoustique L_{wA} de 65 dBA.

6.6.3 Précautions de mise en œuvre

Les éléments seront mis en œuvre suivant les DTU, normes et recommandations techniques des fabricants.

Equipements et réseaux techniques

Tous les éléments susceptibles de générer des vibrations seront désolidarisés de la structure du bâtiment, et seront fixés ou supportés par des parois lourdes.

Toutes les traversées de paroi seront traitées avec un manchon résilient autour de la gaine.

L'exécution des réseaux aérauliques devra permettre d'éviter au maximum les accidents de parcours brutaux pour le flux d'air. Les changements de section seront progressifs. Les changements de direction pourront se faire, si nécessaire, avec des coudes à aubes directrices. Les registres et clapets coupe-feu seront tenus, autant que possible, à distance des changements de direction ou de section.

Avant la fermeture des gaines, l'entreprise vérifiera l'absence de tout élément « parasite » pouvant générer du bruit ou des turbulences lors de la mise en fonctionnement (vis, scotch, câbles, etc.).

L'entreprise devra réaliser l'équilibrage de la pression statique dans les réseaux de ventilation.

Coordination

L'entreprise titulaire du lot devra se coordonner avec le lot gros œuvre et/ou les lots en charges des éléments de construction métallique afin de s'assurer que les planchers et autres supports ne soient pas le siège de déflexions sous charges qui nuisent au bon fonctionnement des appuis antivibratiles nécessaires sous ses équipements. De même, les cadres, châssis métalliques, massifs béton et autres éléments structurels situés au-dessus des plots antivibratiles devront être suffisamment rigides pour ne pas se déformer sous la charge des équipements.

6.6.4 Limitation du bruit émis dans l'environnement

Les équipements générant du bruit vers le voisinage seront insonorisés de manière à respecter les exigences définies dans la présente notice acoustique, et les exigences acoustiques réglementaires.

L'entreprise titulaire du lot devra vérifier par note de calcul le respect du niveau de pression acoustique maximum admissible dans l'environnement défini au chapitre des objectifs acoustiques du présent document. Les calculs tiendront compte du bruit rayonné par l'ensemble des équipements techniques dus au présent lot. Le résultat sera exprimé en dBA et par bandes d'octave entre 63 Hz et 8 kHz, à 2 m en façades des bureaux et habitations les plus proches. Les calculs seront effectués à partir des données acoustiques du fournisseur, en prenant une marge de sécurité sur les données des fournisseurs de 3 dB minimum dans chaque bande d'octave.

Les calculs tiendront compte à la fois du bruit rayonné par les équipements (groupes de production de froid, , CTA, etc.), du bruit lié aux réseaux d'aspiration d'air et de refoulement (CTA, etc.) et du bruit rayonnant vers l'extérieur au travers des ventilations haute et basse des locaux techniques.

6.7 LOT 06 : PLOMBERIE

6.7.1 Traitement antivibratoire des équipements

Les pompes, surpresseurs et tous les appareils générateurs de vibrations seront équipés de manchons de dilatation et reposeront sur des plots antivibratiles, si nécessaire par l'intermédiaire d'un massif d'inertie de masse égal à trois fois la masse de l'équipement supporté.

Ces plots antivibratiles devront apporter une efficacité d'amortissement des vibrations d'au moins 95 % à la fréquence d'excitation la plus basse de l'appareil.

Compte tenu de la fréquence propre de la dalle des halls montage, la fréquence propre sous charge des plots antivibratiles positionnés sous les équipements reposant sur la dalle ne sera pas supérieure à **9 Hz**. Des plots antivibratiles en matériau élastique (caoutchouc, élastomère, PUR) ou ressort seront à employer, selon le cas.

L'entreprise prévoira un système suspendu équilibré (les suspensions par massif sur couche continue d'un matelas élastique sont proscrites). Le massif doit être commun à la pompe et au moteur d'entraînement.

Le raccordement des canalisations aux équipements émettant des vibrations sera systématiquement réalisé avec des manchons de découplage (ou « compensateurs souples ») de type Dilatoflex ou équivalent.

6.7.2 Précautions de mise en œuvre

Les éléments seront mis en œuvre suivant les DTU, normes, avis techniques et notices de pose des fabricants.

Support des équipements placés sur plots antivibratiles

L'entreprise titulaire du lot devra se coordonner avec le lot gros œuvre et /ou les lots en charges des charpentes et appuis afin de s'assurer que les planchers et autres supports ne soient pas le siège de déflexions sous charges qui nuisent au bon fonctionnement des appuis antivibratiles nécessaires sous ses équipements.

De même, les cadres, châssis métalliques, massifs béton et autres éléments structurels situés au-dessus des plots antivibratiles devront être suffisamment rigides pour ne pas se déformer sous la charge des équipements.

Fixations des canalisations

Les canalisations seront fixées uniquement aux parois lourdes, de masse surfacique au moins égale à 200 kg/m². Elles ne seront pas fixées sur des parois légères (cloisons sèche, brique creuse, carreau de plâtre etc.).

Dans le cas courant, la fixation des canalisations et tuyauteries aux parois, que ce soit en mur ou en plafond, sera assurée par des **colliers avec amortisseur en caoutchouc**, de type Müpro avec garniture Dämmgulast ou équivalent. Ces colliers antivibratiles devront éviter la transmission de vibrations et bruits solidiens à leur paroi support. Le serrage des colliers restera suffisamment modéré pour conserver les propriétés élastiques du matériau. Pour les canalisations de diamètre supérieur à 50 mm cheminant en plafond, il pourra être utilisé des suspentes antivibratiles.

Les WC seront fixés aux parois murales ou au plancher par l'intermédiaire de chevilles résilientes de type Phonex de Müpro ou équivalent.

Traversées et rebouchages

Les traversées de parois s'effectueront systématiquement dans un **fourreau résilient** (ou « manchon souple »), de type Armacomfort Acoustic band de Armacell ou équivalent, autour des canalisations traversantes et dépassant d'au moins 50 mm de part et d'autre des parois. Toutes les réservations devront ensuite être **rebouchées** à l'aide d'un matériau présentant une masse surfacique équivalente à celle de la paroi traversée : mortier de ciment dans le cas de parois béton (à pleine épaisseur), plâtre ou map avec bourrage de laine minérale dans le cas de cloisons sèches, comme illustré sur le schéma ci-après.

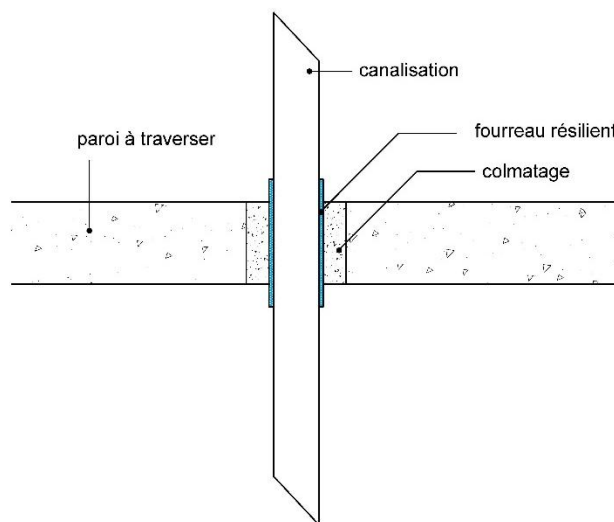


Schéma de principe d'une traversée de paroi par une canalisation

La parfaite étanchéité à l'air de la paroi devra être préservée, ainsi que son degré coupe-feu éventuel. L'utilisation de mousse expansive à base de polyuréthane pour effectuer ces rebouchages est proscrite.

