

# CONSTRUCTION DU POLE SANTE SUR LE SITE DU C.H.U. DE ST-ETIENNE



MAITRE D'OUVRAGE

SAINT ETIENNE METROPOLE

2, AVENUE GRUNER - CS 80257 - 42006 - SAINT-ETIENNE CEDEX 01

T 04 77 49 21 49 F 04 77 49 21 40 E-mail: R.NOEL@agallo-st-etienne.fr

**MICHEL REMON**

ARCHITECTE D.P.L.G

OLIVIER JAUBERT

REMI BELLEC

MAGDALENA BUKOWSKA

ARCHITECTES ASSISTANTS

6, CITE DE L'AMEUBLEMENT 75011 PARIS

T 01 45 86 11 55 F 01 45 86 11 77

michel.remon@remon.fr

http://www.remon.fr/

**CIMAISE**

ARCHITECTE ASSOCIE

10 A, RUE DE LA PRODUCTIQUE 42950 ST-ETIENNE

T 04 77 93 59 93 F 04 77 93 47 60

lmarchet@cimaise.fr

**TECHNIP TPS**

B.E.T.

6, RUE SAINT NESTOR 69008 LYON

T 04 78 76 58 58 F 04 78 01 79 06

tpslyon@techniptps.com

**SOLENER**

B.E.T. ENVIRONNEMENTAL

48, RUE GUSTAVE NADAUD 59 000 LILLE

T 03 20 41 58 38 F 03 20 41 58 40

solener@solener.fr

**GBA**

ECONOMISTE

4, RUE EMILE NOIROT 42100 ST-ETIENNE

T 04 77 93 08 90 F 04 44 08 54 50

fbayle@gba-eco.com

**ALTIA**

INGENIERIE ACOUSTIQUE

5, RUE DE CLERY 75 002 PARIS

T 01 53 00 90 65 F 01 53 00 90 66

altia@altia-acoustique.com

**JACQUES COULON**

PAYSAGISTE

24, RUE EMILE LEPEU 75011 PARIS

T 01 40 09 15 11 F 01 40 09 18 22

atelier.jacquescoulon@orange.fr

**BERNARD JAUNAY**

SCENOGRAPHE

77, LES HAMEAUX DE SIENE 91250 SAINTRY SUR SEINE

T 01 60 75 93 52 F 01 60 75 97 64

bernard.jaunay@wanadoo.fr

**DEKRA**

BUREAU DE CONTROLE

19 D, RUE DE LA TELEMATIQUE 42954 ST-ETIENNE

T 04 77 92 00 52 F 04 77 79 18 04

jonathan.landolina@dekra.com

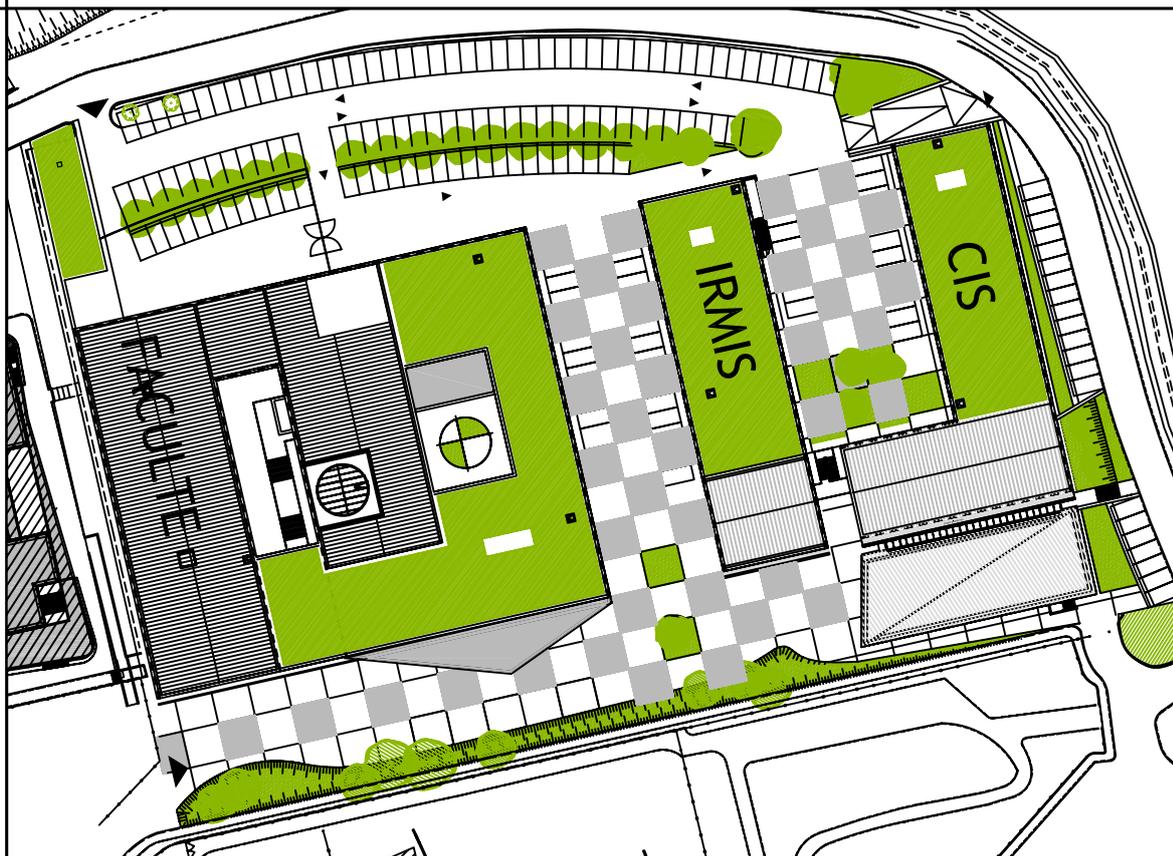
**CSBTP**

CSPS

1, ALLEE DE L'ELECTRONIQUE 42000 ST-ETIENNE

T 04 77 74 86 24 F 04 77 74 94 86

gmazoyer@csbtp.fr



MARCHE	6	MARS 2012
PROJET	5	FEVRIER 2012
AVANT PROJET DETAILLE	4	MAI 2011
PERMIS DE CONSTRUIRE	3	AVRIL 2011
AVANT PROJET SOMMAIRE	2	JANVIER 2011
MISE AU POINT ESQUISSE	1	SEPTEMBRE 2010
CONCOURS	1	JANVIER 2010

EMETTEUR

**Technip TPS**

AFFAIRE n° 6394

TITRE

**NOTICE VIBRATION**

NOM FICHER DIFFUSION

ECHELLE

DATE INDICE

Mars 2012

**PHASE  
DCE**

EMETTEUR	OPERATION	PHASE	LOT	TYPE	ZONE-BAT	ORIENTATION NIVEAU	PRECISIONS NUMERO	INDICE
TPS	POLE	DCE	GEN	E	TZ	TN	915	A



ACOUSTIQUE VIBRATIONS  
LOGICIEL SCIENTIFIQUE

