



APAVE PARISIENNE SAS
Direction LEME
97-103 Bd Victor Hugo
93400 St Ouen

CPCU
A l'attention de Mme JOYCE-ERMOLLI Sarah
BP N° 77
75761 PARIS CEDEX 12

Service Acoustique/Vibrations
Ligne directe 01.82.30.10.94
Correspondants M CHAUVOT & Mme MONIEZ
N/Réf 12 530 107 21670 00 R

Saint-Ouen, le 30 avril 2013

BORDEREAU D'ENVOI

DÉSIGNATION	Nombre de pièces	OBSERVATIONS
Veillez trouver ci-joint le rapport relatif aux mesures de vibrations réalisées dans votre installation de VAUGIRARD, <u>chaufferie en fonctionnement</u> .	1	



APAPE PARISIENNE SAS

Direction LEME

97-103 Bd Victor Hugo

93400 St Ouen

CPCU

A l'attention de Mme JOYCE-ERMOLLI Sarah

BP N° 77

75761 PARIS CEDEX 12

Service Acoustique/Vibrations

Ligne directe 01.82.30.10.94

Correspondants M CHAUVOT & Mme MONIEZ

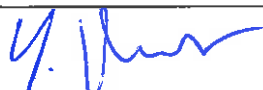
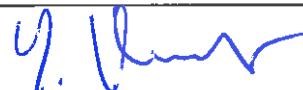

N/Réf 12 530 107 21670 00 R

Saint-Ouen, le 30 avril 2013

**ETUDE DES VIBRATIONS EN REFERENCE A LA CIRCULAIRE N°23
DU 23 JUILLET 1986 DU MINISTERE DE L'ENVIRONNEMENT.**

Entreprise CPCU en fonctionnement

Chaufferie de VAUGIRARD 25 rue Georges Pitard 75015 PARIS

Mesures du 11 et 12/12/2012 par M CHAUVOT & M ^{me} MONIEZ	Rapport rédigé par M CHAUVOT	Rapport vérifié par M. FERREIRA
		

Ce rapport comporte 22 pages dont 4 annexes

SOMMAIRE

1	OBJET	2
2	CONDITIONS DE MESURES.....	2
2.1	Date des mesures.....	2
2.2	Textes de référence	2
2.3	Matériel de mesure.....	2
2.4	Emplacements des points de mesure.....	3
2.5	Déroulement des mesures	3
3	TRAITEMENT DES ENREGISTREMENTS.....	4
4	RESULTATS DE MESURES ET INTERPRETATION.....	4
5	CONCLUSIONS.....	8
	ANNEXE A1 : VALEURS LIMITES.....	9
	ANNEXE A2 : PHOTOS DES EMPLACEMENTS DE MESURES.....	12
	ANNEXE A3 : ENREGISTREMENTS ET SPECTRES.....	14
	ANNEXE A4 : MATÉRIEL DE MESURES.....	21

1 OBJET

L'étude faisant l'objet de ce rapport concerne l'analyse des phénomènes vibratoires engendrés par toutes les sources présentes sur le site et dans l'environnement de la chaufferie CPCU de VAUGIRARD à PARIS (75015). Il s'agissait de déterminer les paramètres des vibrations ambiantes, l'installation étant fonctionnant, en utilisant la « méthode d'analyse fine » définie par la circulaire n°23 du 23 juillet 1986 du Ministère de l'Environnement relative « *aux vibrations mécaniques émises dans l'environnement par les installations classées pour la protection de l'environnement* ».

2 CONDITIONS DE MESURES

2.1 Date des mesures

Les mesures ont été effectuées lors du fonctionnement des installations de chauffage, les 11 et 12 décembre 2012.

2.2 Textes de référence

Les mesures ont été faites suivant les recommandations et les prescriptions des textes réglementaires en vigueur :

- la norme NF E 90-020 de juillet 2007 « Vibrations et chocs mécaniques – Méthodes de mesurage et d'évaluation des réponses des constructions, des matériels sensibles et des occupants » ;
- la circulaire n°23 du 23 juillet 1986, du Ministère de l'environnement, relative aux « vibrations mécaniques émises dans l'environnement par les installations classées pour la protection de l'environnement », en utilisant la méthode dite « d'analyse fine ».

2.3 Matériel de mesure

L'enregistrement des vibrations a été assuré au moyen d'une chaîne Sismo-Vibra 3, conçue, assemblée et programmée par le CERS-APAVE dans le cadre d'un programme de recherche du Ministère de l'Environnement. Ce type de chaîne comporte un ordinateur compatible PC équipé d'une carte d'acquisition et de numérisation. Ce système permet l'enregistrement des données sur disque dur et la sauvegarde en vue de traitements ultérieurs. Il permet également l'obtention sur le terrain, d'une part, du tracé sur écran des vibrations en temps réel et, d'autre part, après chaque enregistrement, des courbes représentant l'accélération, la vitesse particulière ou le déplacement en fonction du temps ainsi que le spectre (voir description en annexe A4). Chaque chaîne d'acquisition numérique peut être reliée à un nombre de capteurs allant jusqu'à seize (montage standard).