Les passages de murs ou de planchers rebouchés sans manchon souple sont absolument interdits.

Aucune canalisation ne devra traverser une chape flottante ou un procédé d'isolation sous revêtement de sol sans précaution particulière.

6.7.3 Limitation du bruit des équipements techniques

Les équipements générant du bruit vers le voisinage seront insonorisés de manière à respecter les exigences définies dans la présente notice acoustique, et les exigences acoustiques réglementaires.

L'entreprise titulaire du lot devra vérifier par note de calcul le respect du niveau de pression acoustique maximum admissible dans l'environnement défini au chapitre des objectifs acoustiques du présent document. Les calculs tiendront compte du bruit rayonné par l'ensemble des équipements techniques dus au présent lot. Le résultat sera exprimé en dBA et par bandes d'octave entre 63 Hz et 8 kHz, à 2 m en façades des bureaux et habitations les plus proches. Les calculs seront effectués à partir des données acoustiques du fournisseur, en prenant une marge de sécurité sur les données des fournisseurs de 3 dB minimum dans chaque bande d'octave.

6.8 LOT 07 : ELECTRICITE

6.8.1 Traitement antivibratoire des équipements

Tous les appareils générateurs de vibrations tels que les transformateurs, onduleurs, armoires électriques etc. devront être désolidarisés de la structure du bâtiment par un système antivibratile dont le taux de filtrage des vibrations sera au moins de 95 % à la fréquence d'excitation la plus basse.

Compte tenu de la fréquence propre de la dalle des halls montage, la fréquence propre sous charge des plots antivibratiles positionnés sous les équipements reposant sur la dalle ne sera pas supérieure à **9 Hz**. Des plots antivibratiles en matériau élastique (caoutchouc, élastomère, PUR) ou ressort seront à employer, selon le cas.

Ces équipements seront désolidarisés des parois verticales en intercalant des matériaux antivibratiles. L'entreprise veillera à ce que leur implantation ne dégrade pas l'affaiblissement acoustique des parois support.

6.8.2 Précautions de mise en œuvre

Les éléments seront mis en œuvre suivant les DTU, normes et recommandations techniques des fabricants.

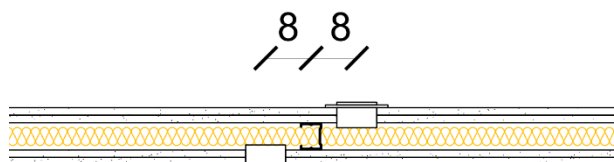
Supports

L'entreprise titulaire du lot devra se coordonner avec le lot gros œuvre et/ou les lots en charges des charpentes et structures métalliques afin de s'assurer que les planchers et autres supports ne soient pas le siège de déflexions sous charges qui nuisent au bon fonctionnement des appuis antivibratiles nécessaires sous ses équipements. De même, les cadres, châssis métalliques, massifs béton et autres éléments structuraux situés au-dessus des plots antivibratiles devront être suffisamment rigides pour ne pas se déformer sous la charge des équipements.

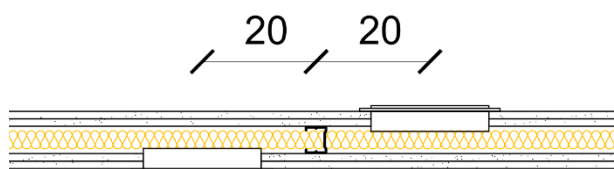
Incorporations

Dans les cloisons sèche à simple ossature, les incorporations électriques ne seront pas positionnées en vis-à-vis mais toujours décalés (d'au moins 16 cm pour des boîtiers simples et 40 cm pour des boîtiers triples) avec présence d'un montant entre les éléments.

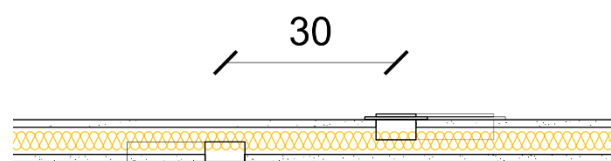
En l'absence de montant, une distance de 30 cm minimum sera respectée.



Principe de mise en œuvre avec boîtiers simples dans une cloison avec présence d'un montant entre les éléments



Principe de mise en œuvre avec boîtiers triples dans une cloison avec présence d'un montant entre les éléments



Principe de mise en œuvre avec boîtiers simples ou triples dans une cloison sans présence d'un montant entre les éléments

Pour les systèmes constructifs sous avis technique, les incorporations et saignées respecteront les méthodes du fabricant décrites dans l'avis technique.

Rebouchages

Dans toute paroi, doublage et plafond, les percements et réservations pour incorporations électriques ou passages de réseaux seront tous rebouchés et calfeutrés de sorte à respecter les exigences acoustiques de l'opération.

Dans tous les cas, le rebouchage des percements et réservations seront effectués à l'aide d'un matériau présentant une masse surfacique équivalente à celle de la paroi traversée : mortier de ciment dans le cas de parois béton (à pleine épaisseur), plâtre ou map avec bourrage de laine minérale dans le cas de cloisons sèches.

L'utilisation de mousse expansive en polyuréthane pour le rebouchage des réservations est proscrite, excepté dans les cloisons ou doublages sans enjeu acoustique.

Chemins de câbles

Les chemins de câbles seront interrompus de part et d'autre d'une paroi à contrainte acoustique, de manière à ce que seuls les câbles traversent la paroi, dans un fourreau, la réservation étant ensuite rebouchée avec un matériau garantissant l'intégrité acoustique de la paroi.

Si cette solution n'est pas envisageable, la réservation pour le passage des chemins de câbles devra être soigneusement rebouchée avec un matériau restituant l'affaiblissement acoustique de la cloison, garanti par un rapport d'essai acoustique (selon norme EN ISO 20140-10), par exemple de type mousse coupe-feu et acoustique CFS-F FX de Hilti, ou équivalent.

6.8.3 Limitation du bruit émis dans l'environnement

Les équipements générant du bruit vers le voisinage seront insonorisés de manière à respecter les exigences définies dans la présente notice acoustique, et les exigences acoustiques réglementaires.

L'entreprise titulaire du lot devra vérifier par note de calcul le respect du niveau de pression acoustique maximum admissible dans l'environnement défini au chapitre des objectifs acoustiques du présent document. Les calculs tiendront compte du bruit rayonné par l'ensemble des équipements techniques dus au présent lot. Le résultat sera exprimé en dBA et par bandes d'octave entre 63 Hz et 8 kHz, à 2 m en façades des bureaux et habitations les plus proches. Les calculs seront effectués à partir des données acoustiques du fournisseur, en prenant une marge de sécurité sur les données des fournisseurs de 3 dB minimum dans chaque bande d'octave.

