



**Centre National de la Recherche Scientifique**


*Délégation Provence et Corse*

*31 chemin Joseph Aiguier*

*13 402 Marseille Cedex 09*

## **Transformation des ateliers de mécanique du laboratoire CINaM en une plateforme d'expérimentation sur le site de Luminy**



	<b>NOTICE ACOUSTIQUE</b>		<b>Acousticien :</b> <b>A. TRAMINI</b>
			<b>Réalisé par :</b> <b>AT</b>
<b>PHASE</b>	<b>DOCUMENT</b>	<b>DATE</b>	<b>INDICE</b>
<b>DCE</b>		Décembre 2023	-

SOMMAIRE

1	OBJET .....	2
2	OBJECTIFS VISES .....	4
2.1	TRAITEMENT DES VIBRATIONS .....	4
2.2	TRAITEMENT ACOUSTIQUE .....	4
2.3	DEFINITIONS .....	5
2.4	AMBIANCE ACOUSTIQUE INTERNE .....	5
2.5	ISOLEMENT ENTRE ESPACES.....	5
2.6	ISOLEMENT STANDARDISE PONDERE AUX BRUITS AERIENS EXTERIEURS DNT,A,TR.....	5
3	RAPPORT DES MESURES .....	6
3.1	REGLEMENTATIONS ET NORMES DE MESURAGE .....	6
3.2	LES APPAREILS DE MESURE .....	6
3.3	RESULTATS DES MESURES.....	6
3.4	MESURES VIBRATOIRES .....	7
3.5	MESURES ACOUSTIQUES.....	12
3.6	CONCLUSIONS CONCERNANT LES MESURES .....	13
4	TRAITEMENT ACOUSTIQUE ET VIBRATOIRE DU HAL : SOLUTIONS A ENVISAGER.....	14
4.1	TRAITEMENT ANTIVIBRATILE DE LA FUTURE PLATEFORME EN SPECTROSCOPIE ELECTRONIQUE.....	14
4.2	TRAITEMENT DES BRUITS DE CHOCS ET DE LA SONORITE A LA MARCHÉ : REVETEMENT DE SOL	14
4.3	TRAITEMENT DE L’ISOLATION ACOUSTIQUE DU HALL DE MANIPULATION VIS-A-VIS DES ESPACES MITOYENS .....	15
4.4	TRAITEMENT DE LA CORRECTION ACOUSTIQUE .....	15
4.5	TRAITEMENT COMPLEMENTAIRE SOL SALLE RESERVE TECHNIQUE : .....	17
4.6	TRAITEMENTS COMPLEMENTAIRES.....	18
5	NIVEAUX SONORES DES EQUIPEMENTS TECHNIQUES .....	19
5.1	VENTILATION ET CHAUFFAGE/CLIMATISATION .....	19
5.2	PRECAUTIONS D’INSTALLATION GENERALES.....	22
5.3	LOCAL TECHNIQUE MITOYEN AU HALL DE MANIPULATION .....	24
6	ANNEXES : TABLEAUX DE VALEURS .....	25
6.1	VOITURES.....	25
6.2	CHARIOT PASSERELLE R+1 .....	26
6.3	PERIODE NOCTURNE : .....	26
6.4	PERIODE DIURNE .....	27
7	REPERAGE TRAITEMENT DE CORRECTION ACOUSTIQUE .....	30
8	REPERAGE PERFORMANCE ACOUSTIQUE DES CLOISONS, DOUBLAGE ET MENUISERIES ...	31

## 1 OBJET

L'atelier de mécanique du laboratoire CInaM, situé dans le bloc T, est aujourd'hui surdimensionné par rapport aux besoins. Celui-ci sera redimensionné et relocalisé par un groupe de travail dédié<sup>2</sup>. Au contraire, le laboratoire manque d'espace permettant d'accueillir de nouveaux équipements expérimentaux mutualisés de grande envergure. Les différentes plateformes existantes sont déjà très sollicitées. La présente opération a pour objectif la transformation de l'atelier en une nouvelle plateforme en spectroscopie électronique (photoémission résolue angulairement) et spectromicroscopie. Elle sera constituée de :

- Un hall de manipulation (double hauteur) accueillant un ensemble d'équipements (boîte à gant, valise de transfert, microscopes...) connectés par un tube UHV<sup>3</sup>. Cet espace devra avoir une ambiance contrôlée de manière précise (traitement anti-vibratile et acoustique, contrôle de la température...).
- Trois salles de préparation communicantes entre elles et accessibles via le hall de manipulation.
- Une réserve à usage mixte technique / stockage accessible via le hall de manipulation et pouvant éventuellement accueillir des pompes à vide.

Le bâtiment CInaM est situé sur le campus de Luminy, comme indiqué sur le plan ci-après. Le bloc T faisant l'objet des travaux est positionné à l'Ext du bâtiment.

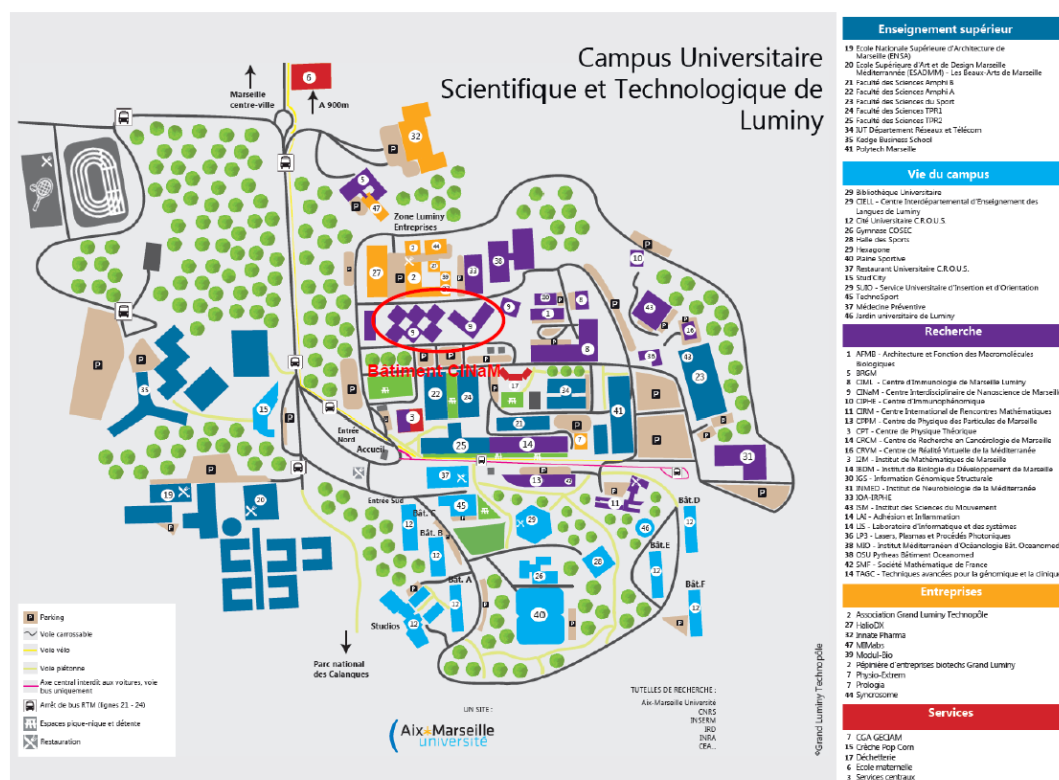


Figure 3 : Plan de localisation du bâtiment CInaM sur le site Luminy

Le bloc T, comme le reste du bâtiment, est soumis au Code du travail. Il comprend un grand atelier de mécanique, des petits ateliers d'usages divers (électricité, sablage...), des bureaux, des stockages dont un garage, un local informatique et des vestiaires. La zone réaménagée est limitée aux ateliers. Le garage, les vestiaires et la circulation verticale côté sud-ouest ne sont pas concernées par l'opération. La double hauteur de l'atelier de mécanique pourra être exploitée notamment pour créer un éventuel plénum technique.

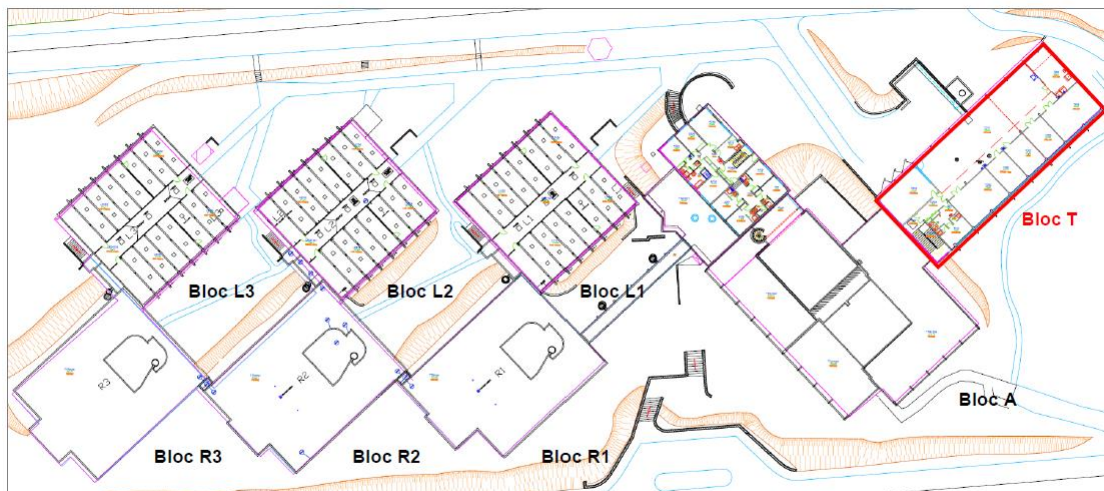
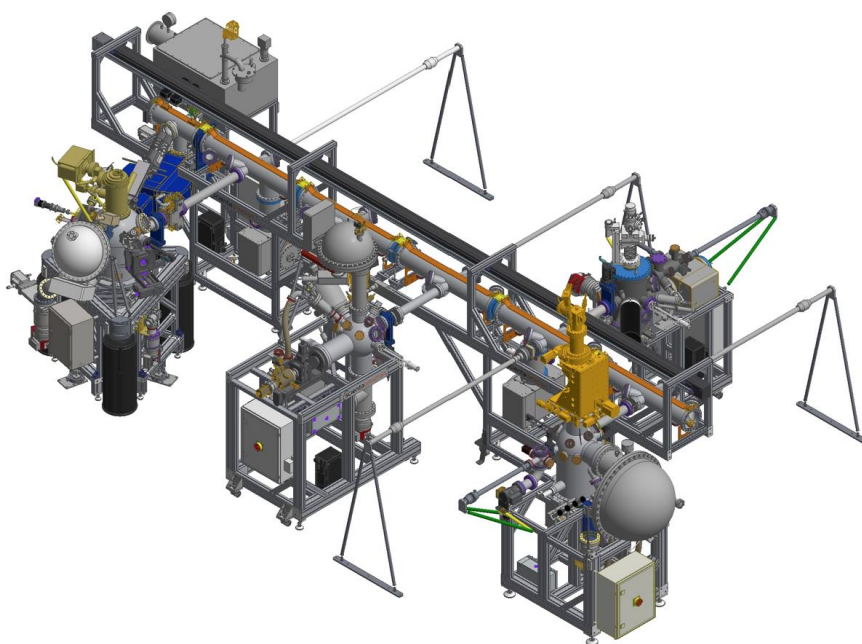


Figure 6 : Plan de localisation du bloc T au sein du bâtiment CINaM

Le réaménagement de cet atelier implique d'importantes contraintes acoustiques tant sur le traitement de correction afin d'apporter un confort adapté aux utilisateurs mais aussi sur le traitement vibratoire du fait de la sensibilité des équipements.





Pour un système ne comportant pas d'options Auger, un environnement de laboratoire calme, exempt de vibrations importantes au sol, convient pour obtenir les performances maximales en imagerie XPS.