Il s'agissait de deux ensembles de trois sismographes MARK-SERCEL L22-3D de fréquence propre 2 Hz. Chaque ensemble permet de mesurer simultanément les mouvements du support sur lequel il est installé dans les trois directions rectangulaires : verticale Z, horizontales L et T perpendiculaires entre elles, la composante L était orientée parallèlement à la limite de propriété.

2.4 Emplacements des points de mesure

La chaufferie est limitée par les rues Georges Pitard et Alphonse Bertillon. Au NE la cheminée est intégrée dans un bâtiment d'habitation. Notons la proximité des voies SNCF de la gare Montparnasse.

VUE DU SITE



★ Emplacements de mesures

Emplacement 1 « LIM CONDUIT CHEMINEE », capteur initialement installé sur un muret solidaire des structures de la base du bâtiment voisin et de la cheminée, a été décalé d'environ 1.5 m et positionné contre le mur du bâtiment ;

Emplacement 2 « FONDATION BERTILLON », capteur au niveau de la rue Alphonse Bertillon à l'aplomb de la fondation de la chaufferie PCU, face à un bâtiment d'habitation.

Les photos de ces emplacements de mesure apparaissent en annexe 2.

2.5 Déroulement des mesures

Après l'installation des capteurs, une surveillance continue des vibrations a été effectuée du 11/12 à 17h jusqu'au 12/12/2012 à 15h, les installations de chauffage étant en fonctionnement.

3 TRAITEMENT DES ENREGISTREMENTS

Le traitement par ordinateur des enregistrements numériques permet d'obtenir le tracé de la vitesse particulière en fonction du temps et d'effectuer les calculs de spectre mettant en évidence les fréquences dominantes. Le spectre représente la transformée de Fourier calculée sur une fenêtre définie à partir de l'enregistrement.

L'évolution des amplitudes crêtes et/ou RMS des vibrations (ici par périodes de 30 secondes) peut également être présentée en fonction du temps, permettant ainsi une vue d'ensemble de la mesure par 24 heures ou sur une durée plus courte.

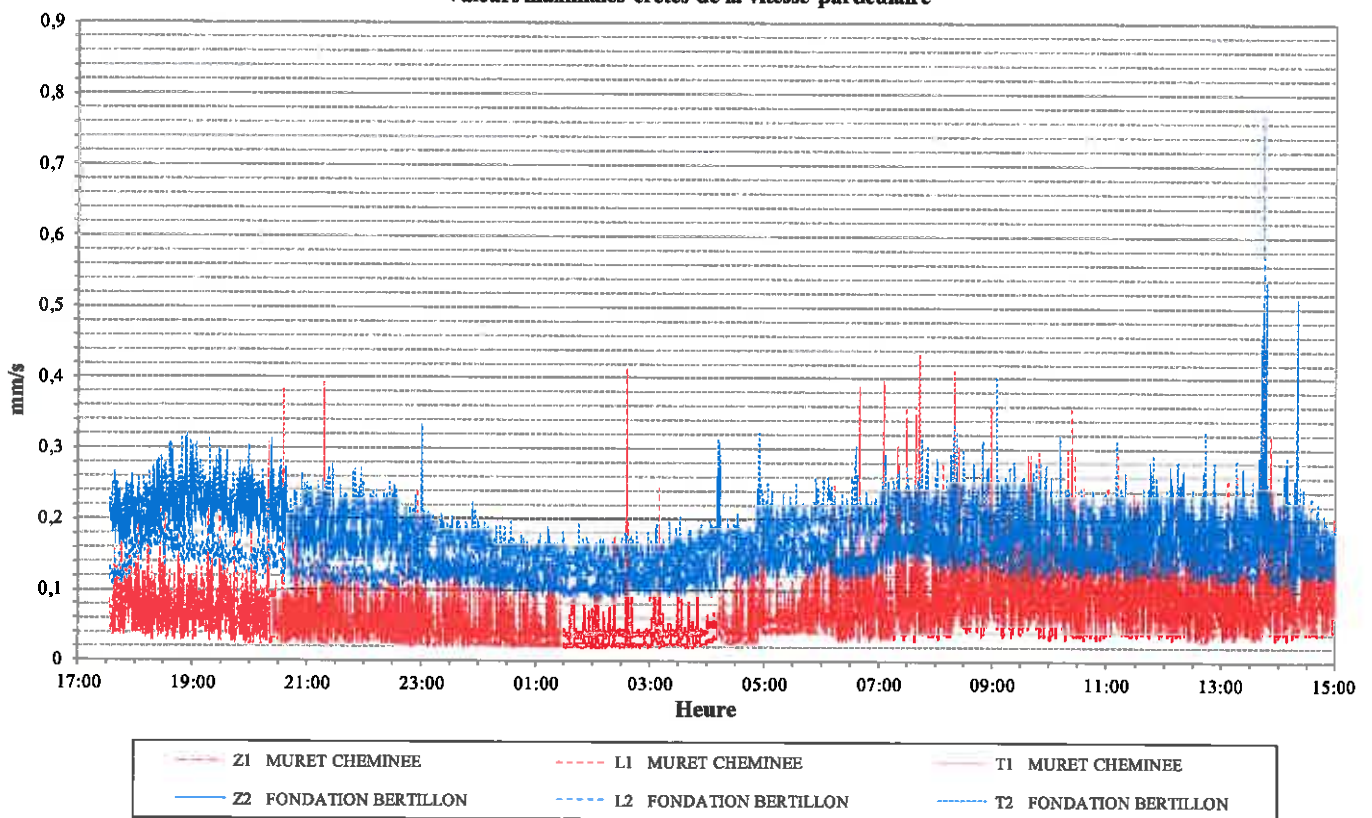
4 RESULTATS DE MESURES ET INTERPRETATION