## NOTICE VIBRATIONS

### PHASE APD

### POLE SANTE - CHU DE ST-ETIENNE (42)

**Rédaction**

*N. Souil*

**Vérification**

*A. Fournol*

**Approbation**

*A. Fournol*

**Emetteur**  
*A.V.L.S.*

**Date**

*07 Juin 2011*

**Etude réalisée à la demande et pour le compte de**

**TECHNIP TPS**

**Etude**  
*VI1387*

**Rapport**

*12960\_TPS\_CHU\_STE\_  
APD\_VIB2\_VI1387.doc*

*Ce document ne peut en aucun cas être utilisé (même par extrait) sans autorisation préalable écrite de la société AVLS*

## TABLE DES MATIERES

<b>1</b>	<b>GENERALITES</b> .....	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>CRITERES VIBRATOIRES</b> .....	<b>4</b>
2.1	SALLE 19.3 - CI186 MICROSCOPE À TRANSMISSION.....	4
2.2	SALLE 18.9 - CI187 MICROSCOPE À BALAYAGE.....	4
2.3	CRITÈRE ASHRAE .....	5
<b>3</b>	<b>RECOMMANDATIONS PAR LOTS</b> .....	<b>6</b>
3.1	GENIE CIVIL : .....	6
3.1.1	<i>Plancher Bas RDC</i> .....	6
3.1.2	<i>Plancher terrasse</i> .....	6
3.1.3	<i>Salle 19.3 - CI186 Microscope à Transmission</i> .....	6
3.1.4	<i>Salle 18.9 - CI187 Microscope à Balayage</i> .....	7
3.1.5	<i>Escalier B</i> .....	8
3.2	CVC : .....	9
3.2.1	<i>Généralités</i> .....	9
3.2.2	<i>Désolidarisation des canalisations</i> .....	9
3.2.3	<i>Désolidarisation des installations de ventilation</i> .....	11
3.2.4	<i>Pompes</i> .....	12
3.3	PLOMBERIE – FLUIDES : .....	13
3.3.1	<i>Désolidarisation des canalisations</i> .....	13
3.3.2	<i>Pompes / surpresseurs</i> .....	14
3.3.3	<i>Obligations de l'Entreprise</i> .....	14
3.4	APPAREILS ELEVATEURS .....	15
3.4.1	<i>Cas d'une Machinerie embarquée</i> .....	15
3.4.2	<i>Cas d'un vérin hydraulique</i> .....	16
3.5	ELECTRICITE – COURANTS FORTS.....	16
3.6	REVETEMENTS DE SOL : .....	16
<b>ANNEXE I</b>	<b>CRITÈRES ASHRAE</b> .....	<b>17</b>

**NOTICE VIBRATIONS  
PHASE APD**

**POLE SANTE - CHU DE ST-ETIENNE (42)**

**1 GENERALITES**

Deux microscopes sensibles aux vibrations (MET et MEB) doivent être installés au RDC du bâtiment de la Faculté de médecine.

Le présent document – qui concerne uniquement la partie du bâtiment comprise entre les files A à D et 1 à 4 - décrit les dispositions devant être prises pour assurer la limitation des niveaux vibratoires dans les locaux recevant ces appareils.