7 NOTES A DESTINATION DES ENTREPRISES

7.1 Engagement des entreprises

7.1.1 Respect des contraintes acoustiques

Les performances acoustiques et vibratoires des matériaux et systèmes à mettre en œuvre correspondent à des valeurs minimales de performance, qui sont à considérer comme des obligations de moyen minimum. A ces performances acoustiques et vibratoires minimum sont associés un descriptif du système à mettre en œuvre, un ou plusieurs exemples de produit ou solution pouvant satisfaire à cette performance, et des précautions générales ou spécifiques de mise en œuvre.

Les marques et types des produits ou systèmes cités dans la présente notice sont donnés à titre d'exemple. L'entreprise est libre de proposer tout autre produit que ceux cités dans le présent document, à condition de justifier de son équivalence acoustique et d'assurer répondre à toutes les autres contraintes du projet, exprimées dans les pièces écrites et graphiques du DCE.

Pour chaque ouvrage dû à son lot, l'entreprise est réputée responsable du respect des contraintes acoustiques et vibratoires imposées dans le présent document et doit par conséquent prévoir dans son offre tout moyen nécessaire et indispensable pour satisfaire aux obligations de résultat qui lui sont imposées : matériaux, ressources humaines, logistique, implication lors des réunions de coordination, essais acoustiques en laboratoire ou sur cellule témoin, sujétions de mise en œuvre, etc.

De manière générale, l'entreprise doit prévoir tout moyen qui ne serait pas explicitement décrit et qu'elle jugerait nécessaire à l'obtention de ses obligations de résultat.

Au stade de l'offre, l'entreprise doit prendre connaissance de toutes les pièces du DCE, en faire la synthèse, et apporter une proposition technique et financière qui permette de répondre à l'ensemble des contraintes. Si l'entreprise décèle des contradictions entre pièces du DCE sur des ouvrages à caractère acoustique et vibratoire, elle est invitée à en informer le maître d'œuvre et son acousticien avant de répondre à l'appel d'offres, et à poser les questions nécessaires à la clarification de toute ambiguïté.

L'omission d'une quelconque recommandation dans la notice acoustique et vibratoire, ou des différences entre la notice acoustique et vibratoire et d'autres pièces du marché (plans, CCTP, etc.), ne saurait diminuer la responsabilité des entreprises quant aux garanties de résultat qui leur sont demandées.

Aucune entreprise ne pourra faire valoir une incompétence en acoustique ou vibration pour s'affranchir de ses obligations de résultat. Le cas échéant, elle se fera assister d'un bureau d'étude ou d'un ingénieur-conseil en acoustique, à ses frais, que ce soit au stade de l'offre, des études d'exécution ou du déroulement du chantier.

7.1.2 Compétence et qualification des entreprises

Les entreprises titulaires de chaque lot devront posséder les compétences, qualifications professionnelles et assurances correspondant aux travaux et installations qui leur sont demandés.

7.1.3 Coordination entre corps d'état

Les objectifs acoustiques et vibratoires visés sur l'opération s'appliquent à l'ensemble des ouvrages qui seront réalisés, tous lots confondus, de manière transversale.

Chaque entreprise devra donc prendre connaissance du cahier des charges de travaux des autres lots, afin de tenir compte de toutes les sujétions inhérentes aux interfaces entre corps d'état, et s'engage à agir en coordination avec tout autre corps d'état pour obtenir, in fine, le résultat acoustique et vibratoire escompté.

7.1.4 Relation avec l'acousticien de la maîtrise d'œuvre

Chaque entreprise s'engage à fournir à l'acousticien de la maîtrise d'œuvre tous documents justifiant la performance acoustique et vibratoire de ses ouvrages, avant leur mise en œuvre. Elle devra également prévenir l'acousticien, et de manière générale la maîtrise d'œuvre, d'un changement de système constructif, produit ou équipement, intervenu après validation de la solution initialement proposée.

Chaque entreprise s'engage à prendre en compte les observations de l'acousticien lors du chantier, que celles-ci soient formulées sur site, en réunion de chantier, ou au travers de documents écrits tels que les avis sur les systèmes proposés (mission VISA) et les comptes-rendus de visite de chantier (mission DET).

7.2 Justification des performances acoustiques avant travaux

7.2.1 Notion d'équivalence

La description des moyens à mettre en œuvre dans la présente notice acoustique et vibratoire comprend généralement la référence à un produit-type, suivi du terme « ou équivalent ».

Cette notion d'équivalence s'entend pour tous les aspects liés à la qualité acoustique et vibratoire du produit décrit, notamment :

- La performance acoustique intrinsèque du produit, à la fois en valeur globale (fréquence propre sous charge f_0 , indice d'affaiblissement acoustique R_w+C , indice d'amélioration du niveau de bruit de choc ΔL_w , coefficient d'absorption acoustique α_w , niveau de puissance acoustique L_w , etc.) et en valeurs par bandes d'octave sur un spectre fréquentiel établi au minimum de 63 Hz à 4 kHz ; Cette performance acoustique doit avoir été mesurée dans un laboratoire acoustique agréé, suivant les normes en vigueur, et avoir fait l'objet d'un rapport d'essai acoustique ;
- La validité des conditions de mise en œuvre (ou de fonctionnement) lors de l'essai acoustique en laboratoire, au regard des conditions de mise en œuvre (ou de fonctionnement) prévues sur l'opération ;
- La garantie d'une mise en œuvre sur chantier permettant d'obtenir les performances acoustiques visées ;
- La pérennité des performances acoustiques et vibratoires.

Dans tous les cas, c'est le maître d'œuvre et son acousticien qui jugeront du caractère équivalent, ou non, des produits proposés.

7.2.2 Documents à fournir

Les entreprises devront fournir, au maître d'œuvre et à son acousticien, un certain nombre de documents justificatifs permettant de valider les produits, systèmes et équipements proposés. Ces documents seront transmis suffisamment en amont des travaux pour permettre à la maîtrise d'œuvre de réaliser sa mission VISA, et à l'entreprise de prendre ensuite en compte les observations du maître d'œuvre.

De manière générale, il est demandé aux entreprises de fournir ses plans d'exécution, les fiches techniques de ses produits, et les rapports d'essai attestant de la performance acoustique et vibratoire de ses produits.

En fonction des spécificités du projet, et des évolutions pouvant intervenir en phase de passation des marchés ou en cours de chantier, d'autres documents pourront être demandés à l'entreprise afin de vérifier et valider ses ouvrages avant toute mise en œuvre.

Pour chaque lot, l'ensemble devra être communiqué en un seul envoi, dans un dossier unique et complet, sous peine d'être non recevable et non étudié.

Chaque entreprise devra s'organiser pour présenter ce dossier au maître d'œuvre dans les délais compatibles avec le planning de l'opération, en contactant ses fournisseurs et en établissant ses plans d'exécution suffisamment en amont. En cas de retard dans la production de ces documents, il ne pourra être exigé de l'acousticien d'accélérer ses validations pour compenser les manques de l'entreprise.