Si l'option d'imagerie à haute résolution (SEM, Auger) est installée, le système de vide est fourni avec un montage amortisseur de vibrations. Toutefois, des vibrations du plancher à basse fréquence peuvent entraîner une dégradation des performances de l'instrument. D'autres équipements dans les pièces voisines, comme des pompes mécaniques, des appareils de circulation d'eau en circuit fermé ou des systèmes d'air conditionné peuvent être à l'origine de vibrations transmises par le sol ou l'air ambiant. Tous les bâtiments vibrent à basse fréquence y compris les fondations en raison de la circulation automobile, etc. Les pièces situées au-dessus du niveau du sol sont soumises à des amplitudes de vibrations plus grandes et doivent être évitées si possible. Pour les systèmes dotés d'imagerie à haute résolution (SEM, Auger), les vibrations du plancher doivent être inférieures aux spécifications indiquées ci-dessous :

Vibrations du plancher dans une direction quelconque sur l'ensemble de la surface de la pièce :

Amplitude < 1  $\mu\text{m}$  crête à crête au-dessous de 10 Hz

Amplitude < 5  $\mu\text{m}$  crête à crête au-dessus de 10 Hz

Ainsi des mesures d'amplitudes seront réalisées dans les trois axes X, Y, Z et des spectres doivent être enregistrés à divers endroits répartis dans la pièce.

Ces mesures ne pourront être réalisées que lorsque l'ensemble de l'atelier sera débarrassé des équipements actuels pouvant influencer sur les amplitudes vibratoires. Elles seront prévues fin du mois de juin.

## **2 OBJECTIFS VISES**

### **2.1 TRAITEMENT DES VIBRATIONS**

L'équipement qui sera installé dans le local est très sensible aux vibrations et nécessite un traitement particulier du bâti de façon à ne pas perturber les mesures. Les valeurs à ne pas dépasser sont fixées par le constructeur :

Vibrations du plancher dans une direction quelconque sur l'ensemble de la surface de la pièce :

Amplitude < 1  $\mu\text{m}$  crête à crête au-dessous de 10 Hz

Amplitude < 5  $\mu\text{m}$  crête à crête au-dessus de 10 Hz

Et des vitesses de déplacement < 2  $\mu\text{m} / \text{s}$  (crête à crête) pour  $f < 15 \text{ Hz}$  ; < 6  $\mu\text{m} / \text{s}$  (crête à crête) pour  $f > 15 \text{ Hz}$

### **2.2 TRAITEMENT ACOUSTIQUE**

Il est aujourd'hui reconnu que l'inconfort, le stress, la fatigue, voire certaines pathologies sont pour partie la conséquence d'un mauvais environnement sonore, notamment dans les espaces de bureau et de travail. C'est devenu un problème de santé publique.

Les entreprises sont maintenant tenues d'y prêter attention et de proposer à leur personnel des aménagements et des organisations du travail minimisant les expositions et les risques.

De plus, le système de mesure qui sera installé nécessite un environnement calme inférieur à 60 dB.

Le traitement de correction acoustique de la zone doit permettre de limiter le niveau sonore intérieur.

Ainsi, la qualité acoustique des espaces intérieurs est une préoccupation essentielle sur ce projet.

Dans le cadre de l'aménagement intérieur de l'espace de mesures et des espaces mitoyens, l'étude acoustique permettra de :

- déterminer les objectifs d'isolation et de correction acoustique à apporter à chacun des espaces en fonction de son utilisation
- déterminer quantitativement et qualitativement les matériaux à mettre en œuvre dans chacun de ces espaces

### 2.3 DEFINITIONS

Pour un local, les exigences d'isollements acoustiques aux bruits intérieurs sont :

- Isolement acoustique standardisé pondéré aux bruits intérieurs :  $D_{nA,T} / D_{nT,A}$
  - Niveau d'isolement aux bruits de choc (niveau de pression pondéré standardisé du bruit de choc transmis depuis un local voisin) :  $L'_{nTw}$
  - Le niveau de pression normalisé pondéré engendré par un équipement :  $L_{nAT}$
  - La durée de réverbération moyenne dans les fréquences centrées sur 500, 1000, 2000 Hz pour un local normalement aménagé et inoccupé :  $T_r$
- Pour les tiers et le respect des bruits de voisinage (façades du bâtiment lui-même, limite de propriété, façades des immeubles riverains), les exigences sont :
- l'émergence « E » du bruit parasite (différence entre le niveau de bruit ambiant, comportant le bruit particulier en cause, et celui du bruit résiduel constitué par l'ensemble des bruits habituels), en un lieu donné.

### 2.4 AMBIANCE ACOUSTIQUE INTERNE

Il sera visé un temps de réverbération inférieur à 0,8 s dans le hall de manipulation et dans les salles d'expérimentation.

Les niveaux sonores attendus à l'intérieur du hall de manipulation devront respecter les valeurs suivantes :  
 $< 50$  dBC pour  $f < 300$  Hz ;  $55$  dBC pour  $300 \text{ Hz} < f < 600$  Hz ;  $40$  dBC pour  $600 \text{ Hz} < f < 1200$  Hz ;  $50$  dBC pour  $f > 1200$  Hz

### 2.5 ISOLEMENT ENTRE ESPACES


Il sera visé un isolement :

- $D_{nTA} \geq 35$  dB (avec porte) entre salles d'expérimentation et hall de manipulation
- Dans le cas d'un mur mobile entre deux salles d'expérimentation, il présentera un indice d'affaiblissement  $R_{w+C} \geq 43$  dB

### 2.6 ISOLEMENT STANDARDISE PONDERE AUX BRUITS AERIENS EXTERIEURS $D_{nT,A,TR}$

Le bâtiment n'est pas soumis aux bruits de l'espace extérieur.

Toutefois, le trafic sur le site de Luminy peut générer des vibrations perturbant le fonctionnement de l'appareil de mesure.

	Transformation de l'atelier de mécanique du laboratoire CINaM en une plateforme d'expérimentation (PRISM) sur le site Luminy	Auteur : AT Vérif. : AT Valid. : AT Indice : PRO 0 08/01/2024
--	--	---

### 3 RAPPORT DES MESURES

De façon à estimer au mieux les traitements à apporter, nous avons réalisé une campagne de mesures acoustiques et vibratoires au niveau de leur futur atelier de mécanique situé dans le Bloc T. Ces mesures ont pour but de quantifier les vibrations du plancher du bloc T sur 3 axes ainsi que l'isolation phonique du local.

Ces résultats permettront au CINaM de savoir si le Bloc T est à même d'accueillir une nouvelle plateforme en spectroscopie électronique en l'état ou si des mesures de désolidarisation doivent être mises en œuvre.

Les résultats des mesurages effectués comparés aux objectifs fixés par le CINaM ainsi que les solutions à mettre en œuvre (isolation phonique, désolidarisation) seront explicités ci-après.

#### 3.1 REGLEMENTATIONS ET NORMES DE MESURAGE

- NF ISO 8569 relative au mesurage et évaluation des effets des chocs et des vibrations sur les équipements sensibles dans les bâtiments.

- Les mesures acoustiques ont été effectuées selon la **Norme NF S 31010** relative *au mesurage du bruit dans l'environnement* avec des sonomètres de Classé 1 homologués et certifié par le LNE.

#### 3.2 LES APPAREILS DE MESURE

- 1 Station de mesurage vibratoire type MENHIR (3 axes).

Conforme DIN 4150 et Circulaire du 23 juillet 1986

Analyse 1/3 d'octave et FFT 1-400 Hz

Géophone tridimensionnel haute sensibilité

Communication 4G/LTE, WIFI et radio sub 1 GHz

- 1 sonomètre de Classe 1 homologués et certifié par le LNE réf. NOR140.

#### 3.3 RESULTATS DES MESURES

Nous présentons ci-dessous les résultats des mesures effectuées entre le 30 juin et le 1er juillet 2023.

##### Conditions météorologiques rencontrées lors des mesures :

Périodes diurnes :

- Température : 22° C à 28°C

- Vent : Faible à moyen.

- Ciel couvert.

Périodes nocturnes :

- Température : 18° C à 23°C

- Vent : Faible à moyen.

- Ciel dégagé et couvert.

### 3.4 MESURES VIBRATOIRES

Nous avons effectué des mesures vibratoires dans le Bloc T en deux points :

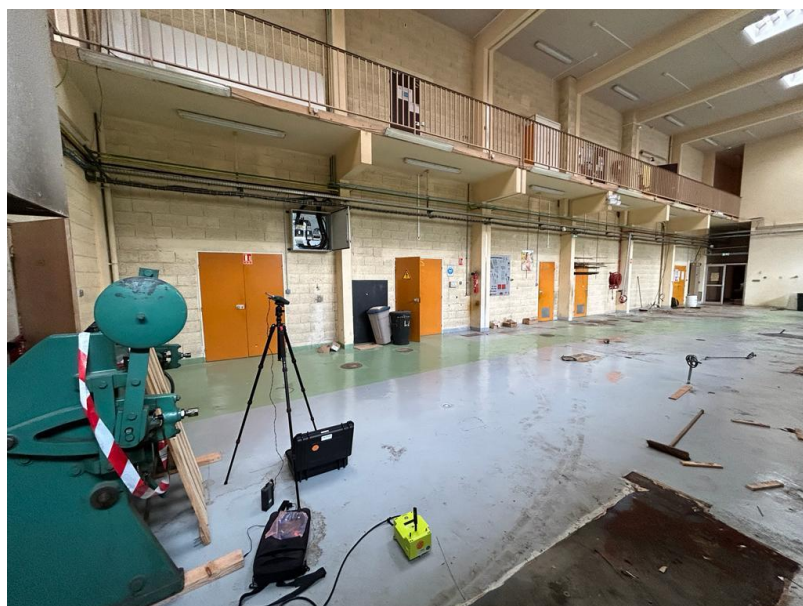
- 1 point réalisé sur 1 heure dans l'angle Nord du Bloc T afin de quantifier les vibrations engendrées par le passage de véhicules au niveau de la route la plus proche située à moins 10m au Nord.
- 1 point réalisé au centre de la pièce sur 15 heures (y compris période nocturne).

Nous rappelons que le CINaM a fixé les amplitudes suivantes sur les 3 axes (X, Y, Z) :

- ➔ Amplitude <  $1\mu\text{m}$  au-dessous de 10 Hz
- ➔ Amplitude <  $5\mu\text{m}$  au-dessus de 10 Hz

Et des vitesses de déplacement <  $2\mu\text{m/s}$  (crête à crête) pour  $f < 15\text{ Hz}$  ; <  $6\mu\text{m/s}$  (crête à crête) pour  $f > 15\text{ Hz}$

#### 3.4.1 PASSAGE DE VEHICULES : POINT ANGLE NORD DU BLOC T



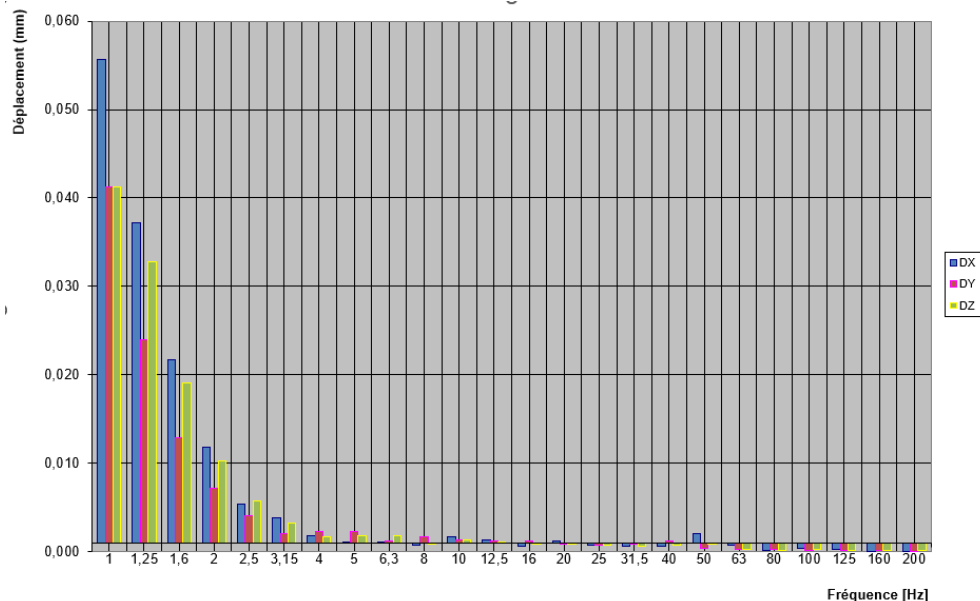
#### **Valeurs mesurées lors du passage de véhicules sur la route située au Nord du Bloc T :**

Nous avons effectué plusieurs aller retour avec notre véhicule sur la route considérée pendant 5 minutes. Nous présentons les déplacements mesurés dans un tableau récapitulatif.