Il est composé de deux parties :

- Rappel des critères vibratoires applicables aux salles recevant les activités de microscopie,
- recommandations par lots.

## **2 CRITERES VIBRATOIRES**

### **2.1 Salle 19.3 - CI186 Microscope à Transmission**

HITACHI H-800

Le critère constructeur est énoncé en déplacement par bandes de fréquences :

Vibrations :

- 2~3 Hz pour une amplitude 0.5  $\mu\text{m}$  max
- 5 Hz pour une amplitude 1  $\mu\text{m}$  max
- 10 Hz pour une amplitude 3  $\mu\text{m}$  max
- 20 Hz pour une amplitude 6  $\mu\text{m}$  max

### **2.2 Salle 18.9 - CI187 Microscope à Balayage**

HITACHI S-3000

Le critère constructeur est énoncé en déplacement par fréquences :

Vibrations :

- 0-5 Hz pour une amplitude 3  $\mu\text{m}$  crête à crête
- 10 Hz pour une amplitude 5  $\mu\text{m}$  crête à crête
- 50 Hz pour une amplitude 7  $\mu\text{m}$  crête à crête

### 2.3 Critère ASHRAE

Les critères vibratoires applicables couramment à la microscopie sont exprimés suivant les gabarits de l'ASHRAE, décrits ci-après.

Ces gabarits peuvent être exprimés en ordonnées linéaires, comme rappelé dans l'ANNEXE I.

Cependant pour permettre une représentation plus compacte, ces critères sont exprimés ci-après en échelle logarithmique en dBv ( $\text{dBv} = 20 \log (v / 5.10^{-8})$  avec  $v$  en mètres / seconde).

Le critère VC-D de l'ASHRAE correspond à 6 microns / seconde efficaces par tiers d'octave, soit 42 dBv.

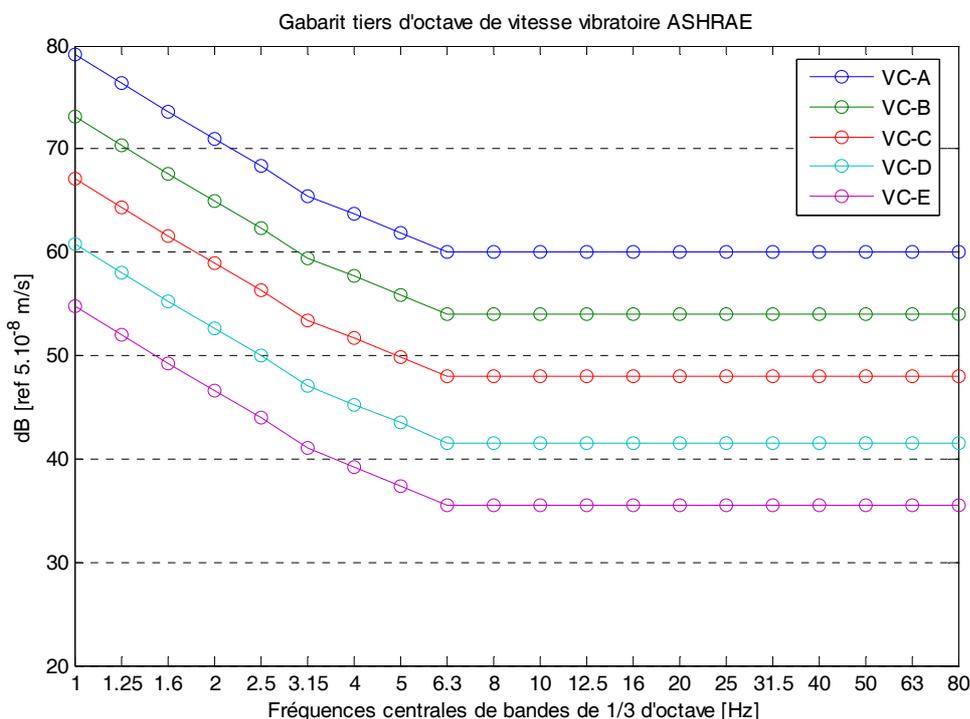


Figure 1 : Critères vibratoires de l'ASHRAE. - ordonnées : dBv ref 5 10<sup>-8</sup> m/s rms, abscisses : Hz.

Les exigences constructeur citées plus haut sont très contraignantes aux très basses fréquences (2-3 Hz), et correspondent à 40 dBv selon le graphique ci-dessus.

Dans la gamme de fréquence la plus pénalisante elles correspondent à la courbe VC-F.

### 3 RECOMMANDATIONS PAR LOTS

#### 3.1 GENIE CIVIL :

##### 3.1.1 Plancher Bas RDC

Le plancher bas RDC devra être exécuté par coulage de béton directement sur le terrain naturel.

Il conviendra de s'assurer de la continuité de la dalle sur l'ensemble de la zone décrite dans la présente notice.

Dallage épaisseur 20 cm minimum.

##### 3.1.2 Plancher terrasse

Des équipements techniques de ventilation (CTA) seront placés en terrasse.