Concernant spécifiquement le lot CVC, les plans et fiches techniques de matériel ne pourront pas être validés sans la fourniture des notes de calcul acoustiques associées, justifiant du contrôle du bruit des installations techniques.

7.2.3 Plateforme en ligne – boîte à plan

En cas d'adoption d'une plateforme en ligne (boîte à plan) pour la gestion des VISA, l'acousticien de la maîtrise d'œuvre ne réalisera aucun tri entre les différentes pièces déposées (concernant ou non l'acoustique du projet). L'entreprise informera l'acousticien, via un filtre spécifique sur la plateforme, du dépôt d'un document nécessitant un visa acoustique conformément à la liste des pièces attendues par l'acousticien.

En cas de non-respect de cette disposition (absence de filtre spécifique destiné à l'acousticien, dépôt systématique de documents sans incidence acoustique, etc...), les documents déposés seront refusés ou non analysés et cela sous responsabilité de l'entreprise.

7.2.4 Rapports d'essais acoustiques

Pour certains produits, systèmes et équipements décrits dans le présent document, l'entreprise devra fournir, avant toute mise en œuvre, les rapports d'essai acoustique correspondants.

Ces rapports d'essai acoustique seront rédigés en langue française, dateront de moins de dix ans, et auront été réalisés selon les normes françaises ou européennes en vigueur par un laboratoire indépendant du fabricant. Ils devront être transmis complets (toutes pages) et devront comporter, outre le résultat des mesures par octave ou tiers d'octave et en valeur globale, la référence à la norme de mesure, la méthodologie utilisée, un descriptif du poste de mesure et un descriptif exhaustif de l'échantillon testé (nature, constitution, dimensions, montage etc.).

Les rapports d'essai acoustique devront concerner le produit, système ou équipement dans son exacte composition, et dans les conditions de mise en œuvre ou de fonctionnement correspondant à ce qui est prévu sur l'opération.

Seul l'acousticien de la maîtrise d'œuvre sera en mesure d'apprécier la validité et la représentativité des rapports d'essai acoustique présentés par l'entreprise.

Si l'entreprise envisage de mettre en œuvre un produit ne disposant pas de rapport d'essai acoustique en laboratoire, ou dont le rapport d'essai acoustique est estimé non valable, elle devra justifier la performance acoustique requise par un essai acoustique sur ouvrage témoin, dans les conditions correspondant aux conditions de l'opération.

Une simple documentation commerciale ne pourra en aucun cas tenir lieu de rapport d'essai acoustique.

7.2.5 Notes de calcul acoustiques

Un certain nombre de lots doivent des notes de calcul acoustiques, en particulier les lots techniques ayant à mettre en œuvre des équipements générant du bruit et/ou des vibrations, susceptibles de gêner le confort des utilisateurs ou de troubler le voisinage du projet.

Avant établissement de ces notes de calcul, un accord préalable de l'acousticien devra avoir été obtenu sur la méthode utilisée (bruit des équipements, taux de filtrage des vibrations, respect des fréquences propres de suspensions de gaines etc.).

Lorsqu'une entreprise retient un calcul informatique pour les différentes notes demandées, elle doit faire apparaître toutes les hypothèses et formules utilisées sur des exemples significatifs afin que la Maîtrise d'œuvre puisse se prononcer en connaissance de cause.

En aucun cas, de simples extraits de documentations commerciales ne pourront tenir lieu de notes de calculs. Pour le lot CVC, aucun plan d'exécution de réseaux et aucune fiche produit ne seront approuvés sans vérification des notes de calcul acoustiques correspondantes.

● Règles de calculs concernant le bruit rayonné dans les locaux par les réseaux de ventilation

Pour chaque réseau de ventilation (soufflage et reprise) de chaque appareil (CTA, etc.), une note de calcul sera établie pour le local le plus dimensionnant (généralement le plus proche et/ou le plus petit volume), tenant compte des éléments de calcul suivants :

- Le niveau de puissance acoustique de l'équipement, correspondant à son débit d'air
- Les atténuations et régénérations de bruit par les pièges à son
- Les atténuations et régénérations de bruit lors de l'écoulement d'air dans les gaines, en fonction des caractéristiques des réseaux (diamètre, section, longueur, piquage, coude, etc.) et des éléments équipant les réseaux (clapets coupe-feu, registres, grilles, etc.)
- Le rayonnement du bruit par les parois des gaines en fonction de la vitesse d'écoulement de l'air
- Le niveau de puissance acoustique des terminaux et leur directivité
- Le nombre de terminaux par local
- Les caractéristiques du local (dimensions, durée de réverbération de référence)

Pour toute note de calcul, une majoration d'au moins 3 dB par bande d'octave sera appliquée sur les données acoustiques des fournisseurs d'équipements techniques (CTA, PAC. Etc.), afin de prendre en compte l'incertitude de mesure indiquée dans les fiches techniques des fournisseurs.

• Règles de calculs concernant le filtrage vibratoire

Pour chaque équipement technique nécessitant une désolidarisation vibratoire, l'entreprise fournira une note de calcul détaillant les éléments suivants :

- La masse de l'équipement et de son éventuel massif d'inertie, et les descentes de charge sur chaque plot antivibratile ponctuel
- La vitesse nominale de fonctionnement de l'équipement et la fréquence correspondante
- Le taux de filtrage à cette fréquence, en tenant compte des caractéristiques dynamiques réelles des plots antivibratiles proposés (raideurs dynamiques, amortissements, etc.).

Les caractéristiques de filtrage vibratoire devront être garanties par les fabricants.

Dans tous les cas, pour tous les systèmes générateurs de vibrations, le taux de filtrage vibratoire sera d'au moins 95 % pour la fréquence d'excitation la plus basse des équipements considérés.

7.2.6 Assistance de l'entreprise par un acousticien

Selon le cas, l'entreprise pourra s'adjoindre les conseils d'un bureau d'étude acoustique ou d'un acousticien-conseil indépendant pour le dimensionnement acoustique et vibratoire de ses ouvrages, l'établissement des justificatifs acoustiques et vibratoires, le suivi acoustique et vibratoire de ses travaux, et la réalisation de mesures acoustiques et vibratoires d'auto-contrôle en cours de chantier.

Cette assistance en acoustique et vibration est au libre choix de l'entreprise. Elle ne fait pas l'objet d'un poste spécifique dans les éléments de décomposition de prix et doit être inclus dans le prix global et forfaitaire de son marché. Elle ne pourra en aucun cas faire l'objet d'une demande financière supplémentaire auprès du Maître d'ouvrage.

Cependant, l'expérience montre que le lot CVC ne peut se passer d'une assistance en acoustique pour le dimensionnement de ses équipements et de ses réseaux, en vue de satisfaire aux obligations de résultat qui lui sont demandées (niveaux sonores maximum à respecter dans les locaux et dans l'environnement extérieur du projet). Sans assistance technique en acoustique, l'entreprise titulaire du lot CVC s'expose à des non-conformités flagrantes à la réception du chantier.