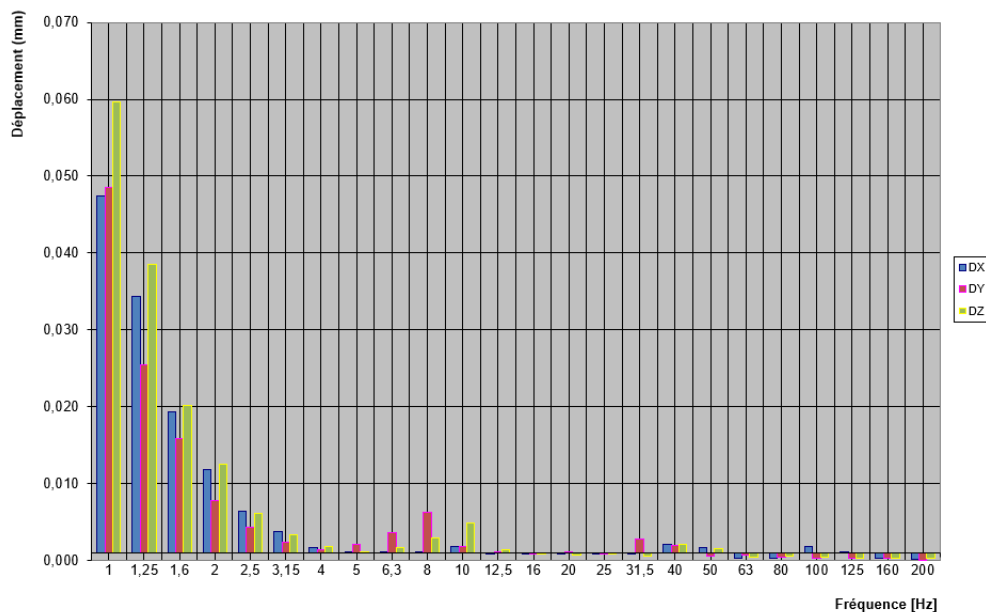
Les déplacements sont tracés en mm et par 1/3 d'octave.



- Résultats mesure 1 :



- Résultats mesure 2 :



Nous notons des déplacements compris entre 1 et 60  $\mu\text{m}$  en-dessous de 10 Hz et des déplacements < 2,5  $\mu\text{m}$  au-dessus de 10 Hz (et le plus souvent < 1  $\mu\text{m}$ ).

Nous rappelons les attentes du labo :

- ➔ Amplitude < 1  $\mu\text{m}$  en-dessous de 10 Hz
- ➔ Amplitude < 5  $\mu\text{m}$  au-dessus de 10 Hz

**Le passage d'un véhicule sur la route rend la situation non valide en termes d'amplitude de déplacement pour l'expérimentation.**

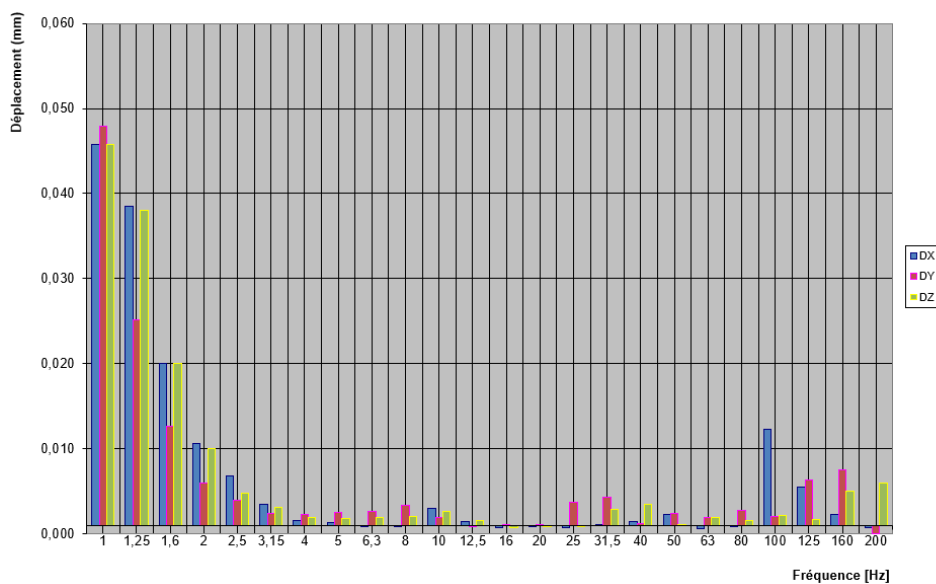
### 3.4.2 UTILISATION DE CHARIOT SUR LA PASSERELLE : POINT CENTRE DU BLOC T



#### Valeurs mesurées lors de l'utilisation d'un chariot au niveau de la passerelle R+1 :

Nous avons effectué plusieurs aller retour sur la passerelle considérée pendant 5 minutes.  
Nous présentons les déplacements mesurés dans un tableau récapitulatif.

- Résultats mesure :



Nous notons des déplacements compris entre 2 et 48  $\mu\text{m}$  au-dessous de 10 Hz et des déplacements pouvant être  $> 10 \mu\text{m}$  au-dessus de 10 Hz.

Nous rappelons les attentes du labo :

- ➔ Amplitude  $< 1 \mu\text{m}$  en-dessous de 10 Hz
- ➔ Amplitude  $< 5 \mu\text{m}$  au-dessus de 10 Hz

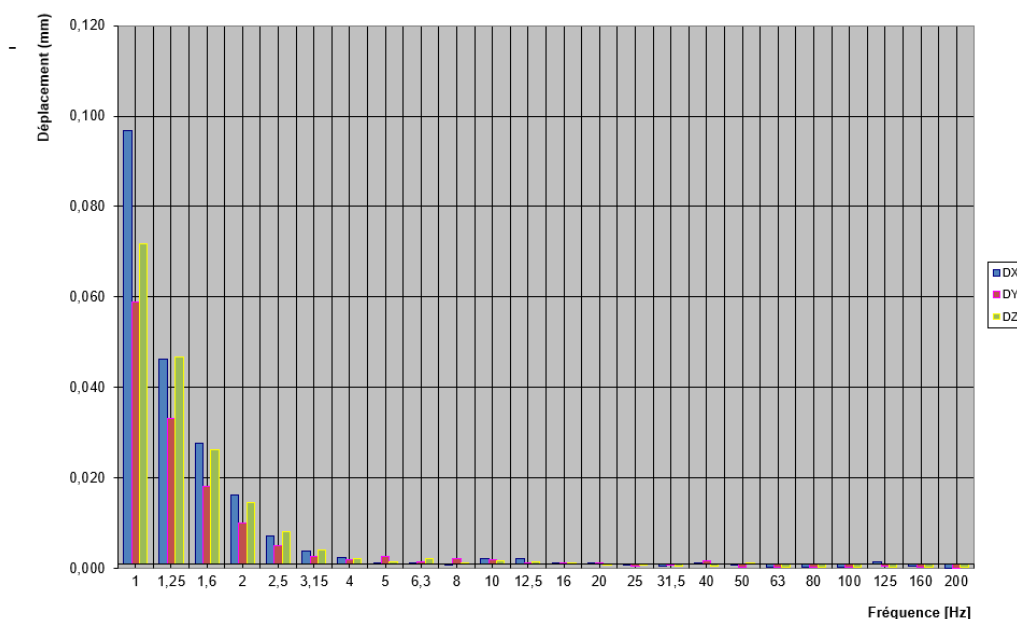
**L'utilisation du chariot sur la passerelle rend la situation non valide en termes d'amplitude de déplacement pour l'expérimentation.**

### 3.4.3 ANALYSE MESURE LONGUE DUREE

#### 3.4.3.1 Valeurs mesurées sur la période nocturne complète

Nous avons effectué une mesure longue durée sur une période nocturne complète :

Nous confirmons que les mesures ont été nettoyées de tout évènement ponctuel pouvant être identifié comme non habituel et/ou évitable (comme demandé par la MOUA). Chocs sur vitrage, bruits provenant de l'intérieur du bâtiment. Ces évènements étaient peu nombreux.



Nous notons des déplacements compris entre 1 et 96  $\mu\text{m}$  au-dessous de 10 Hz et des déplacements < 1  $\mu\text{m}$  au-dessus de 10 Hz.

Nous rappelons les attentes du labo :

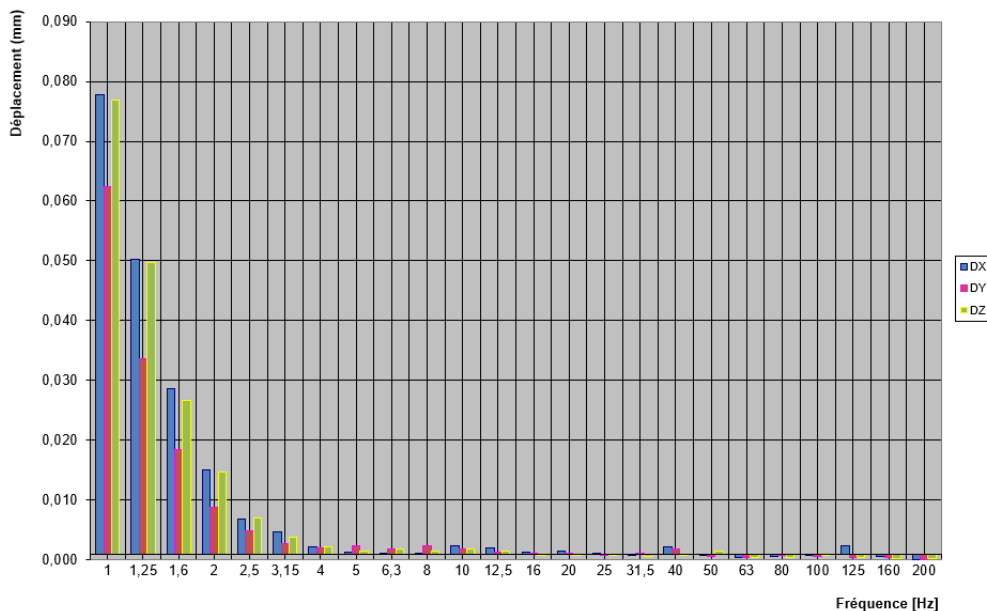
- ➔ Amplitude < 1  $\mu\text{m}$  en-dessous de 10 Hz
- ➔ Amplitude < 5  $\mu\text{m}$  au-dessus de 10 Hz

**En période nocturne, la situation est non valide en termes d'amplitude de déplacement pour l'expérimentation.**

#### 3.4.3.2 Valeurs mesurées sur la période diurne du 1<sup>er</sup> juillet :

Nous confirmons que les mesures ont été nettoyées de tout évènement ponctuel pouvant être identifié comme non habituel et/ou évitable. Chocs sur vitrage, bruits provenant de l'intérieur du bâtiment (comme demandé par la MOUA). Ces évènements étaient peu nombreux. La mesure acoustique effectuée en parallèle nous a permis et les identifiés

- Résultats mesure :



Nous notons des déplacements compris entre 1 et 78  $\mu\text{m}$  en-dessous de 10 Hz et des déplacements  $< 3 \mu\text{m}$  au-dessus de 10 Hz.

**En période diurne, la situation est non valide pour l'expérimentation.**

Vitesse de déplacement

Attente du labo :

$< 2 \mu\text{m} / \text{s}$  (crête à crête) pour  $f < 15 \text{ Hz}$  ;  $< 6 \mu\text{m} / \text{s}$  (crête à crête) pour  $f > 15 \text{ Hz}$

Les mesures réalisées montrent des vitesses conformes aux attentes. Elles sont comprises entre  $3.10^{-7} \mu\text{m/s}$  et  $9.10^{-7} \mu\text{m/s}$ , soit environ 10 fois moins importantes que les valeurs minimales fixées par le labo.

**Les vitesses de déplacement sont conformes.**

### 3.5 MESURES ACOUSTIQUES

Les points de mesure ont été réalisés en deux points dans le Bloc T. Aux mêmes emplacements que les points de mesures vibratoires.

Des mesures ont été effectuées lors du fonctionnement indépendant des équipements pouvant générer des nuisances sonores au bâtiment.