La fréquence du premier mode propre de la terrasse devra être **supérieure à 8 Hz** afin de permettre l'utilisation de suspensions à ressorts sous les CTA.

Cette exigence est applicable à l'ensemble de la terrasse comprise entre les files 1 à 4.

##### 3.1.3 Salle 19.3 - CI186 Microscope à Transmission

Il est nécessaire de mettre en œuvre un massif béton armé **d'épaisseur un mètre** sur lequel sera posé le MET.

Compte tenu de la hauteur du MET (3 mètres) un massif sur ressorts n'est pas recommandé.

Le massif aura sa surface supérieure au niveau PB RDC et ses parois latérales seront désolidarisées de la dalle PB RDC et des parois verticales de fouille par insertion d'un matériau polyuréthane type Sylomer SR 28 ou équivalent Regufoam, d'épaisseur 50 mm, et sur une hauteur de 40 cm à partir du nu RdC.

La circulation des opérateurs se fera impérativement sur la dalle et non sur le massif.

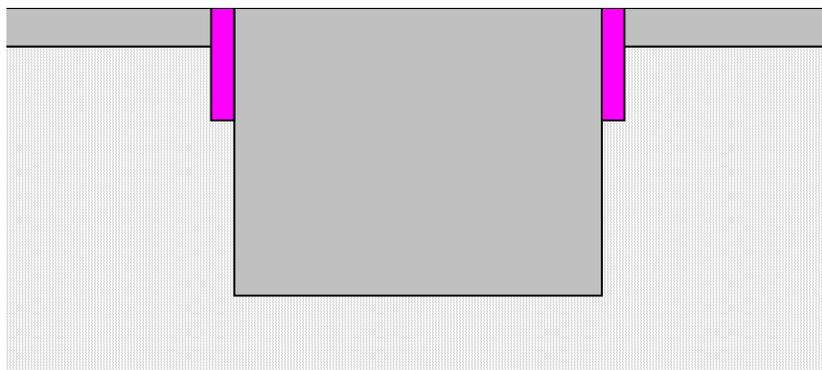


Figure 2 : Schéma-type massif MET

### **3.1.4 Salle 18.9 - CI187 Microscope à Balayage**

Seule la colonne du MEB sera posée sur massif BA sur ressorts, les opérateurs pouvant circuler autour. L'emprise au sol de la colonne est d'environ 1m x 1m.  
L'épaisseur du massif béton armé sera de 20 cm.

Le rattrapage de hauteur par rapport au niveau de la circulation des opérateurs se fera par décaissé du dallage ou dans l'épaisseur du faux plancher.

Les ressorts peuvent être posés sous le massif, ou latéralement via des cornières, pour faciliter le remplacement ou l'adaptation.

Dans le cas d'une dalle à surface sup au niveau PB RDC, un espace libre de 5 cm devra être ménagé en périphérie du massif vis à vis des circulations.

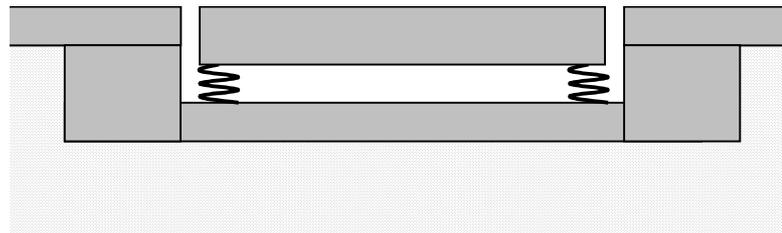
Cet espace devra être couvert par un joint souple type Couvraneuf (fixé d'un côté seulement) afin d'éviter la chute de tous objets susceptibles de bloquer le système, sans toutefois apporter de raideur parasite au massif suspendu.

Dans l'hypothèse d'une colonne de masse 150 kg (à confirmer), la masse totale à supporter serait de 650 kg sur 4 appuis.

Les appuis seront donc composés de :

- 4 boîtiers individuels à ressorts type Gerb de raideur  $K_z = 60 \text{ kN/m}$ ,
- 4 amortisseurs visqueux type Gerb Weber permettant d'atteindre un amortissement de 10% de l'amortissement critique.

Pour déterminer les dispositifs appropriés avec précision, il sera nécessaire de connaître exactement la masse de la colonne du microscope et la position du centre de gravité pour conserver l'horizontalité de l'ensemble.



**Figure 3 : Schéma-type massif MEB sur ressorts**

### **3.1.5 Escalier B**

L'escalier B devra être désolidarisé de la structure du bâtiment.

Trois hypothèses de désolidarisation peuvent être envisagées :

- Positionnement d'un joint de dilatation type sismique entre la partie du bâtiment accueillant le MEB et MET, et l'escalier
- Fût posé sur un radier béton spécifique, l'escalier ne touchant pas les parois latérales verticales, et étant maintenu en tête au niveau terrasse, isolé des vibrations par un matériau isolant type Sylomer ou Sylodyn.
- Escalier reposant par les paliers sur des consoles haute et basse, via matériau polyuréthane type Sylodyn. Aucun autre contact ne doit exister entre escalier et noyau.