7.3 Limitation du bruit et des vibrations émises lors des travaux

Afin de limiter les nuisances sonores et vibratoires vis-à-vis des tiers pendant les travaux, le niveau de bruit au sein du chantier devra dans la mesure du possible être inférieur à 85 dBA, et il sera nécessaire de contenir les transmissions de bruit et de vibrations vers les zones voisines ou les bâtiments exploités ou occupés à proximité du chantier.

De manière générale, les entreprises devront respecter le cadre réglementaire et normatif suivant :

- Normes et réglementations relatives à la limitation du bruit des engins de chantier
- Norme ISO 2631 intitulée « Vibrations et chocs mécaniques - Évaluation de l'exposition des individus à des vibrations globales du corps »
- Règles techniques annexées à la circulaire du 23 juillet 1986 relative aux vibrations mécaniques émises dans l'environnement par les installations classées, concernant la sécurité des bâtiments
- Décret relatif à la lutte contre le bruit de voisinage du 31 août 2006
Nota : ce texte ne s'applique pas aux chantiers de manière comparable aux autres activités pouvant troubler le voisinage, mais il mentionne une nécessaire prise en compte de précaution et il conviendra de tenir compte de l'esprit de ce texte (s'agissant de définir une émergence) pour définir des niveaux de bruit acceptables pour les riverains ;
- Directive N°2000/14/CE, du 8 mai 2000, concernant le rapprochement des législations des Etats membres relatives aux émissions sonores dans l'environnement des matériels destinés à être utilisés à l'extérieur des bâtiments

- Arrêté du 21 janvier 2004 relatif au régime des émissions sonores des matériels destinés à être utilisés à l'extérieur des bâtiments
- Marquage CE du matériel employé, et conformité de chaque appareil au niveau de puissance acoustique maximum admissible

Une liste plus exhaustive des textes réglementaires et normatifs applicables est donnée dans le paragraphe détaillant le cadre d'étude de l'opération.

S'agissant des problèmes liés aux propagations solidiennes (vibrations), il conviendra de prévoir les interventions de manière à en limiter les effets (process, phasage, horaires, etc.). L'utilisation de matériel à percussions doit alors être évitée ou limitée à certains horaires dans certaines zones, le recours à des équipements non générateurs de vibrations basses fréquences est systématiquement préféré.

La prise en compte de la protection de l'ensemble des riverains pendant la phase de travaux est nécessaire. Toutes les protections provisoires nécessaires (couvertures, écrans acoustiques, etc.) et les mesurages acoustiques éventuels y afférant doivent être prévus. Des essais préalables pourront être réalisés par le candidat sur le matériel de chantier, afin de quantifier les transmissions sonores et/ou vibratoires dans les zones exploitées ou occupées les plus proches.

L'entreprise appliquera, le cas échéant, la charte de chantier à faibles nuisances.

7.4 Vérification des performances acoustiques in situ

7.4.1 Visites de chantier par le maître d'œuvre

En cours de chantier, le maître d'œuvre et le cas échéant son acousticien réaliseront des visites de chantier, pour vérifier la bonne mise en œuvre des éléments et discuter des éventuelles difficultés rencontrées par les entreprises.

Suite à ces visites de chantier, un compte-rendu sera rédigé et diffusé aux entreprises qui devront toutes en prendre connaissance. Les éléments mis en exergue dans le compte-rendu seront à intégrer par les entreprises pour la suite de leurs travaux, et les éventuelles demandes de reprises, d'ajustement ou de modifications seront à prendre en considération pour assurer la qualité acoustique de l'ouvrage in fine.

Toute entreprise qui ne prendrait pas en compte les observations du maître d'œuvre en cours de chantier s'expose à reprendre ses ouvrages pour assurer ses obligations de résultat.

7.4.2 Auto-contrôles par l'entreprise

Chaque entreprise est invitée à réaliser un auto-contrôle des performances acoustiques et vibratoires de ses ouvrages. Cet auto-contrôle peut être visuel (photos), dimensionnel (mesures métriques), sonométrique, vibratoire, etc. suivant les cas.

De manière générale, l'entreprise ne doit pas attendre la fin du chantier pour réaliser ses auto-contrôles. Elle doit prendre les devants de manière à avoir validé ses ouvrages par elle-même avant la réception acoustique des travaux.

En cours de chantier, en cas de doute sur la qualité acoustique et vibratoire des ouvrages réalisés par l'entreprise, le maître d'œuvre pourra exiger de l'entreprise des mesures acoustiques et/ou vibratoires d'auto-contrôle. Le maître d'œuvre et son acousticien détailleront alors leurs attentes, à la fois en termes de protocole de mesure et de modalités de présentation des résultats.

Dans tous les cas, les auto-contrôles d'ordre acoustique et vibratoire transmis à la maîtrise d'œuvre devront comporter, a minima : la date de l'auto-contrôle, les coordonnées de l'opérateur ayant réalisé l'auto-contrôle (ainsi que sa qualification en acoustique et vibration), un jeu de plans localisant les éléments vérifiés et les points de mesures, des photos, un détail des conditions d'intervention sur site, un détail des conditions de mesures et du matériel employé, les normes de référence, et les résultats (en valeurs globales et en valeurs spectrales, par bandes d'octave).

Les mesures devront être effectuées selon les normes en vigueur, et le guide de mesures acoustiques édité par la DGALN (version août 2014).

7.4.3 Réception des travaux

Une fois les travaux achevés, le maître d'œuvre procédera aux opérations préalables à la réception des travaux (OPR) qui incluront une inspection acoustique et vibratoire des ouvrages et, le cas échéant, une campagne de mesures des performances acoustiques sur un échantillon de locaux.

Avant le début des OPR, l'entreprise devra assurer le maître d'œuvre et son acousticien de l'achèvement des travaux et de leur complète finition. Elle devra également s'assurer de la finition des travaux des autres corps d'état, ou tout du moins s'assurer que les travaux restant à faire par les autres corps d'état n'auront pas d'impact sur la qualité acoustique et vibratoire de ses ouvrages. En cas de non-respect de cette procédure, les frais occasionnés par une visite de réception acoustique supplémentaire, et/ou la réalisation de mesures acoustiques et/ou vibratoires supplémentaires, seront à la charge de l'entreprise concernée.

Le lot CVC devra s'assurer d'avoir réglé ces équipements techniques et d'avoir contrôlé ses débits sur les réseaux dans chaque local, avant la réception acoustique et vibratoire.

La réception acoustique et vibratoire fera l'objet d'un compte-rendu détaillé rédigé par l'acousticien de la maîtrise d'œuvre, avec photos et résultats de mesure acoustique et vibratoire le cas échéant, qui mettra en avant les conformités et non-conformités des ouvrages par rapport aux exigences acoustiques et vibratoires de l'opération.

En conclusion de ce compte-rendu sera dressée une liste de réserves d'ordre acoustique et vibratoires, lot par lot, réserves qui seront à lever par chaque entreprise conformément à son marché.