Nous avons relevé plusieurs équipements :

- Groupe « aspiration produits chimique extérieur »
- Groupe « compresseur »

#### 3.5.1 NIVEAU SONORE RENCONTRE DANS LE BLOC T LORS DU FONCTIONNEMENT GROUPE « ASPIRATION PRODUITS CHIMIQUES »

Niveau sonore rencontré dans le Bloc T lors du fonctionnement groupe « aspiration produits chimique extérieur », il représente le niveau sonore engendré par le groupe :



LAeq	16Hz	31,5Hz	63Hz	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz	8kHz
39 dB(A)	40 dB	42 dB	43 dB	39 dB	35 dB	36 dB	36 dB	30 dB	23 dB	18 dB

#### 3.5.2 NIVEAU SONORE RENCONTRE DANS LE BLOC T LORS DU FONCTIONNEMENT GROUPE « COMPRESSEUR »

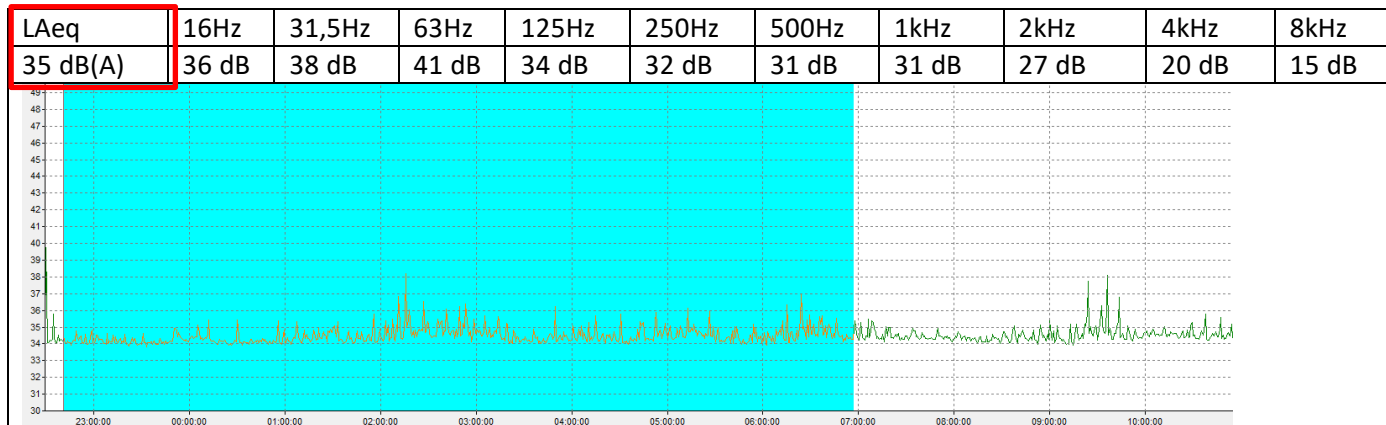
LAeq	16Hz	31,5Hz	63Hz	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz	8kHz
36 dB(A)	43 dB	40 dB	41 dB	35 dB	32 dB	33 dB	32 dB	28 dB	21 dB	21 dB

Compresseur situé dans le local extérieur mitoyen au labo

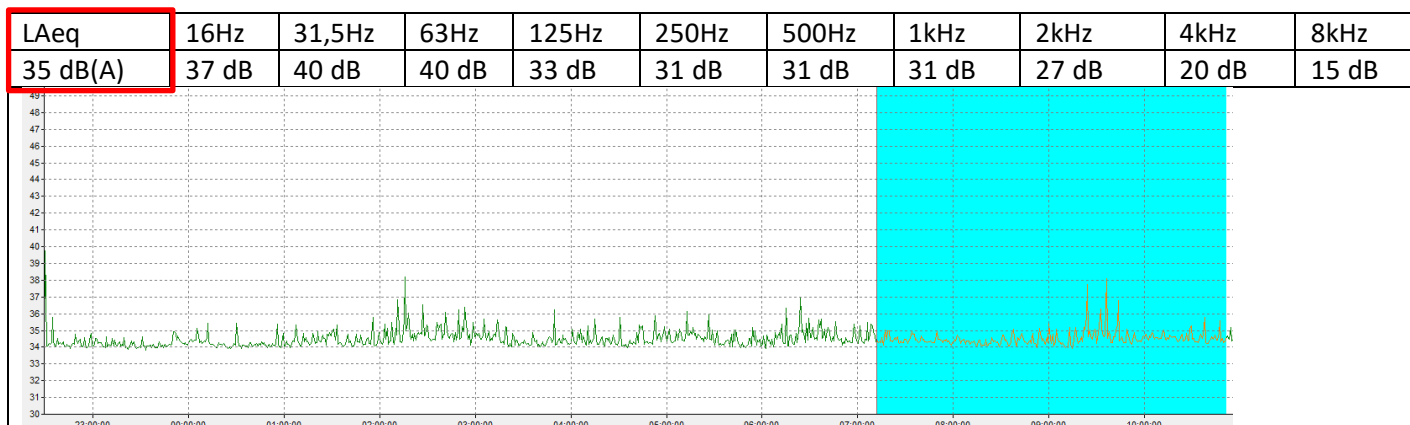




### 3.5.3 NIVEAU SONORE RENCONTRE DANS LE BLOC T SUR LA PERIODE NOCTURNE



### 3.5.4 NIVEAU SONORE RENCONTRE DANS LE BLOC T SUR LA PERIODE DIURNE DU 1<sup>ER</sup> JUILLET



### 3.6 CONCLUSIONS CONCERNANT LES MESURES

Les mesures vibratoires ont permis de mettre en évidence des déplacements supérieurs à 10  $\mu\text{m}$  le plus souvent en-dessous de 2,5 Hz et quelques fois au-dessus de 10 Hz lors de l'utilisation de chariot.

Toutefois, les vitesses de déplacement sont conformes aux attentes.

**NOTA :** Le sol du bloc T comprend des regards d'eau pluviale et ces parois des chutes d'eau pluviale. Bien que nous n'ayons pas pu mesurer de déplacements lors d'un évènement pluvieux, nous déconseillons l'utilisation de la future plateforme en spectroscopie électronique simple en cas de pluie.

La source principale de bruit dans le Bloc T provient de la salle « serveurs » située au R+1. Un traitement phonique de cette salle permettrait de grandement abaisser les niveaux sonores dans le Bloc T. Un traitement du hall d'expérimentation permettrait également de s'affranchir des bruits extérieurs. Toutefois, le niveau sonore à l'intérieur de l'atelier reste largement acceptable et inférieur aux valeurs demandées.

## **4 TRAITEMENT ACOUSTIQUE ET VIBRATOIRE DU HAL : SOLUTIONS A ENVISAGER**

### **4.1 TRAITEMENT ANTIVIBRATILE DE LA FUTURE PLATEFORME EN SPECTROSCOPIE ELECTRONIQUE**

Les fréquences à traiter sont situées entre 1 et 10 Hz et le plus souvent entre 1 et 5 Hz. Cela pose un problème car ces très basses fréquences sont difficilement traitables. En effet, les suspentes les plus performantes ne descendent pas en-dessous de 2,5 Hz.

Mais le danger de mettre en œuvre des suspentes antivibratiles ayant une fréquence propre axiale comprise entre 2,5 et 5 Hz et que cela engendrerait une augmentation des vibrations pouvant atteindre 600%.

Nous conseillons la rigidification de l'ensemble de l'équipement et, si possible, la mise en œuvre d'une dalle béton support de masse surfacique au moins égale à 2,5 fois le poids de l'équipement (pour information, une dalle de 10 cm présente une masse surfacique de 250 kg/m<sup>2</sup>).

Ce principe limitera les remontées et l'amplification des vibrations au sein de l'équipement, car son centre de gravité sera plus bas.

Lors de l'utilisation de la plateforme de spectroscopie électronique, nous déconseillons le passage de véhicules sur la route située à proximité et l'utilisation de chariot au niveau de la circulation au R+1 de Bloc T.

Les déplacements autour de la machine seront à éviter lors de toutes manipulation.

Ainsi il est primordial de vérifier auprès du constructeur l'impact réel des très basses fréquences (inférieures à 5 HZ) sur la manipulation.

**De plus il est très important de prendre en compte le réseau d'eau pluviale passant sous le bâtiment.**

**Ainsi, compte tenu de la conformité de la vitesse de déplacement, la maîtrise d'ouvrage ne prévoira pas de renforcement de la dalle, toutefois nous proposons un rattrapage en béton coulé dans cette zone ce qui permettra de rigidifier la zone**

### **4.2 TRAITEMENT DES BRUITS DE CHOCS ET DE LA SONORITE A LA MARCHE : REVETEMENT DE SOL**

Nous déconseillons de rapporter un sol dans le hall de manipulation, ce dernier pouvons générer un comportement inverse au traitement vibratoire. Ainsi nous privilégierons un ragréage béton.

Dans les salles de préparation, il pourra être prévu un revêtement de sol résine.

Les bruits de choc ne seront pas traités dans ces espaces.

Si cette contrainte est à prendre en compte, il pourra être rapporté un sol souple compact  $\Delta L \geq 7$  dB ou une résine acoustique dans les espaces de préparation afin de limiter les bruits de chocs vers le hall de manipulation.

#### **4.3 TRAITEMENT DE L'ISOLATION ACOUSTIQUE DU HALL DE MANIPULATION VIS-A-VIS DES ESPACES MITOYENS**

##### **4.3.1 ISOLATION VIS-A-VIS DE L'EXTERIEUR**

L'isolation vis-à-vis de l'extérieur sera renforcé par :

- Doublage thermo-acoustique de la façade par un complexe sur ossature constitué d'une âme en laine minérale 100 mm + 1BA18
- Remplacement des MEX par des MEX performantes présentant un indice d'affaiblissement acoustique  $Rw+C_{tr} = 35$  dB
- Remplacement de la porte coulissante d'accès sur extérieur par une porte acoustique  $Rw+C_{tr} = 35$  dB

##### **4.3.2 ISOLATION VIS-A-VIS DES ESPACES DE PREPARATION**

Le séparatif entre le hall de manipulation et les salles de préparation sera renforcé par :

- Doublage thermo-acoustique par un complexe sur ossature constitué d'une âme en laine minérale 80 mm + 1BA18 fixation ossature sol et plafond sur bandes Phaltex,
- Porte d'accès aux locaux MINT  $Rw+C = 35$  dB

##### **4.3.3 ISOLATION VIS-A-VIS DE LA RESERVE TECHNIQUE**

Le séparatif entre le hall de manipulation et la réserve technique sera renforcé par :

- Doublage thermo-acoustique par une contre-cloison complètement désolidarisée sur ossature constitué d'une âme en laine minérale 80 mm + 1BA18 fixation ossature sol et plafond sur bandes Phaltex, (en complément le local sera traité en correction acoustique par un complexe en fibre de bois sur laine minérale décrit ci-après)
- Porte d'accès au local MINT  $Rw+C = 45$  dB

##### **4.3.4 ISOLATION VIS-A-VIS DE LA SALLE SERVEURS**

Le séparatif entre le hall de manipulation et la salle des serveurs sera renforcé par :

- Doublage thermo-acoustique par une contre-cloison complètement désolidarisée sur ossature constitué d'une âme en laine minérale 80 mm + 1BA18 fixation ossature sol et plafond sur bandes Phaltex,
- Porte d'accès au local MINT  $Rw+C = 45$  dB

##### **4.3.5 ISOLATION VIS-A-VIS DE L'ENTREE**

Le séparatif entre le hall de manipulation et l'entrée sera renforcé par :

- Doublage thermo-acoustique par une contre-cloison complètement désolidarisée sur ossature constitué d'une âme en laine minérale 80 mm + 1BA18 fixation ossature sol et plafond sur bandes Phaltex,
- Porte d'accès au hall MINT  $Rw+C = 40$  dB

#### **4.4 TRAITEMENT DE LA CORRECTION ACOUSTIQUE**

##### **4.4.1 FAUX-PLAFOND SUSPENDU DEMONTABLE EN DALLES MINERALES ABSORBANTES ET ISOLANTES**

Fourniture et pose de plafonds suspendus acoustiques démontables en laine de roche ou laine de verre de forte densité et d'une membrane haute performance sous plenum 200 mm minimum

Le plafond sera de type : BLANKA DB 46 de ROCKFON  $\alpha = 1$  /  $Rw = 25$  dB

Dimensions des dalles et type d'ossatures au choix du concepteur

Epaisseur minimum : 50 mm.

La face apparente sera pourvue d'un voile de verre Blanc et Structuré.