## **3.2 CVC :**

### **3.2.1 Généralités**

Les dispositions ci-après concernent la partie du bâtiment comprise entre les files 1 à 4.

### **3.2.2 Désolidarisation des canalisations**

#### **Raccordement des canalisations aux installations**

Les spécifications décrites ci-après seront systématiquement réalisées :

Toutes les canalisations de fluide seront reliées aux installations par des manchons antivibratiles type DILATOFLEX de KLEBER ou techniquement équivalent.

Toutes les gaines d'air seront reliées aux installations par des manchettes souples.

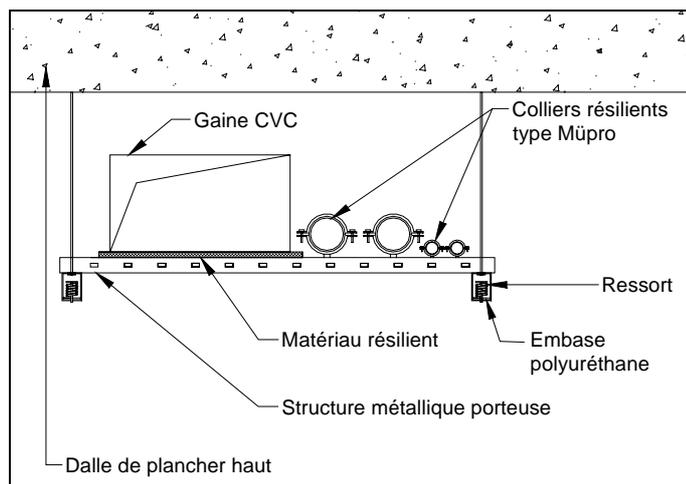
Tous les circuits électriques seront reliés aux installations par des lyres de longueur suffisante pour ne pas constituer de rigidité parasite.

#### **Fixation des canalisations et gaines d'air**

Toutes les canalisations seront systématiquement posées sur des profilés métalliques, dont la jonction au génie civil sera assurée par des suspentes à ressorts, caractérisées par une fréquence propre inférieure ou égale à 5 Hz, type ACTIV, AREMA ou techniquement équivalent.

Les conduites seront reliées à la structure métallique par des colliers résilients en néoprène.

Lorsque les gaines de ventilation circulent en sous-face de plancher elles seront portées par cette même structure métallique, avec interposition d'un matériau résilient, type Strulik ou techniquement équivalent.



**Figure 4 : Fixation des canalisations dans les bâtiments sensibles**

Dans les cas exceptionnels où cette disposition ne pourrait être retenue faute de place :

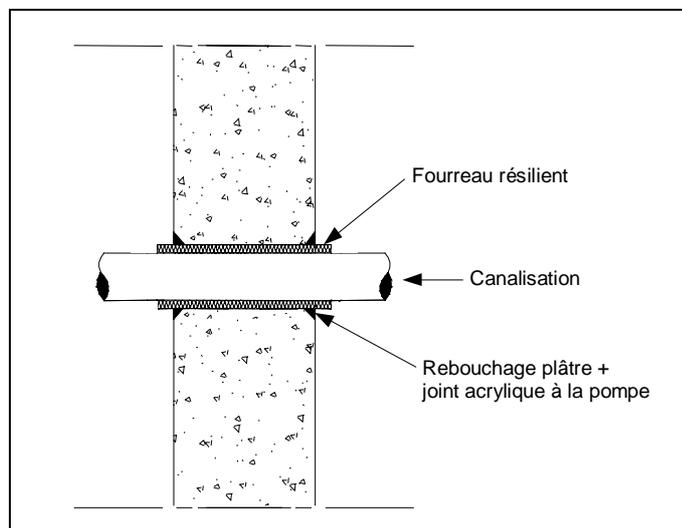
- les canalisations de diamètre supérieur à 50 mm seront portées par des suspentes à ressorts 5 Hz.,
- les canalisations de fluides d'un diamètre inférieur à 50 mm seront reliées au génie civil par des colliers résilients type DAMMGULAST JAUNE 24 dB de MUPRO ou techniquement équivalent. La garniture ainsi interposée devra avoir fait l'objet d'essais acoustiques conformément à la norme NF S 31-014, justifiant d'une amélioration d'au moins 20 dB(A) entre un conduit fixé rigidement et un conduit muni du dispositif retenu.
- les gaines d'air seront suspendues directement par suspentes néoprène, type PHOENIX-MEGI ou AREMA SYLO, ou techniquement équivalent.

### Traversées de parois par les canalisations

A chaque traversée de paroi par une conduite de fluide, il sera mis en œuvre un fourreau résilient en caoutchouc synthétique (épaisseur 9 mm) type ARMAFLEX de ARMACELL ou techniquement équivalent. Un dépassement de 20 mm minimum de part et d'autre de la paroi sera réservé.

L'objectif est d'éviter le contact direct entre la conduite et la maçonnerie.

Le rebouchage au mortier ou au plâtre sera assuré autour de ce résilient. Un joint acrylique à la pompe viendra parachever l'étanchéité à l'air, si nécessité d'isolation acoustique.