Les entreprises responsables des non-conformités constatées devront prendre à leur charge la mise en conformité acoustique et vibratoire des éléments incriminés. Des mesures acoustiques et vibratoires d'auto-contrôle de ces mises en conformité pourront être demandées aux entreprises concernées par les défauts constatés, à leurs frais.

En cas de litige entre plusieurs entreprises, la répartition des frais sera gérée par la maîtrise d'œuvre.

7.4.4 Conformité des résultats de mesure par rapport aux objectifs visés

La conformité des résultats de mesure par rapport aux exigences acoustiques et vibratoires, que ce soit dans le cadre de mesures d'autocontrôles réalisées par l'entreprise ou dans le cadre de mesures de réception de travaux réalisées par l'acousticien de la MOE, sera prononcée si les valeurs mesurées in situ sont dans une tolérance de ± 3 dB par rapport aux objectifs visés (et concernant les durées de réverbération : ± 10 % à l'octave 500 Hz et au-delà, ± 20 % dans les octaves 125 Hz et 250 Hz). Cette tolérance est liée aux incertitudes de mesure. Elle est appliquée sur les mesures de critères de confort acoustique interne à l'ouvrage, et n'est pas appliquée dans le cadre de la protection acoustique du voisinage (conformément à la réglementation en vigueur).

Cependant, l'entreprise notera que cette tolérance sur les résultats de mesure ne constitue pas un assouplissement des exigences acoustiques et vibratoires du projet, que ce soit les objectifs acoustiques et vibratoires visés (obligations de résultat) et les performances acoustiques et vibratoires minimum des éléments à mettre en œuvre (obligations de moyen).

Par conséquent, si, sur un échantillon de mesures représentatif, tous les résultats sont systématiquement inférieurs à la valeur exigée, tout en étant dans la tolérance (c'est-à-dire entre -3 dB et 0 par rapport à l'objectif visé), le maître d'œuvre se réserve le droit de proposer au maître d'ouvrage de déclarer les ouvrages réalisés non-conformes au cahier des charges acoustiques et vibratoires de l'opération.

7.4.5 Garantie de résultat

Dans les cas où certains ouvrages ne seraient pas conformes aux objectifs acoustiques et vibratoires spécifiés dans la présente notice acoustique et vibratoire, l'entreprise devra la reprise de ses ouvrages autant que nécessaire, ainsi que les mesures acoustiques et/ou vibratoires nécessaires à leur validation, sans délai et sans facturation supplémentaire, afin d'assurer sa garantie de résultat.

A toutes fins utiles, il est rappelé aux entreprises que le défaut d'isolation phonique d'une construction est soumis à la garantie de parfait achèvement (articles L. 111-11 et suivants du Code de la construction et de l'habitation).

7.5 Limites de la réglementation

Il est porté à la connaissance du maître d'ouvrage et des entreprises que la ou les réglementations acoustiques applicables à l'établissement fixent uniquement des exigences acoustiques minimales à respecter. Suivant le contexte et selon certains aspects subjectifs de la nature humaine, le respect de ces exigences acoustiques minimum n'est pas forcément synonyme d'un gage de tranquillité pour le voisinage ou de confort pour les occupants.

Dans le cas d'un trouble de voisinage, ou d'une impropriété à destination, un expert judiciaire, commis par la voie civile cherchera à établir les causes ayant entraîné l'apparition du trouble et le sentiment de gêne ressenti par les plaignants. Il faut bien prendre conscience que la gêne peut apparaître alors que l'établissement ou le site respecte sa ou ses réglementations applicables.

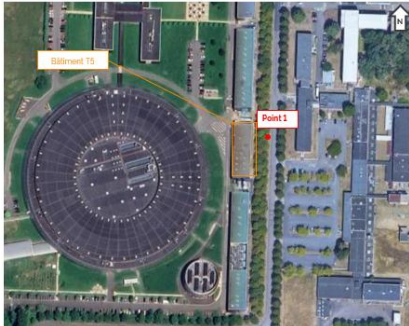
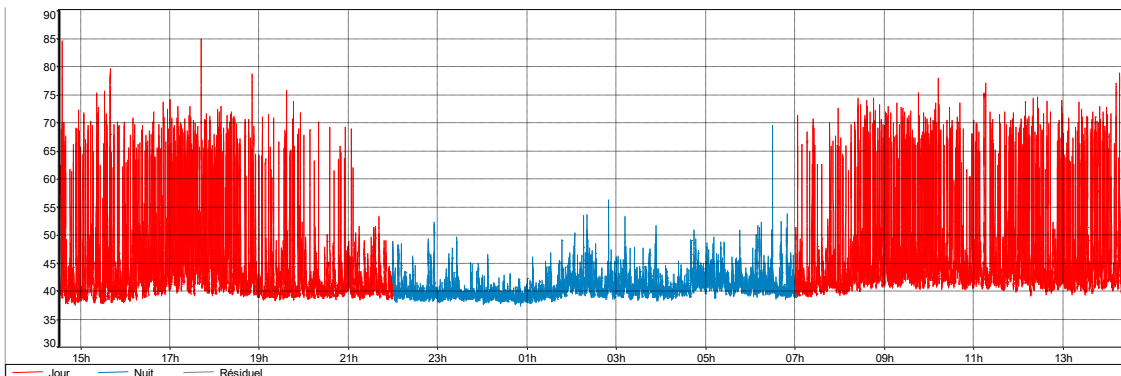
Ainsi, il est de notre devoir de conseil en qualité d'ingénieur acousticien d'alerter sur cette dualité d'interprétation entre une étude d'ingénierie acoustique (objet du présent rapport) et une expertise judiciaire dans le domaine du trouble de voisinage ou des utilisateurs, liée à l'acoustique.

En qualité de bureau d'étude, VENATHEC effectue une prestation d'ingénierie visant à respecter les réglementations applicables aux différents établissements étudiés, prenant en considération les objectifs fixés par le programme soumis par la maîtrise d'œuvre et définis en accord avec la maîtrise d'ouvrage.

8 ANNEXES

ANNEXE A – FICHES DE MESURES	66
ANNEXE B - CONVERSION DES NIVEAUX DE DEPLACEMENT EN VITESSE VIBRATOIRE	68
ANNEXE C - GLOSSAIRE	69

ANNEXE A – FICHES DE MESURES

LD1		Synchrotron SOLEIL				
Localisation du point de mesure		Photo depuis le point de mesure		Photo du point de mesure		
						
Evolution temporelle						
						
Résultats (en dBA)						
Date	Durée	Façade	LAeq en dBA		L90 en dBA	
			7h-22h	22h-7h	7h-22h	22h-7h
14/01/2026 à 14h	24:00	Est	65,0	41,5	39,5	39,0
Observations						
Les conditions météorologiques relevées pendant la mesure sont neutres et n'ont pas d'influence sur la propagation acoustique. Certains équipements techniques du site sont restés en fonctionnement pendant la mesure, cependant la position du capteur permet d'être protégé de la contribution sonore de ces équipements.						