Nous présentons deux types de documents, d'une part les graphiques de l'évolution des valeurs maximales de la vitesse particulière crête au cours de la période de mesures (figures ci-dessous) et, d'autre part, les tracés d'enregistrements en fonction du temps avec les spectres de fréquences associés.

L'examen de ces derniers permet de préciser les paramètres des vibrations et de confirmer l'origine des phénomènes vibratoires.

Des exemples représentatifs de ces documents apparaissent en annexe A3 ainsi que dans le corps du texte.

CHAUFFERIE DE VAUGIRARD, LES 11et 12/012/2012
Valeurs maximales crêtes de la vitesse particulière



Le tableau de la page suivante rassemble la liste des enregistrements relatifs aux évènements où l'amplitude atteint ou dépasse 0,30 mm/s sur l'une ou l'autre des composantes des points 1 et 2 (numéro d'ordre, heure de déclenchement, valeurs maximales de la vitesse particulière en mm/s pour chacune des voies de mesure).

Les plus grandes valeurs apparaissent en gras. Les enregistrements correspondants dont le numéro est surligné, figurent dans l'annexe A3, pages 15 à 20.

Les éventuelles vibrations entretenues, engendrées par le fonctionnement des chaudières, ne sont pas émergentes par rapport aux vibrations ambiantes décrites dans le rapport « état zéro ». On notera cependant que les amplitudes de ces vibrations engendrées par toutes les activités environnantes ont été en peu plus grandes que lorsque la chaufferie était à l'arrêt.

Les plus grandes valeurs de la vitesse particulière sont mesurées pour des phénomènes transitoires de courte durée qui ne s'observent qu'en un seul emplacement en même temps.

Les maximums sont présentés sur les figures de la page 7, ci-après.

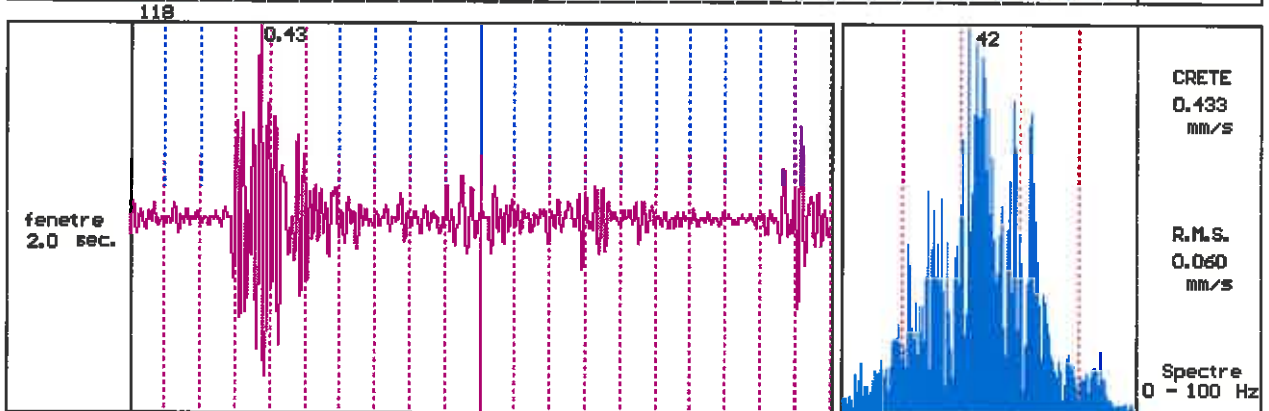
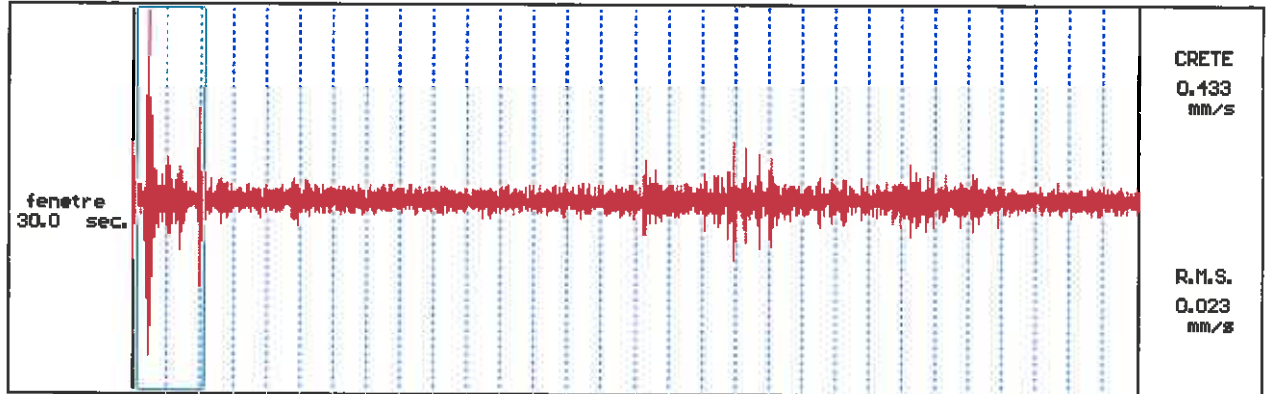
VITESSE PARTICULAIRE CRETE EN MM/S