**Figure 5 : Traversée de paroi par une conduite**

### Traversées de parois par les gaines de ventilation

A chaque traversée de paroi par une gaine de ventilation, il sera interposé sur toute sa périphérie un matériau résilient type Strulik 5 mm minimum ou techniquement équivalent, et dépassant de 20 mm minimum de part et d'autre de la coupure.

L'objectif est d'éviter le contact entre la gaine et la maçonnerie.

Le rebouchage au mortier ou au plâtre sera assuré autour de ce résilient. Un joint acrylique à la pompe viendra parachever l'étanchéité à l'air, si nécessité d'isolation acoustique.

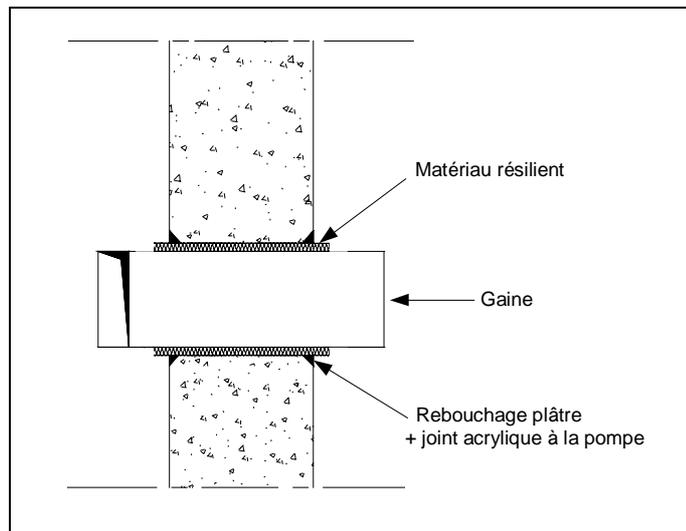


Figure 6 : Traversée de paroi par une gaine de ventilation

### 3.2.3 Désolidarisation des installations de ventilation

Toutes les CTA en terrasse seront posées sur des ressorts métalliques à embase en mousse polyuréthane d'épaisseur minimale 10 mm, permettant d'obtenir une première fréquence de suspension verticale inférieure ou égale à 5 Hz, et un filtrage vibratoire supérieur ou égal à 95 % à la fréquence de rotation des pièces tournantes.

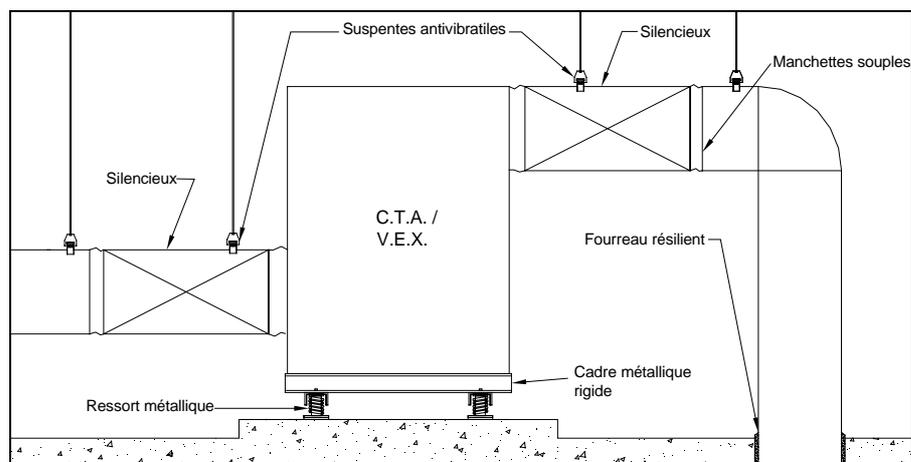


Figure 7 : Traitement antivibratile des CTA

### **3.2.4 Pompes**

La mise en œuvre de pompes fixées sur des parois verticales maçonnées est absolument proscrite.

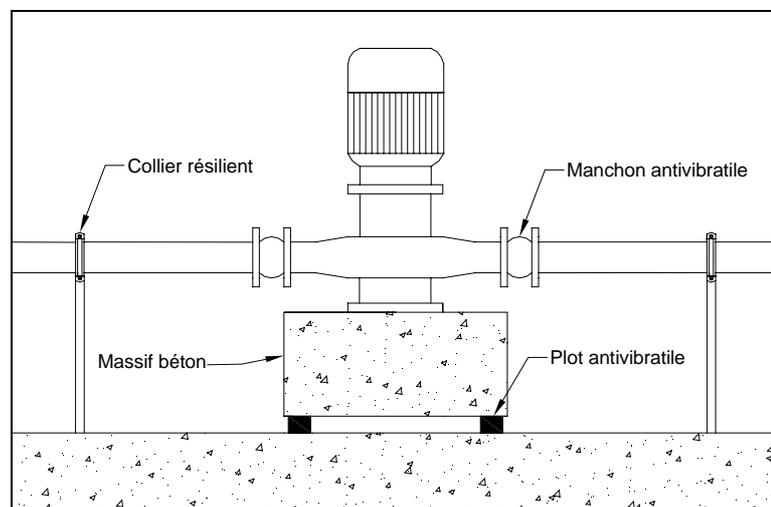
#### **Traitement antivibratile pompes en terrasse**

Toutes les pompes / surpresseurs seront montées sur des massifs en béton d'épaisseur minimum 30 cm, posés sur des ressorts hélicoïdaux acier type ACTIV, AREMA ou techniquement équivalent, tel que schématisé sur la figure ci-après

La fréquence de résonance verticale du système suspendu sera inférieure ou égale à 5 Hz.