Isolement acoustique standardisé conformément à l'ISO 140-4

Mesurage in situ de l'isolement aux bruits aériens entre les pièces

Client: SYNCHROTRON SOLEIL

Date du test: 12/01/2026

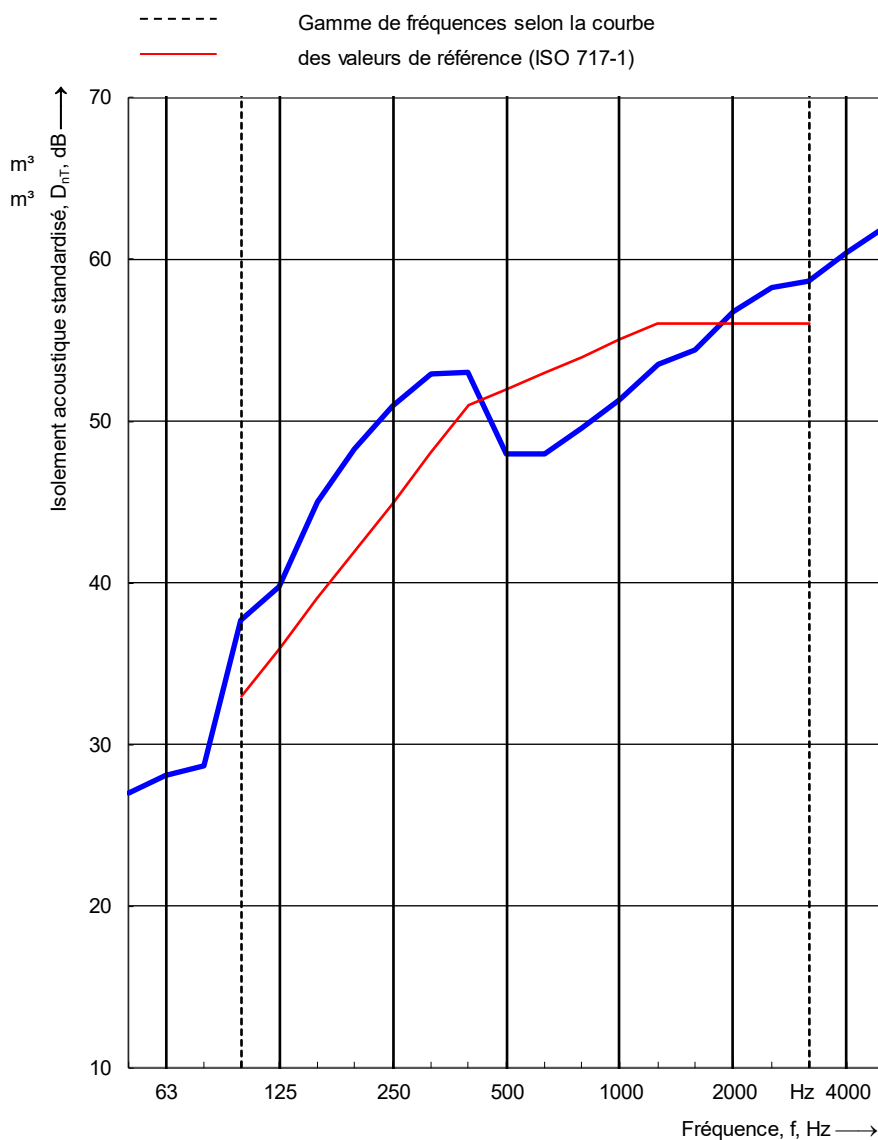
Description: Isolement aux bruits aériens entre hall de montage aimant (mezzanine) et salle de réunion R+1

Objet:

Volume de la salle d'émission:

Volume de la salle de réception:

Fréquence f [Hz]	D_{nT} tiers d'octave [dB]
50	27,0
63	28,1
80	28,7
100	37,7
125	39,8
160	45,0
200	48,3
250	50,9
315	52,9
400	53,0
500	48,0
630	48,0
800	49,6
1000	51,3
1250	53,5
1600	54,4
2000	56,8
2500	58,3
3150	58,7
4000	60,4
5000	62,0



Évaluation selon ISO 717-1

$D_{nT,w}(C;C_{tr}) = 53$ (-1 ; -3) dB

$C_{50-3150} = -2$ dB $C_{50-5000} = -1$ dB $C_{100-5000} = 0$ dB

Évaluation basée sur des résultats de mesure obtenus in situ
par bandes d'un tiers d'octave, par une méthode d'expertise.

$C_{tr,50-3150} = -8$ dB $C_{tr,50-5000} = -8$ dB $C_{tr,100-5000} = -3$ dB

ANNEXE B - CONVERSION DES NIVEAUX DE DEPLACEMENT EN VITESSE VIBRATOIRE

Les seuils vibratoires admissibles par les équipements techniques sont donnés en déplacement [μm].

Des mesures de vitesse vibratoires ont été réalisées sur site [m/s]. La méthode de conversion de déplacement en vitesse vibratoire est détaillée ci-dessous.

Nous rappelons que L_V (en dB_V) est le niveau de vitesse vibratoire en $\text{dB}_{\text{vitesse}}$ et se calcule par la formule suivante :

$$L_V = 20 \log_{10} \frac{V}{V_0}$$

avec $V_0 = 5 * 10^{-8} \text{ m/s}$

Nous rappelons que L_D (en dB_D) est le niveau de déplacement vibratoire en $\text{dB}_{\text{déplacement}}$ et se calcule par la formule suivante :

$$L_D = 20 \log_{10} \frac{D}{D_0}$$

avec $D_0 = 1 * 10^{-6} \text{ m/s}^2$

La vitesse est reliée au déplacement par la relation : $V = 2\pi F D$ avec F : la fréquence en Hz. Donc :

$$\begin{aligned} L_V &= 20 \log_{10} \frac{V}{V_0} = 20 \log_{10} \frac{2\pi F D}{V_0} \\ L_V &= 20 \log_{10} \frac{2\pi F D}{V_0} + 20 \log_{10} \frac{D_0}{D_0} \\ L_V &= 20 \log_{10} \frac{2\pi F D D_0}{V_0 D_0} = 20 \log_{10} \frac{D}{D_0} + 20 \log_{10} \frac{2\pi F D_0}{V_0} \\ L_V &= L_D + 20 \log_{10} \frac{2\pi F D_0}{V_0} \\ L_V &= L_D + 20 \log_{10} \frac{2\pi D_0}{V_0} + 20 \log_{10} F \\ 20 \log_{10} \frac{2\pi D_0}{V_0} &\cong 41,9 \end{aligned}$$

$$L_V = L_D + 41,9 + 20 \log_{10} F$$

ANNEXE C - GLOSSAIRE

Décibel (dB)

Le son est une sensation auditive produite par une variation rapide de la pression de l'air. Dans la pratique, l'échelle de perception de l'oreille humaine étant très vaste, on utilise une échelle logarithmique, plus adaptée pour caractériser le niveau sonore. Cette échelle réduite s'exprime en décibel (dB).