Coefficient absorption acoustique minimum :  **$\alpha$  moyen (500 Hz, 1kHz, 2kHz) = 0.97**

	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	$\alpha_W$
plenum 200 mm	0.40	0.60	0.90	0.95	1.00	1.00	0.90

Et Dnfw = 46 dB



**Localisation** : soffites sous ventilo convecteurs

#### 4.4.2 FAUX-PLAFOND SUSPENDU DEMONTABLE EN DALLES MINÉRALES ABSORBANTES HYGIÈNE CLEANSPEACE DE ROCKFON

Dalles minérales adaptées à des espaces humides de 20 mm d'épaisseur sous plénum de 200 mm en sous face du plancher haut présentant un coefficient d'absorption selon le tableau suivant :

Promaspray P300	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
Épaisseur 50 mm	0.5	0.90	0.95	0.90	0.95	0.95



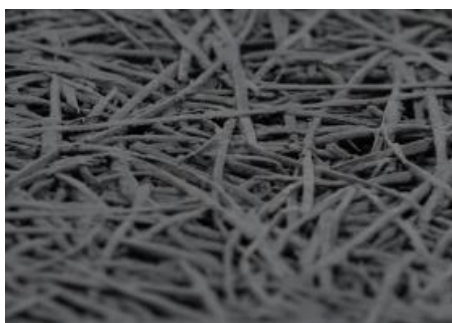
**Localisation** : hall de manipulation

## 4.4.3 DOUBLAGE EN LAINE DE BOIS SANS PLENUM AW = 1

Complexe constitué de laine de bois très fini d'épicéa minéralisée et enrobée de liant ciment/chaux blanche 25 mm avec LM 50 mm minimum de type organic minéral 75 mm en fixation mécanique sans plenum.

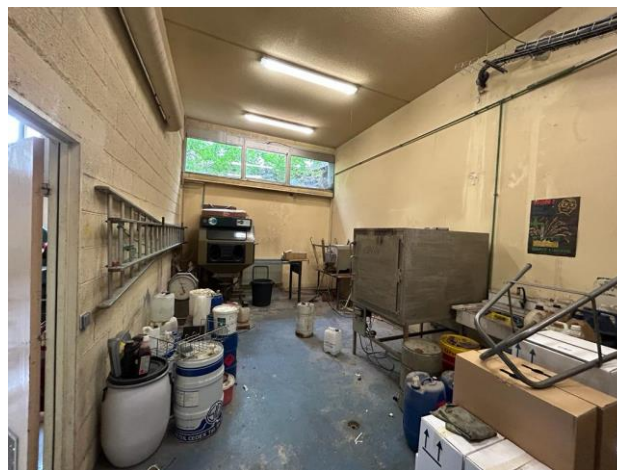
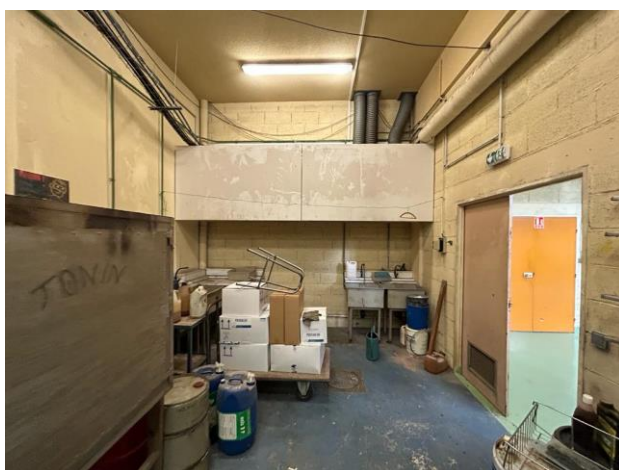
Coefficient absorption acoustique minimum :

Fixation mécanique	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	$\alpha_W$
	0.35	0.90	1.15	1.00	0.90	0.95	1



**Localisation :** doublage absorbant salle réserve technique sur toutes les parois (murs et plafond), plafond salles de manipulation, hall de manipulation sous mezzanine

## 4.5 TRAITEMENT COMPLEMENTAIRE SOL SALLE RESERVE TECHNIQUE :



Il sera mis en place des supports antivibratiles en caoutchouc pour les futurs équipements type SE110 de chez PAULSTRADYN ou produit présentant des caractéristiques similaires (fréquence propre axiale 7Hz et atténuation vibratoire supérieure à 90% à 25 Hz).

**Les suspentes devront être choisies en fonction du poids des équipements et de la répartition de la charge.**



#### 4.6 TRAITEMENTS COMPLEMENTAIRES

##### 4.6.1 TRAITEMENT ASPIRATION PRODUITS CHIMIQUES (NON PREVU DANS LE PRESENT PROJET)



Cet équipement pourra être traité à l'aide d'un écran antibruit type bardage métallique réalisé à l'aide de panneaux sandwich d'une épaisseur de 80mm avec laine de roche et face perforé côté bruit et pleine côté extérieur de l'écran. Cet écran aura les dimensions suivantes : longueur de 2m et hauteur de 1m. Toutefois, cet équipement n'est pas dépendant du labo.

##### 4.6.2 COMPRESSEUR LOCAL EXTERIEUR



Le compresseur situé dans ce local n'est pas désolidarisé de sol support (sol).

Nous préconisons donc la mise en place de supports antivibratiles en caoutchouc pour les équipements type SE110 de chez PAULSTRADYN ou produit présentant des caractéristiques similaires (fréquence propre axiale 7Hz et atténuation vibratoire supérieure à 90% à 25 Hz). **Les suspentes devront être choisies en fonction du poids des équipements et de la répartition de la charge.**

## 5 NIVEAUX SONORES DES EQUIPEMENTS TECHNIQUES

### 5.1 VENTILATION ET CHAUFFAGE/CLIMATISATION

Dans tous les cas, le niveau des équipements ne devra pas dépasser  $L_p \leq \text{NR35/ NR40}$  en vitesse intermédiaire dans les espaces de travail (hall et salles d'expérimentation), un niveau  $L_{Aeq} \leq 40$  dB en vitesse intermédiaire dans les sanitaires.

Les vitesses de circulation d'air ne devront pas dépasser les valeurs suivantes :

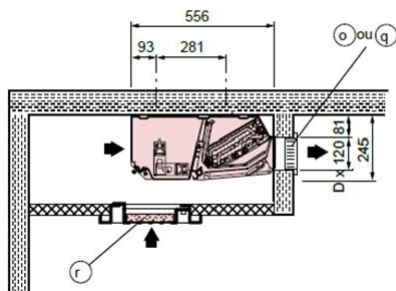
- 7 m/s en sortie de centrale,
- 5 m/s dans les réseaux principaux,
- 3 m/s en distribution terminale.
- Les prises d'air extérieures et les rejets d'air seront munis de pièges à sons

Ainsi, l'entreprise devra mettre tout en œuvre afin que ces niveaux soient respectés (bouche acoustique, régulation du débit d'air, ...)

Des pièges à sons et grilles de transfert acoustiques sont à prévoir à l'intérieur en traversée de chaque paroi.

Il sera prévu 12 ventilo-convecteurs non carrossés de type CIAT 404 ou 504 qui devront fonctionner en vitesse 2 maximum ou 304 qui pourront fonctionner en vitesse 3 maximum.

Ponctuellement dans des conditions extrêmes, le fonctionnement en vitesse 3 sera admis pour les modèles 404 ou 504, et vitesse 4 pour le modèle 304, il sera alors attendu dans la salle un niveau sonore plus bruyant : NR40 / 45 dBA qui correspond généralement aux conditions d'écoute dans les laboratoires nécessitant des conditions de ventilation et de rafraîchissement importantes.



Modèle 404 :

						BATTERIE FROIDE					BATTERIE CHAUDE				Lp
SERIE	R#	U	N	Pabs	Qa	Pt	Ps	Ts	Qe	dP	P	Ts	Qe	dP	ISO
Taille		Volt	tr/min	W	m3/h	W	W	°C	m3/h	kPa	W	°C	m3/h	kPa	ou NR
MJLINE 404P HEE	V5	7.5	1140	79	1135	2 610	2 610	13.4	0.447	11.7	4 300	31.5	0.252	8.02	43
	V4	6.8	1045	59	1030	2 500	2 500	13.0	0.447	11.7	4 220	32.3	0.252	8.01	40
	V3	5.4	850	31	805	2 210	2 200	12.0	0.447	11.8	3 970	34.8	0.252	8.00	34
	V2	4.4	705	18	635	1 940	1 930	11.0	0.447	11.8	3 680	37.3	0.252	7.97	28
	V1	3.2	540	10	445	1 570	1 540	9.8	0.447	11.9	3 140	41.2	0.252	7.93	22

			Fréquences (Hz) / Niveaux par octave (dB Lin)						Niveaux globaux	
SERIE	R#	Qa	125	250	500	1000	2000	4000	Lw	Lw
Taille		m3/h							dB (Lin)	dB (A)
MJLINE 404P HEE	V5	1135	60	59	58	59	53	47	65	62
	V4	1030	58	57	56	56	51	44	63	60
	V3	805	54	53	52	50	44	36	59	54
	V2	635	49	49	48	44	38	29	54	49
	V1	445	43	44	42	36	29	19	48	43

Modèle 504 :

			Fréquences (Hz) / Niveaux par octave (dB Lin)						Niveaux globaux	
SERIE	R#	Qa	125	250	500	1000	2000	4000	Lw	Lw
Taille		m3/h							dB (Lin)	dB (A)
MJLINE 504P HEE	V5	1210	60	60	60	59	54	46	66	63
	V4	1120	59	59	58	57	51	44	64	60
	V3	910	55	55	53	51	44	36	60	55
	V2	735	52	51	49	45	38	29	56	50
	V1	535	47	45	42	36	28	19	50	43

			Fréquences (Hz) / Niveaux par octave (dB Lin)						Niveaux de confort		
SERIE	R#	Qa	125	250	500	1000	2000	4000	NC	ISO ou NR	dB (A)
Taille		m3/h									
MJLINE 504P HEE	V5	1210	44	44	44	43	38	30	41	43	47
	V4	1120	43	43	42	41	35	28	38	41	44
	V3	910	39	39	37	35	28	20	32	35	39
	V2	735	36	35	33	29	22	P<15	26	29	34
	V1	535	31	29	26	20	P<15	P<15	18	21	27

Modèle 304 :

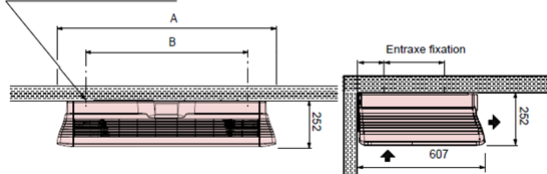
						BATTERIE FROIDE					BATTERIE CHAUDE				Lp
SERIE	R#	U	N	Pabs	Qa	Pt	Ps	Ts	Qe	dP	P	Ts	Qe	dP	ISO ou NR
Taille		Volt	tr/min	W	m3/h	W	W	°C	m3/h	kPa	W	°C	m3/h	kPa	
MJLINE 304P HEE	V5	6.3	975	42	750	1 620	1 620	13.7	0.278	5.39	3 390	33.6	0.199	25.5	41
	V4	5.3	835	26	620	1 450	1 450	13.2	0.278	5.42	3 170	35.3	0.199	25.5	35
	V3	4.4	710	16	505	1 270	1 270	12.6	0.278	5.44	2 910	37.3	0.199	25.4	29
	V2	3.2	540	8	350	987	987	11.7	0.278	5.49	2 430	40.7	0.199	25.2	22
	V1	2.2	395	5	215	682	681	10.7	0.278	5.56	1 780	44.7	0.199	25.1	<15

			Fréquences (Hz) / Niveaux par octave (dB Lin)						Niveaux globaux	
SERIE	R#	Qa	125	250	500	1000	2000	4000	Lw	Lw
Taille		m3/h							dB (Lin)	dB (A)
MJLINE 304P HEE	V5	750	32	57	56	55	49	43	61	59
	V4	620	47	52	53	48	42	34	57	53
	V3	505	43	47	47	42	36	26	51	47
	V2	350	40	41	41	33	23	17	46	40
	V1	215	37	32	27	22	15	P<15	39	29

Et 3 ventilos convecteurs carrossés de type CIAT 404 ou 504 qui devront fonctionner en vitesse 2 maximum ou 304 qui pourront fonctionner en vitesse 3 maximum.