Les pompes seront obligatoirement munies de manchons antivibratiles type Kléber Dilatoflex en amont et en aval.

Si nécessaire les pompes peuvent être montées sur des panoplies verticales composées d'un massif BA sur ressorts à 5 Hz et d'un châssis métallique pour leur fixation.



**Figure 8 : Traitement antivibratile des pompes**

#### **Traitement antivibratile pompes sur dallage RdC**

Les ressorts hélicoïdaux seront remplacés par des appuis polyuréthane Sylomer dimensionnés suivant la charge à supporter.

Ditto ci-dessus pour les autres précautions.

### **3.3 PLOMBERIE – FLUIDES :**

#### **3.3.1 Désolidarisation des canalisations**

##### **Raccordement des canalisations aux installations**

Toutes les conduites seront reliées aux installations fixes par des manchons antivibratiles type DILATOFLEX de KLEBER ou techniquement équivalent.

Dans le cas d'utilisation de tirants pour limiter l'élongation du manchon lors de fortes pressions, il sera nécessaire de les désolidariser des brides par l'intermédiaire de butées en élastomère.

##### **Fixation des canalisations**

Toutes les canalisations seront regroupées sur des profilés métalliques et fixées au génie civil par l'intermédiaire de suspentes à ressorts caractérisées par une fréquence propre inférieure ou égale à 5 Hz, type ACTIV, AREMA ou techniquement équivalent.

Les canalisations d'un diamètre inférieur à 50 mm qui ne peuvent être regroupées seront reliées au génie civil par des colliers résilients type DAMMGULAST JAUNE de MÜPRO ou techniquement équivalent. La garniture ainsi interposée devra avoir fait l'objet d'essais acoustiques conformément à la norme NF S 31-014, justifiant d'une amélioration d'au moins 20 dB(A) entre un conduit fixé rigidement et un conduit muni du dispositif retenu.

Les chevilles utilisées seront du type Phonolyt de Mupro ou équivalent.

Les canalisations d'un diamètre supérieur à 50 mm seront portées par suspentes à ressorts 5 Hz.

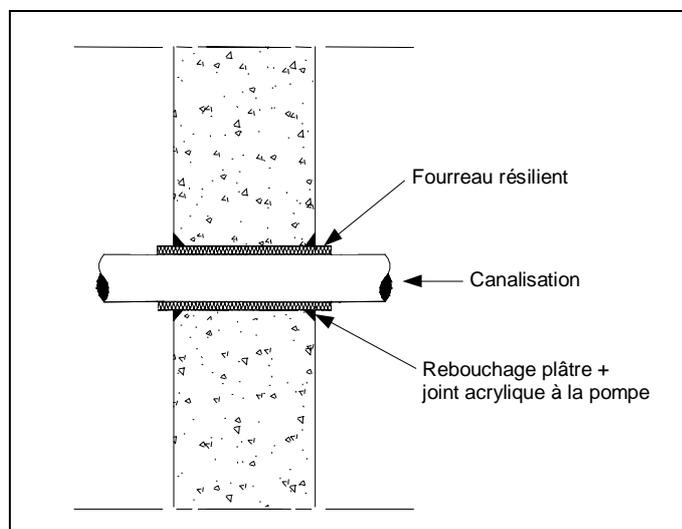
##### **Traversées de parois par les canalisations**

A chaque traversée de paroi par une conduite, il sera mis en œuvre un fourreau résilient en caoutchouc synthétique (épaisseur 9 mm) type ARMAFLEX de ARMACELL ou techniquement équivalent.

Un dépassement de 20 mm minimum de part et d'autre de la paroi sera réservé.

Le rebouchage au mortier ou au plâtre sera assuré autour de ce résilient.

Un joint acrylique à la pompe viendra parachever l'étanchéité à l'air si nécessaire.



**Figure 9 : Traversée de paroi par une conduite**

### **Traversées de plancher**

A chaque traversée de plancher par une conduite, il sera mis en œuvre un fourreau résilient en caoutchouc synthétique (épaisseur 9 mm) type GAINOJAC de ELASTISOL ou techniquement équivalent.

Un dépassement de 20 mm minimum de part et d'autre de la paroi sera réservé.

### **3.3.2 Pompes / surpresseurs**

La mise en œuvre de pompes fixées sur des parois verticales maçonnées est absolument proscrite.

Un traitement antivibratile devra être mis en œuvre dito §3.2.4.