On ne peut donc pas ajouter arithmétiquement les décibels de deux bruits pour arriver au niveau sonore global. À noter des règles simples :

- $60 \text{ dB} + 60 \text{ dB} = 63 \text{ dB}$;
- $60 \text{ dB} + 50 \text{ dB} \approx 60 \text{ dB}$;

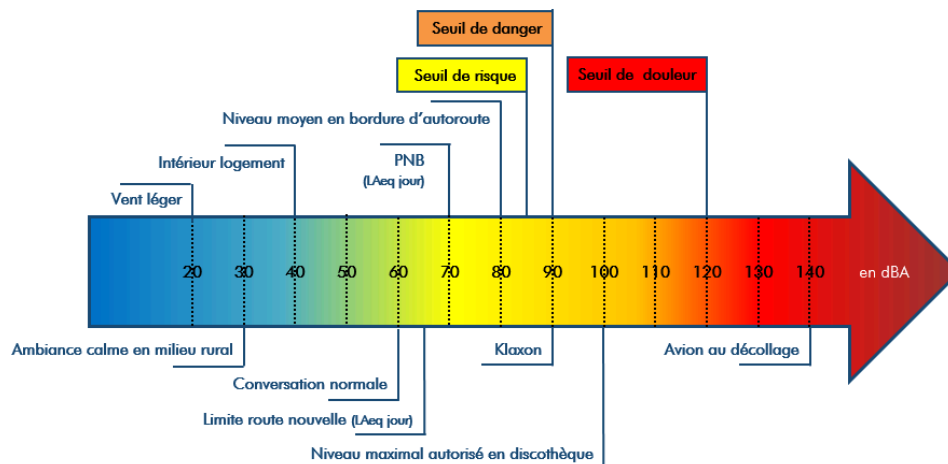


- Une augmentation du niveau sonore de 10 dB est perçue par l'oreille comme un doublement de la sensation sonore.

Niveau sonore pondéré A (dBA)

L'oreille humaine percevant moins bien les basses fréquences, on applique parfois au niveau sonore mesuré, une pondération dite de type A pour prendre en compte cette caractéristique psychoacoustique. On parle alors de niveau sonore pondéré A, exprimé en dBA.

Echelle sonore



Fréquence / Octave / Tiers d'octave

La fréquence d'un son correspond au nombre de variations d'oscillations identiques que réalise chaque molécule d'air par seconde. Elle s'exprime en Hertz (Hz).

Pour l'être humain, plus la fréquence d'un son sera élevée, plus le son sera perçu comme aigu. À l'inverse, plus la fréquence d'un son sera faible, plus le son sera perçu comme grave.

En pratique, pour caractériser un son, on utilise des intervalles de fréquence.

Chaque intervalle de fréquence est caractérisé par ses 2 bornes dont la plus haute fréquence (f_2) est le double de la plus basse (f_1) pour une octave, et la racine cubique de 2 pour le tiers d'octave.

L'analyse en fréquence par bande de tiers d'octave correspond à la résolution fréquentielle de l'oreille humaine.

1/1 octave	1/3 octave
$f_2 = 2 * f_1$	$f_2 = \sqrt[3]{2} * f_1$
$f_c = \sqrt{2} * f_1$	$\Delta f / f_c = 23\%$
$\Delta f / f_c = 71\%$	

f_c : fréquence centrale

$$\Delta f = f_2 - f_1$$

Niveau de puissance acoustique

Ce niveau caractérise la puissance acoustique totale rayonnée par une source sonore, dans toutes les directions. Elle permet d'évaluer le niveau de bruit émis par un équipement indépendamment de son environnement.

Niveau de bruit résiduel (Lres)

Ensemble des bruits ne provenant pas de l'émission de la ou des source(s) objet(s) de l'étude

Niveau de bruit particulier (Lpart)

Bruit provenant de l'émission de la (des) source(s), objet(s) de l'étude

Niveau ambiant (Lamb)

Bruit provenant de l'ensemble des sources, y compris celle(s) objet(s) de l'étude

Emergence (E)

Modification temporelle du niveau du bruit ambiant induite par l'apparition ou la disparition d'un bruit particulier.

Cette modification porte sur le niveau global ou sur le niveau mesuré dans une bande quelconque de fréquence.

E = Estimateur de bruit ambiant – Estimateur de bruit résiduel

Niveau fractile (LXN,τ,T)

Niveau de pression acoustique dépassé pendant N % de l'intervalle de temps considéré calculé à partir de Leq élémentaire de durée τ . Cette grandeur est associée à un intervalle de temps de mesurage T. Elle peut être calculée sur des niveaux globaux pondérés X (A, C ou Z ou autres pondérations normalisées) ou sur des niveaux par bandes de fréquence. Par exemple, lorsque la pondération A est utilisée, il est noté LA(N,τ,T).

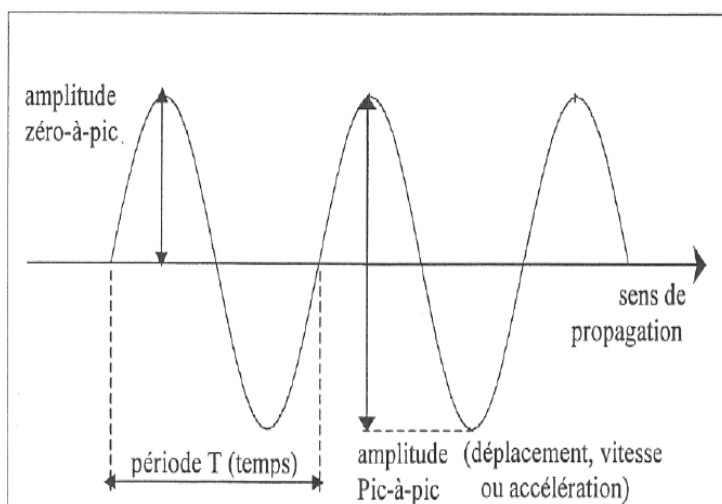
Le niveau fractile permet très souvent de s'affranchir du bruit provenant d'événements perturbateurs non représentatifs.

Onde vibratoire

Une onde vibratoire est un mouvement local des particules constituant le milieu de propagation.

Elle se caractérise par :

- Son amplitude (déplacement, vitesse ou accélération) ;
- Sa fréquence f (nombre d'oscillations par seconds).



Perception des vibrations

Les vibrations dans les bâtiments peuvent être perçues par les occupants et les affecter de diverses manières. La vibration peut compromettre le confort, la capacité de travailler et, dans certaines circonstances, la santé et la sécurité des individus.

Les nuisances vibratoires peuvent se présenter sous forme de :

- **Perception tactile** : la mise en vibration de la structure du bâtiment est ressentie tactilement par les résidents ;
- **Perception sonore** : la mise en vibration de la structure du bâtiment par la source vibratoire engendre un niveau de pression acoustique par régénération.

Niveau de vitesse vibratoire

Le niveau de vitesse vibratoire exprimé en dBv est un indicateur couramment utilisé pour caractériser une onde vibratoire il s'exprime comme suit :

$$L_v = 20 \log \left(\frac{v}{v_0} \right),$$

Avec v la vitesse vibratoire efficace mesurée et v_0 la vitesse de référence généralement prise égale à 10^{-9} m/s.