Ponctuellement dans des conditions extrêmes, le fonctionnement en vitesse 3 sera admis pour les modèles 404 ou 504, et vitesse 4 pour le modèle 304, il sera alors attendu dans la salle un niveau sonore plus bruyant : NR40 / 45 dBA qui correspond généralement aux conditions d'écoute dans les laboratoires nécessitant des conditions de ventilation et de rafraîchissement importantes.

Fixation : 4 tiges M6 scellées,  
écrous et rondelles (non fournis)



Modèle 404 :

						BATTERIE FROIDE					BATTERIE CHAUDE				Lp
SERIE	R#	U	N	Pabs	Qa	Pt	Ps	Ts	Qe	dP	P	Ts	Qe	dP	ISO ou NR
Taille		Volt	tr/min	W	m3/h	W	W	°C	m3/h	kPa	W	°C	m3/h	kPa	
MJLINE 404P HEE	V5	7.5	1140	79	1140	2 610	2 610	13.4	0.448	11.7	4 300	31.5	0.252	8.02	45
	V4	6.8	1045	59	1030	2 500	2 500	13.0	0.448	11.7	4 220	32.3	0.252	8.02	42
	V3	5.4	850	31	805	2 210	2 200	12.0	0.448	11.8	3 970	34.8	0.252	8.00	36
	V2	4.4	705	18	635	1 950	1 940	11.0	0.448	11.8	3 680	37.3	0.252	7.97	30
	V1	3.2	540	10	445	1 570	1 540	9.8	0.448	11.9	3 140	41.2	0.252	7.93	24

			Fréquences (Hz) / Niveaux par octave (dB Lin)						Niveaux globaux	
SERIE	R#	Qa	125	250	500	1000	2000	4000	Lw	Lw
Taille		m3/h							dB (Lin)	dB (A)
MJLINE 404P HEE	V5	1140	60	59	58	59	54	47	65	62
	V4	1030	58	57	56	56	51	44	63	60
	V3	805	54	53	52	50	44	36	59	54
	V2	635	49	49	48	44	38	29	54	49
	V1	445	43	44	42	36	29	19	48	43

Modèle 504 :

						BATTERIE FROIDE					BATTERIE CHAUDE				Lp
SERIE	R#	U	N	Pabs	Qa	Pt	Ps	Ts	Qe	dP	P	Ts	Qe	dP	ISO ou NR
Taille		Volt	tr/min	W	m3/h	W	W	°C	m3/h	kPa	W	°C	m3/h	kPa	
MJLINE 504P HEE	V5	7.6	1160	75	1210	2 750	2 750	13.4	0.471	8.05	6 340	35.8	0.372	24.3	45
	V4	7.1	1080	60	1120	2 650	2 650	13.1	0.471	8.06	6 170	36.5	0.372	24.2	43
	V3	5.8	905	35	910	2 390	2 390	12.3	0.471	8.10	5 700	38.8	0.372	24.2	37
	V2	4.8	760	21	735	2 140	2 130	11.5	0.471	8.14	5 210	41.1	0.372	24.1	31
	V1	3.6	590	11	535	1 770	1 750	10.3	0.471	8.19	4 440	44.8	0.372	24.0	23

			Fréquences (Hz) / Niveaux par octave (dB Lin)						Niveaux globaux	
SERIE	R#	Qa	125	250	500	1000	2000	4000	Lw	Lw
Taille		m3/h							dB (Lin)	dB (A)
MJLINE 504P HEE	V5	1210	60	60	60	59	54	46	66	63
	V4	1120	59	59	58	57	51	44	64	60
	V3	910	55	55	53	51	44	36	60	55
	V2	735	52	51	49	45	38	29	56	50
	V1	535	47	45	42	36	28	19	50	43

Modèle 304 :

SÉRIE Taille	R#	U Volt	N tr/min	Pabs W	Qa m3/h	BATTERIE FROIDE					BATTERIE CHAUDE				Lp ISO ou NR
						Pt W	Ps W	Ts °C	Qe m3/h	dP kPa	P W	Ts °C	Qe m3/h	dP kPa	
MJLINE 304P HEE	V5	6.3	975	42	750	1 630	1 630	13.7	0.279	5.41	3 390	33.6	0.199	25.5	41
	V4	5.3	835	26	620	1 450	1 450	13.2	0.279	5.43	3 170	35.3	0.199	25.5	37
	V3	4.4	710	16	505	1 270	1 270	12.6	0.279	5.46	2 910	37.3	0.199	25.4	31
	V2	3.2	540	8	350	988	988	11.7	0.279	5.51	2 430	40.7	0.199	25.3	24
	V1	2.2	395	5	220	683	681	10.7	0.279	5.57	1 780	44.7	0.199	25.1	<15

SÉRIE Taille	R#	Qa m3/h	Fréquences (Hz) / Niveaux par octave (dB Lin)						Niveaux globaux	
			125	250	500	1000	2000	4000	Lw dB (Lin)	Lw dB (A)
MJLINE 304P HEE	V5	750	49	55	56	53	47	41	60	57
	V4	620	47	52	53	48	42	34	57	53
	V3	505	43	47	47	42	36	26	51	47
	V2	350	40	41	41	33	23	17	46	40
	V1	220	37	32	27	22	15	P<15	39	29

De façon à ne générer aucune vibration pouvant nuire au bon déroulement de la manipulation, tous les équipements devront être munis de suspentes anti-vibratiles.

## 5.2 PRECAUTIONS D'INSTALLATION GENERALES

L'entreprise devra prévoir la désolidarisation vibratoire des supports des extracteurs par interposition de plots à ressorts et coupure élastique assurant une efficacité minimale de 95 % à la fréquence d'excitation des systèmes.

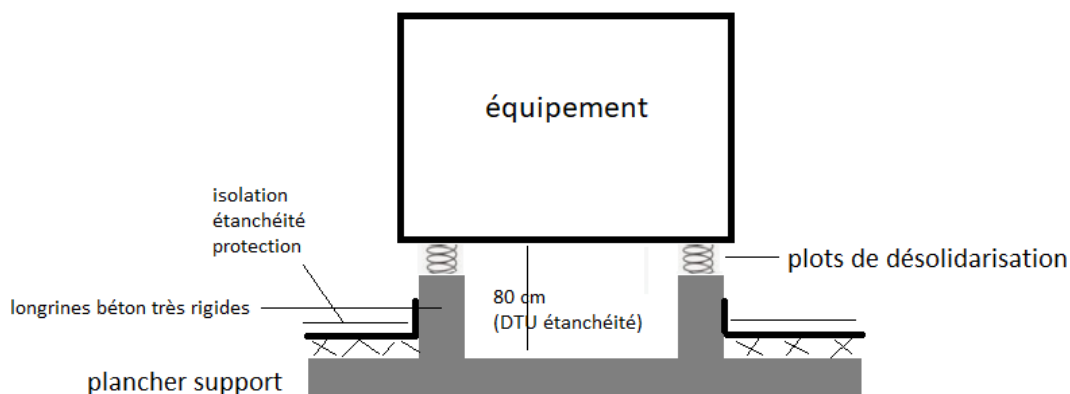
- désolidarisation vibratoire des gaines par suspentes souples type silent-blocs ou par interposition d'une couche résiliente, présentant une efficacité d'au moins 20 dB.

La CTA sera positionnée en toiture du bâtiment

Elles devront également respecter les précautions de mise en œuvre suivantes :

Il pourra être suivi le principe suivant ou tout autre principe au choix de l'entreprise garantissant une parfaite isolation aux bruits aériens et vibratoires et permettant d'atténuer au minimum 98 % de la fréquence propre des équipements.

L'isolation et l'étanchéité seront interrompues au droit des longrines. Des plots de désolidarisation seront positionnés entre la machine et les plots béton. Les plots antivibratiles seront dimensionnés de façon à atténuer 98% de la fréquence propre de l'équipement.





L'ensemble des composants devront présenter des dispositifs antivibratoires

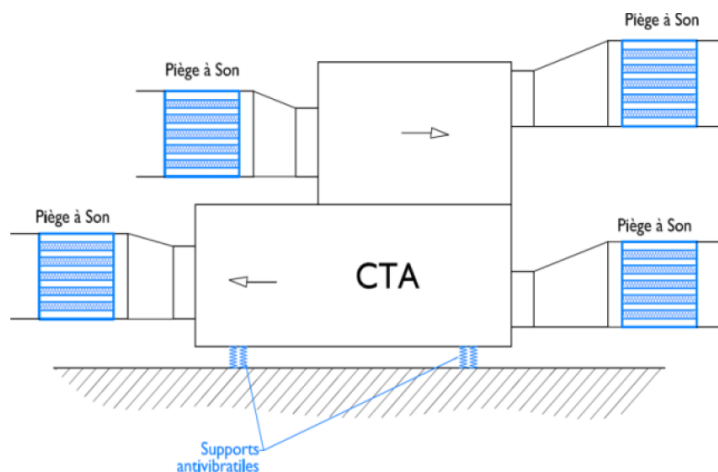
Pompes avec manchettes anti-vibratiles

Les fixations des canalisations ne seront pas placées sur les parois séparatives ou sur les parois communes par continuité à des logements.

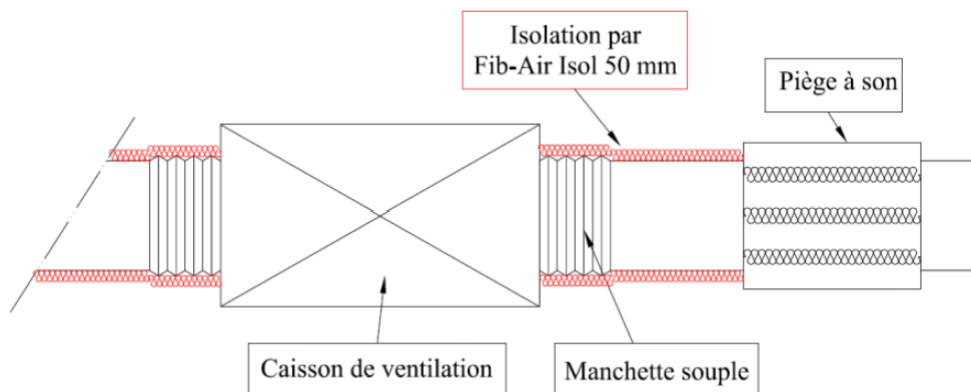
Les plots de désolidarisation devront être dimensionnés par le fabricant en fonction des caractéristiques de la machine qu'ils supportent.


La CTA sera munie des pièges à sons nécessaires afin de respecter les niveaux sonores à l'extérieur du bâtiment d'une part et les niveaux à l'intérieur des locaux d'autre part (niveau généré par la CTA dans les locaux NR 33 maximum dans le hall de manipulation, NR30 dans les autres locaux).

Il sera prévu la mise en place de pièges à sons sur l'ensemble des réseaux de soufflage, reprise, prise d'air et rejet.



Les pièges à sons seront positionnés au plus proche de la machine afin de limiter le bruit provenant des conduits. A ce titre, le linéaire de conduit entre le piège à sons et le caisson sera habillé par un panneau isolant en laine de verre de 25 mm d'épaisseur avec film de protection en aluminium.



	Transformation de l'atelier de mécanique du laboratoire CINaM en une plateforme d'expérimentation (PRISM) sur le site Luminy	Auteur : AT
		Vérif. : AT
		Valid. : AT
		Indice : PRO 0
		08/01/2024

### 5.3 LOCAL TECHNIQUE MITOYEN AU HALL DE MANIPULATION

De nombreux équipements nécessaires à la manipulation seront installés dans le local technique mitoyen. Il est notamment prévu :

1/Pompes primaires (13 unités sur étagères). Puissance acoustique : 57 dB. Fréquence principale 50 Hz mesurée avec analyseur de fréquence.

Les pompes seront toutes position,

2/ cryogénérateur (1 unité, posé au sol) : 60 dB, fréquence principale mesurée à 140 Hz

3/Refroidisseur d'eau (posé au sol) : infra ? sinon en PJ documentation chillers ATC, allant de 480 W -> 14 kW, de 55 dB à 85 dB ; Sur la version 1 kW, la fréquence principale mesurée est 100 Hz

La transmission des bruits aériens traité par la mise en œuvre des complexes précédemment décrits

La réverbération du local sera traitée par la mise en œuvre de matériau absorbant (fibre de bois) sur l'ensemble des parois (murs et plafond) tel que décrit précédemment)

La transmission vibratoire sera limitée par la mise en place des supports antivibratiles en caoutchouc pour les futurs équipements type SE110 de chez PAULSTRADYN ou produit présentant des caractéristiques similaires (fréquence propre axiale 7Hz et atténuation vibratoire supérieure à 90% à 25 Hz).