### **3.3.3 Obligations de l'Entreprise**

#### **Eléments à fournir**

L'Entreprise fournira à la Maîtrise d'Œuvre pour approbation les éléments suivants :

- Caractéristiques mécaniques des plots antivibratiles et des matériaux résilients,
- Notes de calcul d'atténuation vibratoire du dispositif antivibratile des pompes / surpresseurs,

### 3.4 APPAREILS ELEVATEURS

#### 3.4.1 Cas d'une Machinerie embarquée

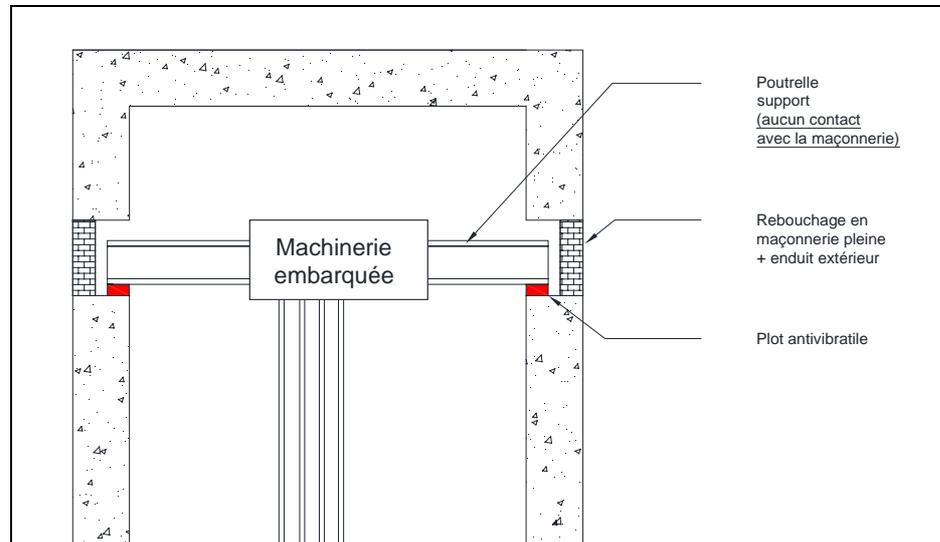
Les vibrations générées par la machinerie devront être filtrées par un dispositif antivibratile adapté.

- Dans le cas d'une motorisation avec boîte de vitesses (moteur *asynchrone* induisant une fréquence d'excitation supérieure ou égale à 25 Hz), le système suspendu sera caractérisé par une première fréquence de suspension verticale suffisamment basse pour permettre un filtrage vibratoire supérieur ou égal à 85 % à la fréquence d'excitation, sans être inférieure à 8 Hz.
- Dans le cas d'une motorisation à entraînement direct (moteur *synchrone* ou *gearless* induisant une fréquence d'excitation de quelques Hz), le système suspendu sera caractérisé par une première fréquence de suspension verticale supérieure ou égale à 2 fois la fréquence de rotation maximale du moteur (suspension semi-rigide).

Dans ces deux cas, la fréquence de suspension de la machinerie sera comprise entre 8 et 15 Hz.

*Exemple type : plots SYLOMER ou SYLODYN.*

Les réserves éventuellement réalisées pour la fixation du support de la machinerie (poutrelle métallique par exemple) seront impérativement rebouchées en maçonnerie pleine de masse surfacique minimale 200 kg/m<sup>2</sup>, et la mise en œuvre sera soignée. Il ne devra subsister aucun contact entre « le rebouchage » et la poutrelle support (cf. schéma ci-après).



**figure 10 – Exemple de désolidarisation de machinerie**

#### **Points d'attache**

Tout point d'attache d'un câble ou d'une poulie de renvoi devra comporter un dispositif de filtrage des vibrations (ressort + éventuellement matériau résilient) conforme à décrit précédemment.

#### **Désolidarisation des armoires de commande**

Les armoires de commande seront désolidarisées par des plots néoprène (type supports DAMMGULAST de MUPRO ou techniquement équivalent).

### **Guides**

La mise en œuvre des guides de cabine devra être particulièrement soignée, afin de minimiser les vibrations transmises à la structure.

### **Réglages**

Les réglages de vitesse, d'accélération et de décélération devront être effectués de manière à minimiser les niveaux vibratoires produits par les appareils élévateurs.

### **3.4.2 Cas d'un vérin hydraulique**

- la base du vérin hydraulique sera posée sur polyuréthane Sylodyn NF,
- la cuve à huile + pompe sera posée sur 4 plots Sylomer selon la charge totale.

Armoires de commande, guides, réglage : idem paragraphe précédent.

### **3.5 ELECTRICITE – COURANTS FORTS**

Transformateur HT / BT :

Il sera posé sur 4 plots Paulstra V1B 5984-01.

### **3.6 REVETEMENTS DE SOL :**

Le recours au carrelage est proscrit dans toutes les circulations du bâtiment (file A à D).

*ANNEXE I Critères ASHRAE*

**Figure 1: Generic Vibration Criterion (VC) Curves for Vibration-Sensitive Equipment - Showing also the ISO Guidelines for People in Buildings (see Table 1 for description of equipment and uses)**