ENR.	HEURE	MURET CHEMINEE			FONDATION BERTILLON		
		Z1	L1	T1	Z2	L2	T2
35	18:34:53	0,070	0,092	0,098	0,240	0,180	0,310
37	18:37:17	0,062	0,088	0,095	0,300	0,180	0,310
43	18:47:20	0,027	0,048	0,039	0,240	0,220	0,310
45	18:52:36	0,054	0,088	0,075	0,240	0,160	0,320
48	18:56:09	0,078	0,110	0,098	0,230	0,160	0,310
56	19:16:45	0,027	0,044	0,043	0,230	0,150	0,310
59	19:26:02	0,027	0,040	0,035	0,230	0,170	0,300
60	19:26:41	0,170	0,230	0,170	0,290	0,150	0,300
72	19:57:00	0,066	0,100	0,087	0,180	0,130	0,300
79	20:17:42	0,200	0,290	0,310	0,190	0,170	0,230
82	20:21:04	0,074	0,096	0,091	0,310	0,160	0,280
89	20:33:56	0,160	0,270	0,380	0,200	0,160	0,250
110	21:16:38	0,220	0,390	0,380	0,180	0,110	0,210
158	22:59:25	0,070	0,092	0,098	0,180	0,250	0,330
254	02:34:47	0,240	0,410	0,270	0,120	0,130	0,170
299	04:10:15	0,039	0,056	0,047	0,270	0,220	0,310
321	04:53:40	0,050	0,064	0,063	0,160	0,210	0,320
376	06:34:20	0,085	0,140	0,130	0,150	0,200	0,300
380	06:38:01	0,320	0,390	0,360	0,140	0,150	0,210
390	07:03:14	0,290	0,400	0,390	0,140	0,150	0,250
398	07:17:57	0,240	0,300	0,240	0,190	0,160	0,250
402	07:27:38	0,300	0,360	0,340	0,180	0,180	0,210
409	07:40:58	0,250	0,330	0,430	0,180	0,160	0,220
410	07:44:41	0,039	0,056	0,059	0,200	0,140	0,310
415	07:50:29	0,078	0,140	0,100	0,170	0,190	0,300
429	08:17:45	0,089	0,092	0,098	0,240	0,170	0,340
430	08:18:37	0,290	0,370	0,410	0,190	0,140	0,240
436	08:28:07	0,097	0,130	0,110	0,210	0,170	0,300
448	08:49:06	0,100	0,140	0,170	0,210	0,170	0,310
452	08:57:56	0,280	0,320	0,360	0,170	0,150	0,210
453	09:03:16	0,081	0,150	0,130	0,190	0,210	0,400
477	09:48:17	0,220	0,240	0,300	0,140	0,230	0,250
486	10:10:15	0,093	0,130	0,110	0,170	0,150	0,320
491	10:18:39	0,170	0,270	0,300	0,170	0,150	0,240
492	10:22:38	0,290	0,360	0,300	0,150	0,130	0,220
511	11:09:26	0,081	0,140	0,130	0,150	0,170	0,310
559	12:43:32	0,078	0,130	0,100	0,180	0,270	0,320
586	13:41:54	0,058	0,080	0,098	0,400	0,440	0,460
587	13:43:32	0,039	0,052	0,047	0,200	0,510	0,490
588	13:44:16	0,043	0,056	0,059	0,290	0,770	0,410
590	13:46:08	0,050	0,092	0,087	0,170	0,240	0,440
591	13:47:15	0,054	0,084	0,083	0,310	0,470	0,540
592	13:52:01	0,320	0,250	0,280	0,190	0,120	0,190
608	14:19:21	0,047	0,052	0,071	0,140	0,510	0,420