**Les suspentes devront être choisies en fonction du poids des équipements et de la répartition de la charge.**

## 6 ANNEXES : TABLEAUX DE VALEURS

Nous présentons ci-dessous les tableaux détaillant les vitesses et déplacements relevés lors des mesures vibratoires entre 1 et 200 Hz :

Nous rappelons les exigences de déplacement fixées ( $1\mu\text{m} = 10^{-6}\text{m}$  et  $1\mu\text{m} = 10^{-3}\text{mm}$ )

Vibrations du plancher dans une direction quelconque sur l'ensemble de la surface de la pièce :

Amplitude <  $1\mu\text{m}$  crête à crête au-dessous de 10 Hz

Amplitude <  $5\mu\text{m}$  crête à crête au-dessus de 10 Hz

Et des vitesses de déplacement <  $2\mu\text{m/s}$  (crête à crête) pour  $f < 15\text{ Hz}$  ; <  $6\mu\text{m/s}$  (crête à crête) pour  $f > 15\text{ Hz}$

### 6.1 VOITURES

Essai 1 :

VX (m/s)	VY (m/s)	VZ (m/s)	DX (mm)	DY (mm)	DZ (mm)	Freq en Hz
3,50E-07	2,59E-07	2,59E-07	5,57E-02	4,13E-02	4,13E-02	1
2,94E-07	1,90E-07	2,59E-07	3,72E-02	2,40E-02	3,28E-02	1,25
2,16E-07	1,29E-07	1,90E-07	2,17E-02	1,29E-02	1,91E-02	1,6
1,48E-07	8,99E-08	1,29E-07	1,18E-02	7,17E-03	1,03E-02	2
8,49E-08	6,37E-08	8,99E-08	5,38E-03	4,03E-03	5,70E-03	2,5
7,57E-08	4,11E-08	6,37E-08	3,81E-03	2,07E-03	3,20E-03	3,15
4,41E-08	5,74E-08	4,11E-08	1,76E-03	2,30E-03	1,64E-03	4
3,19E-08	7,06E-08	5,74E-08	1,01E-03	2,24E-03	1,82E-03	5
4,02E-08	4,72E-08	7,06E-08	1,01E-03	1,19E-03	1,78E-03	6,3
3,84E-08	8,30E-08	4,72E-08	7,69E-04	1,66E-03	9,46E-04	8
1,09E-07	8,39E-08	8,30E-08	1,74E-03	1,34E-03	1,32E-03	10
1,09E-07	9,42E-08	8,39E-08	1,38E-03	1,19E-03	1,06E-03	12,5
6,59E-08	1,20E-07	9,42E-08	6,62E-04	1,20E-03	9,46E-04	16
1,58E-07	1,16E-07	1,20E-07	1,26E-03	9,24E-04	9,57E-04	20
1,21E-07	1,13E-07	1,16E-07	7,69E-04	7,17E-04	7,34E-04	25
1,15E-07	1,73E-07	1,13E-07	5,76E-04	8,73E-04	5,70E-04	31,5
1,71E-07	3,12E-07	1,73E-07	6,85E-04	1,25E-03	6,93E-04	40
6,52E-07	1,17E-07	3,12E-07	2,07E-03	3,72E-04	9,90E-04	50
3,08E-07	8,49E-08	1,17E-07	7,78E-04	2,14E-04	2,96E-04	63
5,61E-08	1,60E-07	8,49E-08	1,12E-04	3,20E-04	1,70E-04	80
2,31E-07	8,69E-08	1,60E-07	3,68E-04	1,38E-04	2,55E-04	100
1,99E-07	1,44E-07	8,69E-08	2,52E-04	1,82E-04	1,10E-04	125
6,08E-08	1,58E-07	1,44E-07	6,11E-05	1,59E-04	1,45E-04	160
4,83E-08	5,00E-08	1,58E-07	3,85E-05	3,99E-05	1,26E-04	200

Essai 2 :

VX (m/s)	VY (m/s)	VZ (m/s)	DX (mm)	DY (mm)	DZ (mm)	Freq en Hz
2,98E-07	3,05E-07	3,75E-07	4,74E-02	4,85E-02	5,97E-02	1
2,72E-07	2,01E-07	3,05E-07	3,43E-02	2,55E-02	3,85E-02	1,25
1,92E-07	1,58E-07	2,01E-07	1,93E-02	1,59E-02	2,02E-02	1,6
1,49E-07	9,75E-08	1,58E-07	1,19E-02	7,78E-03	1,26E-02	2
1,02E-07	6,82E-08	9,75E-08	6,47E-03	4,32E-03	6,18E-03	2,5
7,48E-08	4,67E-08	6,82E-08	3,77E-03	2,35E-03	3,43E-03	3,15
4,30E-08	3,66E-08	4,67E-08	1,72E-03	1,46E-03	1,87E-03	4
3,23E-08	6,82E-08	3,66E-08	1,03E-03	2,17E-03	1,16E-03	5

4,16E-08	1,44E-07	6,82E-08	1,05E-03	3,64E-03	1,72E-03	6,3
6,08E-08	3,12E-07	1,44E-07	1,22E-03	6,25E-03	2,89E-03	8
1,16E-07	1,15E-07	3,12E-07	1,84E-03	1,82E-03	4,96E-03	10
6,67E-08	8,89E-08	1,15E-07	8,43E-04	1,12E-03	1,45E-03	12,5
8,49E-08	9,31E-08	8,89E-08	8,53E-04	9,35E-04	8,93E-04	16
1,16E-07	1,32E-07	9,31E-08	9,24E-04	1,05E-03	7,43E-04	20
1,46E-07	1,29E-07	1,32E-07	9,24E-04	8,14E-04	8,33E-04	25
1,82E-07	5,48E-07	1,29E-07	9,14E-04	2,76E-03	6,47E-04	31,5
5,42E-07	4,83E-07	5,48E-07	2,17E-03	1,93E-03	2,19E-03	40
5,55E-07	1,99E-07	4,83E-07	1,76E-03	6,32E-04	1,53E-03	50
1,35E-07	2,69E-07	1,99E-07	3,39E-04	6,77E-04	5,02E-04	63
1,49E-07	2,56E-07	2,69E-07	2,99E-04	5,14E-04	5,38E-04	80
1,20E-06	2,26E-07	2,56E-07	1,91E-03	3,60E-04	4,08E-04	100
8,11E-07	2,59E-07	2,26E-07	1,03E-03	3,28E-04	2,86E-04	125
2,69E-07	3,46E-07	2,59E-07	2,70E-04	3,47E-04	2,60E-04	160
1,46E-07	5,00E-08	3,46E-07	1,16E-04	3,99E-05	2,76E-04	200

## 6.2 CHARIOT PASSERELLE R+1

VX (m/s)	VY (m/s)	VZ (m/s)	DX (mm)	DY (mm)	DZ (mm)	Freq en Hz
2,88E-07	3,01E-07	2,88E-07	4,58E-02	4,80E-02	4,58E-02	1
3,05E-07	1,99E-07	3,01E-07	3,85E-02	2,52E-02	3,81E-02	1,25
1,99E-07	1,26E-07	1,99E-07	2,00E-02	1,26E-02	2,00E-02	1,6
1,33E-07	7,57E-08	1,26E-07	1,06E-02	6,04E-03	1,00E-02	2
1,08E-07	6,22E-08	7,57E-08	6,85E-03	3,94E-03	4,80E-03	2,5
6,90E-08	4,72E-08	6,22E-08	3,47E-03	2,38E-03	3,13E-03	3,15
3,84E-08	5,68E-08	4,72E-08	1,53E-03	2,27E-03	1,89E-03	4
4,21E-08	7,83E-08	5,68E-08	1,34E-03	2,49E-03	1,80E-03	5
3,54E-08	1,03E-07	7,83E-08	8,93E-04	2,60E-03	1,98E-03	6,3
4,46E-08	1,67E-07	1,03E-07	8,93E-04	3,36E-03	2,07E-03	8
1,88E-07	1,21E-07	1,67E-07	2,99E-03	1,93E-03	2,67E-03	10
1,12E-07	7,06E-08	1,21E-07	1,42E-03	8,93E-04	1,53E-03	12,5
7,40E-08	1,13E-07	7,06E-08	7,43E-04	1,14E-03	7,09E-04	16
1,23E-07	1,39E-07	1,13E-07	9,79E-04	1,11E-03	9,03E-04	20
1,17E-07	5,81E-07	1,39E-07	7,43E-04	3,68E-03	8,83E-04	25
2,04E-07	8,69E-07	5,81E-07	1,03E-03	4,37E-03	2,92E-03	31,5
3,79E-07	3,19E-07	8,69E-07	1,52E-03	1,28E-03	3,47E-03	40
7,23E-07	7,74E-07	3,19E-07	2,30E-03	2,46E-03	1,01E-03	50
2,65E-07	7,83E-07	7,74E-07	6,70E-04	1,98E-03	1,95E-03	63
4,94E-07	1,38E-06	7,83E-07	9,90E-04	2,76E-03	1,57E-03	80
7,74E-06	1,32E-06	1,38E-06	1,23E-02	2,09E-03	2,19E-03	100
4,41E-06	5,00E-06	1,32E-06	5,57E-03	6,32E-03	1,66E-03	125
2,29E-06	7,48E-06	5,00E-06	2,30E-03	7,51E-03	5,02E-03	160
9,53E-07	5,00E-08	7,48E-06	7,60E-04	3,99E-05	5,97E-03	200

## 6.3 PERIODE NOCTURNE :

VX (m/s)	VY (m/s)	VZ (m/s)	DX (mm)	DY (mm)	DZ (mm)	Freq en Hz
6,08E-07	3,71E-07	4,51E-07	9,68E-02	5,90E-02	7,17E-02	1
3,66E-07	2,62E-07	3,71E-07	4,63E-02	3,32E-02	4,69E-02	1,25

2,75E-07	1,82E-07	2,62E-07	2,76E-02	1,82E-02	2,64E-02	1,6
2,04E-07	1,27E-07	1,82E-07	1,62E-02	1,01E-02	1,45E-02	2
1,13E-07	8,02E-08	1,27E-07	7,17E-03	5,08E-03	8,05E-03	2,5
7,92E-08	5,55E-08	8,02E-08	3,99E-03	2,79E-03	4,03E-03	3,15
6,15E-08	4,94E-08	5,55E-08	2,46E-03	1,98E-03	2,22E-03	4
3,97E-08	8,59E-08	4,94E-08	1,26E-03	2,73E-03	1,57E-03	5
4,46E-08	5,87E-08	8,59E-08	1,12E-03	1,48E-03	2,17E-03	6,3
4,51E-08	1,09E-07	5,87E-08	9,03E-04	2,19E-03	1,18E-03	8
1,32E-07	1,19E-07	1,09E-07	2,09E-03	1,89E-03	1,74E-03	10
1,82E-07	1,06E-07	1,19E-07	2,30E-03	1,34E-03	1,50E-03	12,5
1,17E-07	1,20E-07	1,06E-07	1,18E-03	1,20E-03	1,06E-03	16
1,39E-07	1,35E-07	1,20E-07	1,11E-03	1,07E-03	9,57E-04	20
1,11E-07	9,75E-08	1,35E-07	7,01E-04	6,18E-04	8,53E-04	25
1,24E-07	1,35E-07	9,75E-08	6,25E-04	6,77E-04	4,91E-04	31,5
3,08E-07	4,26E-07	1,35E-07	1,23E-03	1,70E-03	5,38E-04	40
2,37E-07	1,17E-07	4,26E-07	7,51E-04	3,72E-04	1,35E-03	50
9,53E-08	1,11E-07	1,17E-07	2,40E-04	2,79E-04	2,96E-04	63
1,27E-07	1,86E-07	1,11E-07	2,55E-04	3,72E-04	2,22E-04	80
2,34E-07	2,16E-07	1,86E-07	3,72E-04	3,43E-04	2,96E-04	100
1,12E-06	4,06E-07	2,16E-07	1,42E-03	5,14E-04	2,73E-04	125
5,55E-07	2,94E-07	4,06E-07	5,57E-04	2,96E-04	4,08E-04	160
1,43E-07	5,00E-08	2,94E-07	1,14E-04	3,99E-05	2,35E-04	200