CERS
 APAVE

CPCU, VAUGIRARD LE12-12-2012
 ENR. 409
 T1 LIM CONDUIT CHEMINEE

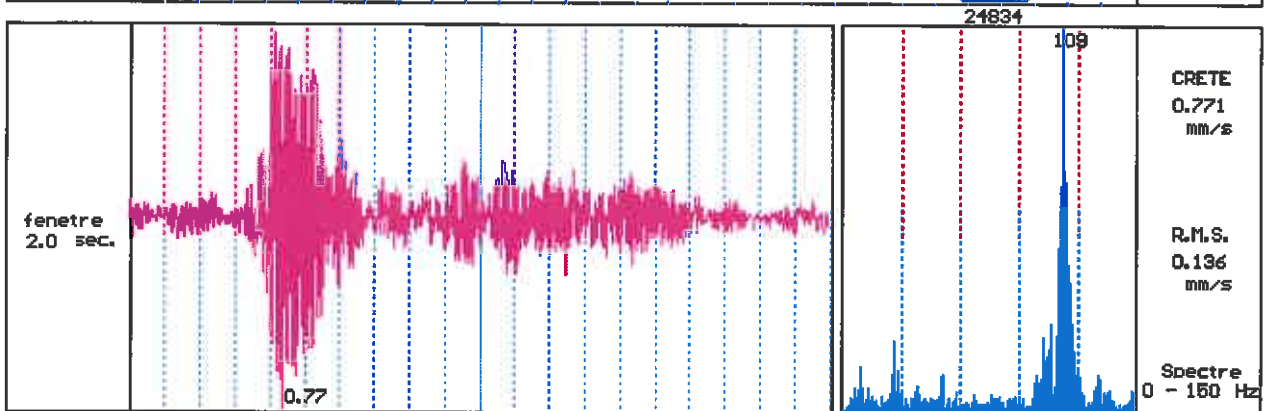
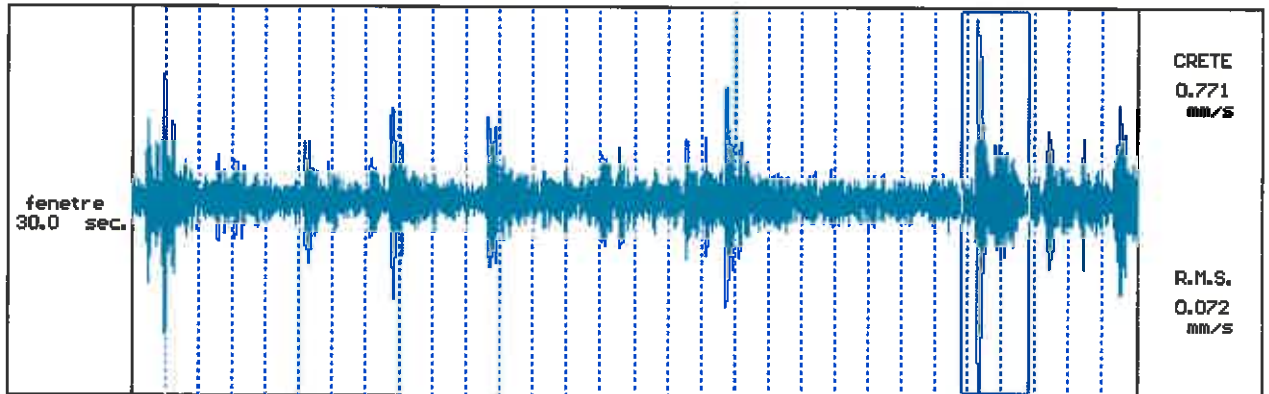
12-12-2012
 07:40:58
 VOIE 2



CERS
 APAVE

CPCU, VAUGIRARD LE12-12-2012
 ENR. 588
 L2 RUE BERTILLON

12-12-2012
 13:44:16
 VOIE 4



5 CONCLUSIONS

Les plus grandes valeurs de la vitesse particulière mesurées pendant le fonctionnement de chaufferie CPCU de Vaugirard, ont pour origine des événements transitoires de courte durée d'origine intérieure ou extérieure à l'installation.

Elles restent inférieures à **0,8 mm/s (un événement isolé) pour des fréquences principales comprises entre 30 Hz et 110 Hz.**

Elles sont très **inférieures** aux valeurs-limites prescrites par la circulaire n°23 du 23 juillet 1986 du Ministère de l'Environnement relative « *aux vibrations mécaniques émises dans l'environnement par les installations classées pour la protection de l'environnement* » (voir annexe I, tableaux 1 et 2).