#### 6.4 PERIODE DIURNE

VX (m/s)	VY (m/s)	VZ (m/s)	DX (mm)	DY (mm)	DZ (mm)	Freq en Hz
4,89E-07	3,93E-07	4,83E-07	7,78E-02	6,25E-02	7,69E-02	1
3,97E-07	2,65E-07	3,93E-07	5,02E-02	3,36E-02	4,96E-02	1,25
2,84E-07	1,84E-07	2,65E-07	2,86E-02	1,84E-02	2,67E-02	1,6
1,88E-07	1,11E-07	1,84E-07	1,50E-02	8,83E-03	1,46E-02	2
1,08E-07	7,57E-08	1,11E-07	6,85E-03	4,80E-03	7,01E-03	2,5
9,20E-08	5,55E-08	7,57E-08	4,63E-03	2,79E-03	3,81E-03	3,15
5,61E-08	4,89E-08	5,55E-08	2,24E-03	1,95E-03	2,22E-03	4
4,21E-08	7,57E-08	4,89E-08	1,34E-03	2,40E-03	1,55E-03	5
4,06E-08	7,31E-08	7,57E-08	1,03E-03	1,84E-03	1,91E-03	6,3
5,42E-08	1,20E-07	7,31E-08	1,09E-03	2,40E-03	1,46E-03	8
1,48E-07	1,16E-07	1,20E-07	2,35E-03	1,84E-03	1,91E-03	10
1,62E-07	9,75E-08	1,16E-07	2,05E-03	1,23E-03	1,46E-03	12,5
1,36E-07	1,13E-07	9,75E-08	1,37E-03	1,14E-03	9,79E-04	16
1,90E-07	1,27E-07	1,13E-07	1,52E-03	1,01E-03	9,03E-04	20
1,66E-07	1,11E-07	1,27E-07	1,05E-03	7,01E-04	8,05E-04	25
1,46E-07	2,37E-07	1,11E-07	7,34E-04	1,19E-03	5,57E-04	31,5
5,61E-07	4,56E-07	2,37E-07	2,24E-03	1,82E-03	9,46E-04	40
2,45E-07	1,88E-07	4,56E-07	7,78E-04	5,97E-04	1,45E-03	50
1,36E-07	1,71E-07	1,88E-07	3,43E-04	4,32E-04	4,74E-04	63
2,56E-07	4,56E-07	1,71E-07	5,14E-04	9,14E-04	3,43E-04	80
5,74E-07	3,19E-07	4,56E-07	9,14E-04	5,08E-04	7,26E-04	100
1,84E-06	3,01E-07	3,19E-07	2,32E-03	3,81E-04	4,03E-04	125
6,15E-07	3,66E-07	3,01E-07	6,18E-04	3,68E-04	3,03E-04	160
1,64E-07	5,00E-08	3,66E-07	1,31E-04	3,99E-05	2,92E-04	200

Périodes les plus calmes :

Période diurne calme :

VX (m/s)	VY (m/s)	VZ (m/s)	DX (mm)	DY (mm)	DZ (mm)	Freq en Hz
4,26E-07	3,34E-07	4,02E-07	6,77E-02	5,32E-02	6,39E-02	1
3,05E-07	2,23E-07	3,34E-07	3,85E-02	2,82E-02	4,22E-02	1,25
2,11E-07	1,56E-07	2,23E-07	2,12E-02	1,57E-02	2,24E-02	1,6
1,41E-07	1,01E-07	1,56E-07	1,12E-02	8,05E-03	1,25E-02	2
9,75E-08	6,82E-08	1,01E-07	6,18E-03	4,32E-03	6,39E-03	2,5
7,14E-08	5,12E-08	6,82E-08	3,60E-03	2,58E-03	3,43E-03	3,15
4,94E-08	5,74E-08	5,12E-08	1,98E-03	2,30E-03	2,05E-03	4
4,06E-08	7,48E-08	5,74E-08	1,29E-03	2,38E-03	1,82E-03	5
3,79E-08	3,42E-08	7,48E-08	9,57E-04	8,63E-04	1,89E-03	6,3
4,02E-08	4,46E-08	3,42E-08	8,05E-04	8,93E-04	6,85E-04	8
4,26E-08	5,55E-08	4,46E-08	6,77E-04	8,83E-04	7,09E-04	10
4,35E-08	6,59E-08	5,55E-08	5,51E-04	8,33E-04	7,01E-04	12,5
5,87E-08	7,48E-08	6,59E-08	5,90E-04	7,51E-04	6,62E-04	16
1,23E-07	1,32E-07	7,48E-08	9,79E-04	1,05E-03	5,97E-04	20
1,36E-07	1,13E-07	1,32E-07	8,63E-04	7,17E-04	8,33E-04	25
1,13E-07	1,44E-07	1,13E-07	5,70E-04	7,26E-04	5,70E-04	31,5
2,69E-07	3,23E-07	1,44E-07	1,07E-03	1,29E-03	5,76E-04	40
2,11E-07	1,90E-07	3,23E-07	6,70E-04	6,04E-04	1,03E-03	50
2,84E-07	6,22E-07	1,90E-07	7,17E-04	1,57E-03	4,80E-04	63
6,08E-07	2,84E-07	6,22E-07	1,22E-03	5,70E-04	1,25E-03	80
5,81E-07	3,30E-07	2,84E-07	9,24E-04	5,26E-04	4,53E-04	100
1,30E-06	2,69E-07	3,30E-07	1,64E-03	3,39E-04	4,18E-04	125
5,24E-07	4,11E-07	2,69E-07	5,26E-04	4,13E-04	2,70E-04	160
1,15E-07	5,00E-08	4,11E-07	9,14E-05	3,99E-05	3,28E-04	200

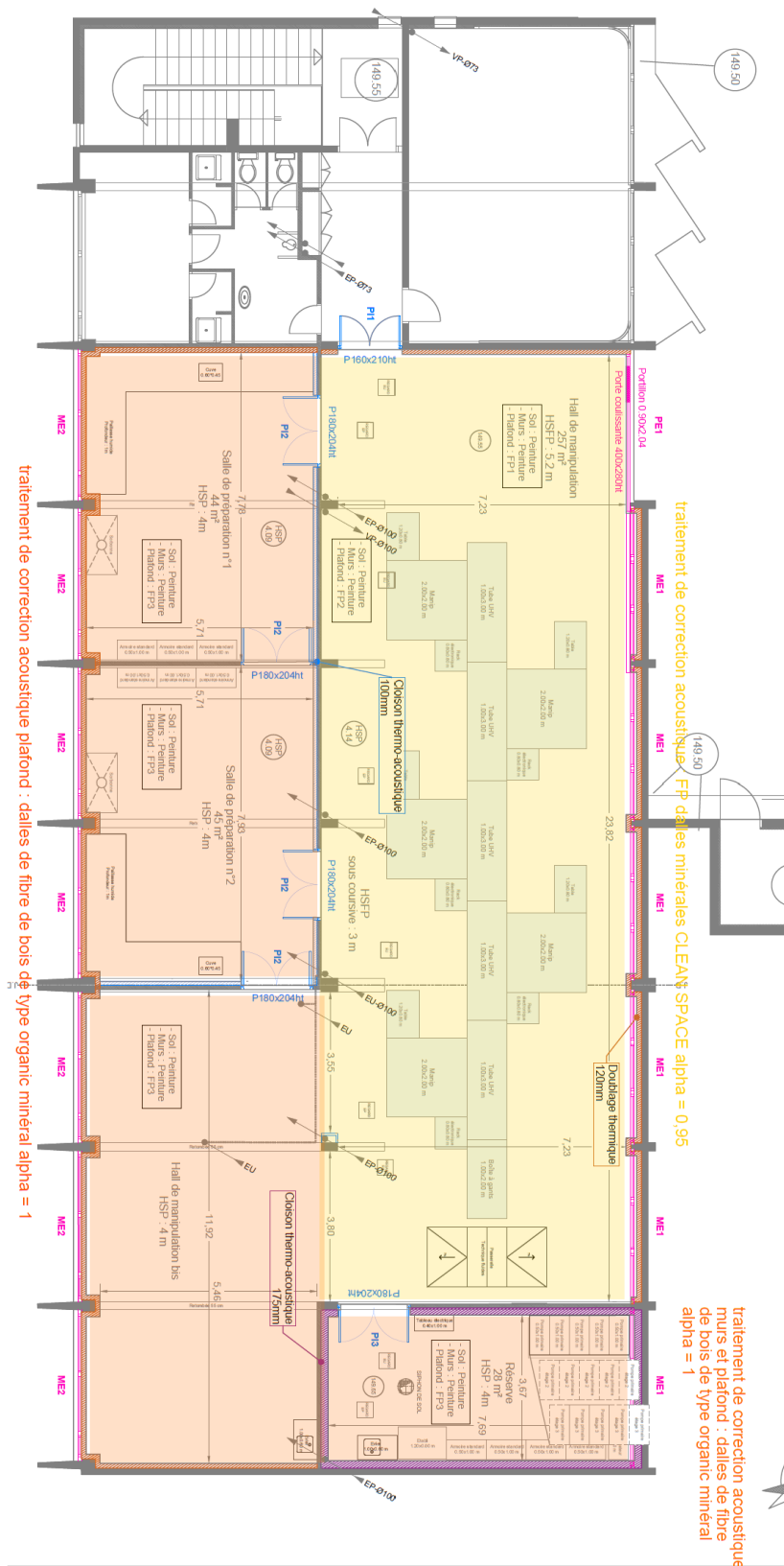


Période nocturne calme :

VX (m/s)	VY (m/s)	VZ (m/s)	DX (mm)	DY (mm)	DZ (mm)	Freq en Hz
6,08E-07	3,08E-07	4,11E-07	9,68E-02	4,91E-02	6,54E-02	1
3,66E-07	2,56E-07	3,08E-07	4,63E-02	3,24E-02	3,90E-02	1,25
2,42E-07	1,62E-07	2,56E-07	2,43E-02	1,62E-02	2,58E-02	1,6
1,79E-07	1,01E-07	1,62E-07	1,43E-02	8,05E-03	1,29E-02	2
1,01E-07	7,40E-08	1,01E-07	6,39E-03	4,69E-03	6,39E-03	2,5
7,92E-08	4,89E-08	7,40E-08	3,99E-03	2,46E-03	3,72E-03	3,15
6,15E-08	3,97E-08	4,89E-08	2,46E-03	1,59E-03	1,95E-03	4
3,75E-08	8,59E-08	3,97E-08	1,19E-03	2,73E-03	1,26E-03	5
3,88E-08	4,16E-08	8,59E-08	9,79E-04	1,05E-03	2,17E-03	6,3
3,88E-08	5,61E-08	4,16E-08	7,78E-04	1,12E-03	8,33E-04	8
4,35E-08	8,59E-08	5,61E-08	6,93E-04	1,37E-03	8,93E-04	10
4,51E-08	7,06E-08	8,59E-08	5,70E-04	8,93E-04	1,09E-03	12,5
9,20E-08	1,20E-07	7,06E-08	9,24E-04	1,20E-03	7,09E-04	16
1,38E-07	1,04E-07	1,20E-07	1,10E-03	8,33E-04	9,57E-04	20
1,11E-07	7,06E-08	1,04E-07	7,01E-04	4,47E-04	6,62E-04	25
8,20E-08	9,86E-08	7,06E-08	4,13E-04	4,96E-04	3,55E-04	31,5
2,01E-07	3,93E-07	9,86E-08	8,05E-04	1,57E-03	3,94E-04	40
2,23E-07	1,06E-07	3,93E-07	7,09E-04	3,36E-04	1,25E-03	50
7,66E-08	8,79E-08	1,06E-07	1,93E-04	2,22E-04	2,67E-04	63
1,01E-07	1,33E-07	8,79E-08	2,02E-04	2,67E-04	1,76E-04	80
1,77E-07	8,79E-08	1,33E-07	2,82E-04	1,40E-04	2,12E-04	100
3,54E-07	8,39E-08	8,79E-08	4,47E-04	1,06E-04	1,11E-04	125
1,16E-07	8,02E-08	8,39E-08	1,16E-04	8,05E-05	8,43E-05	160
6,01E-08	5,00E-08	8,02E-08	4,80E-05	3,99E-05	6,39E-05	200

7

**REPERAGE TRAITEMENT DE CORRECTION ACOUSTIQUE**



8

**REPERAGE PERFORMANCE ACOUSTIQUE DES CLOISONS, DOUBLAGE ET MENUISERIES**