ANNEXE A1 : VALEURS LIMITES

TABLEAUX DE LA CIRCULAIRE N°23

R 2

- 53 -

- TABLEAU 1 -

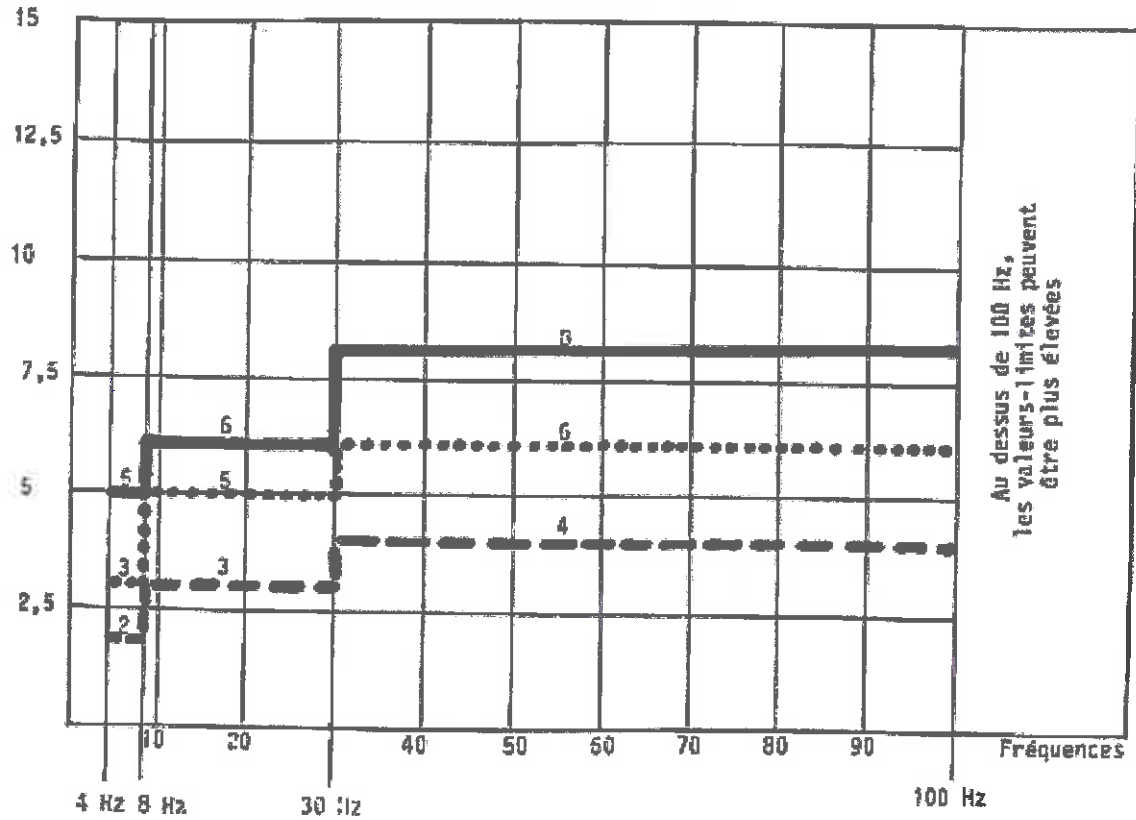
VIBRATIONS CONTINUES OU ASSIMILEES

Valeurs-limites de la vitesse particulaire en fonction de la fréquence observée




- Méthode de mesure de classe "contrôle" -

Ces valeurs-limites sont valables pour chacune des trois composantes du mouvement.

vitesse en mm/s



Au dessus de 100 Hz, les valeurs-limites peuvent être plus élevées

-  Constructions résistantes
-  Constructions sensibles
-  Constructions très sensibles

- TABLEAU 2 -

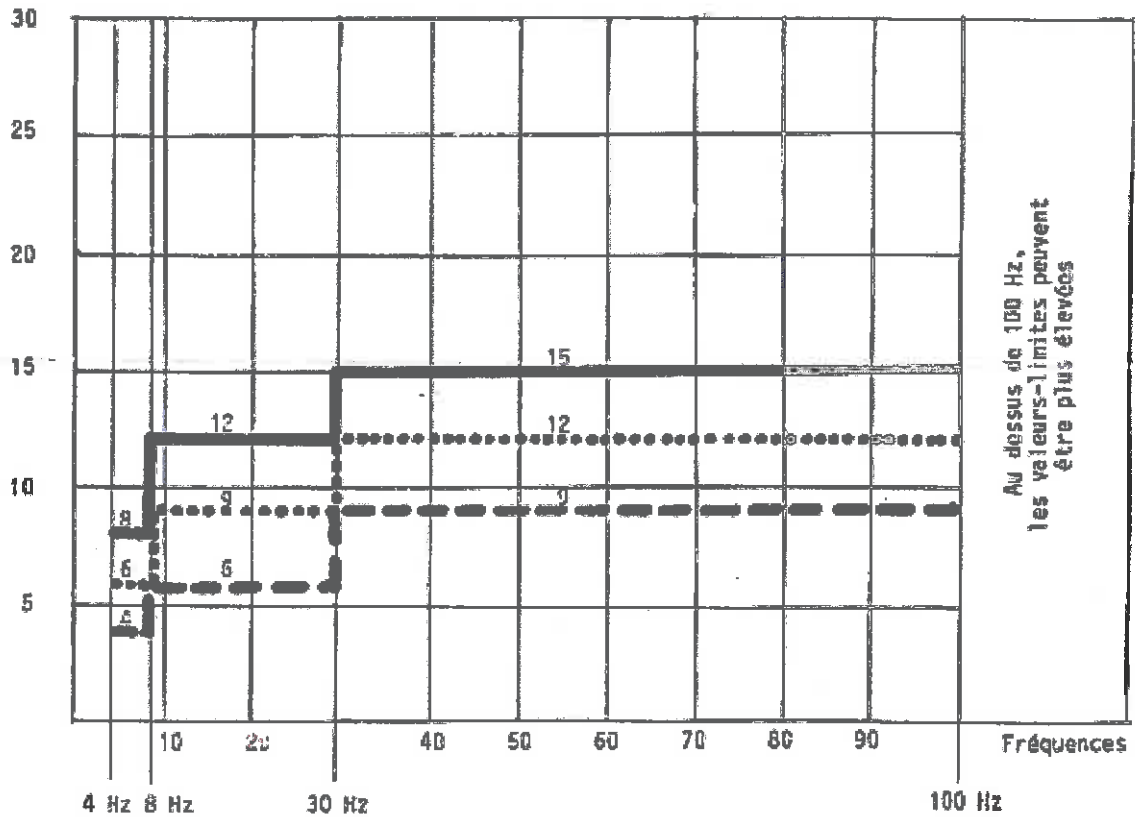
- VIBRATIONS IMPULSIONNELLES A IMPULSIONS REPETEES -

Valeurs-limites de la vitesse particulaire
en fonction de la fréquence observée

- Méthode de mesure de classe "contrôle" -

Ces valeurs-limites sont valables pour chacune des
trois composantes du mouvement.

vitesse
en mm/s



- Constructions résistantes
-** Constructions sensibles
- - - - -** Constructions très sensibles

Au dessus de 100 Hz,
les valeurs-limites peuvent
être plus élevées

ANNEXE A2 : PHOTOS DES EMPLACEMENTS DE MESURES

Emplacement 1 « MURET CHEMINEE ».



Emplacement 2 « FONDATION BERTILLON ».



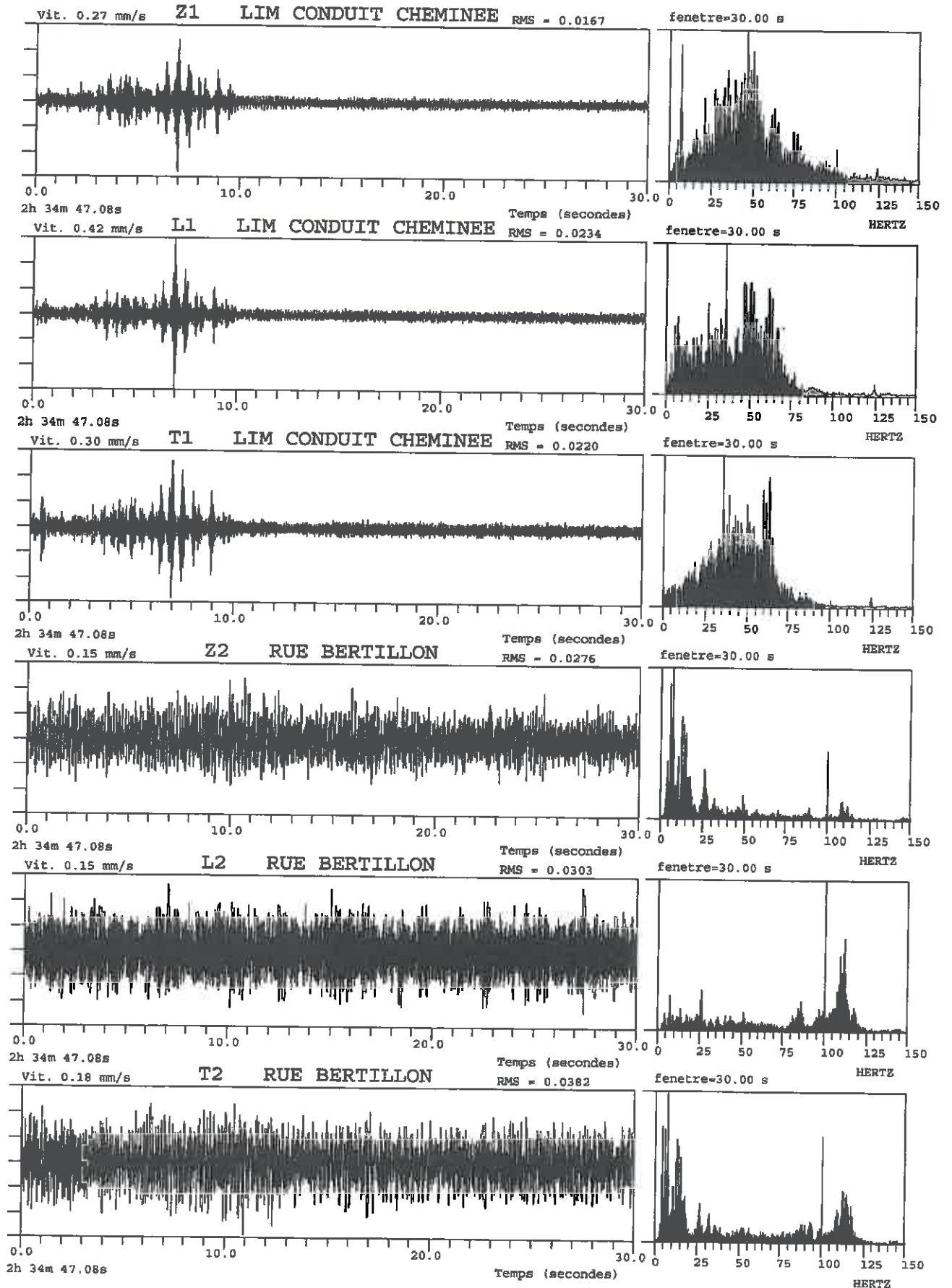
ANNEXE A3 : ENREGISTREMENTS ET SPECTRES

VIBRATIONS

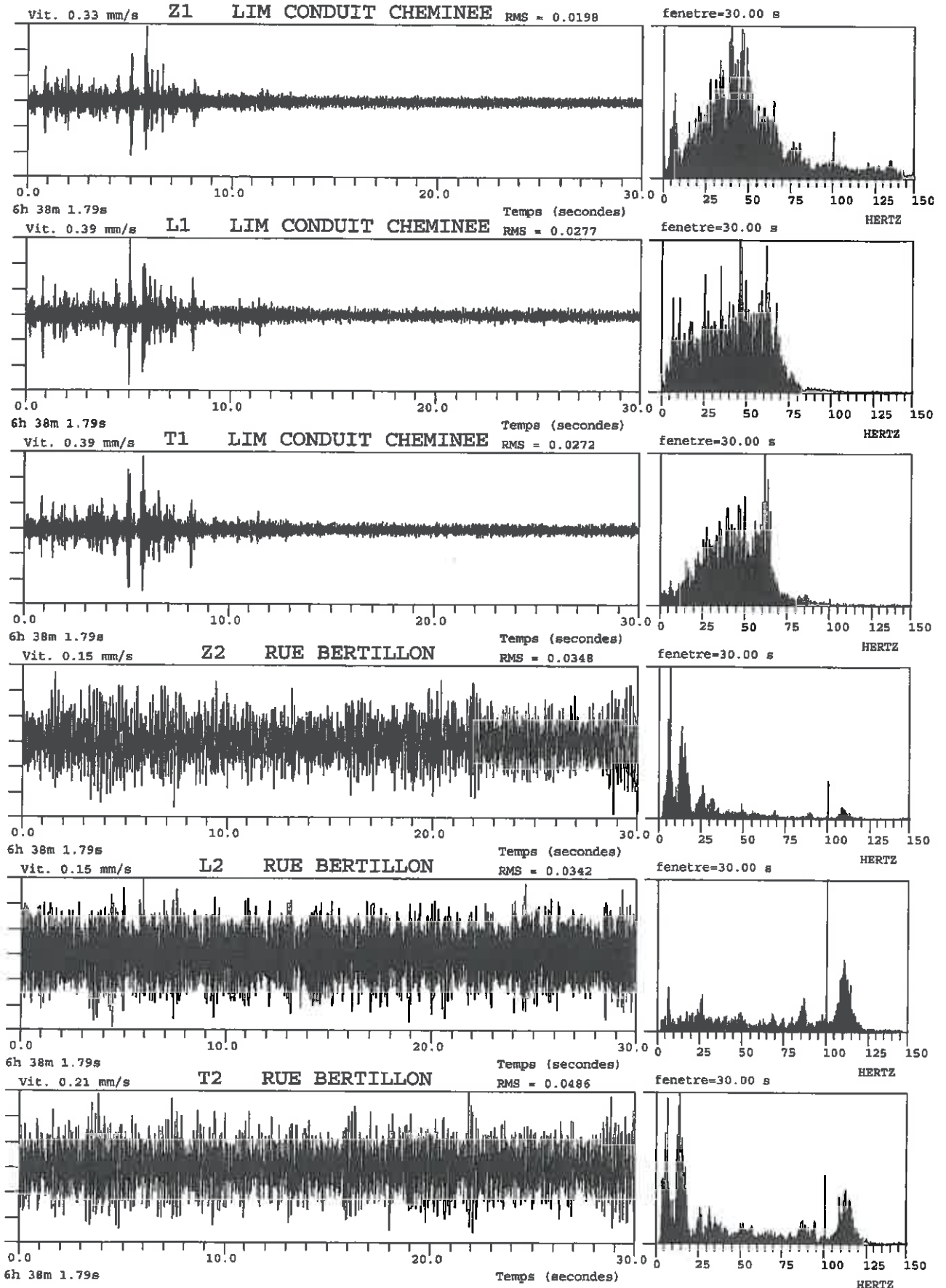
Enregistrements et spectres

pages 15 à 20

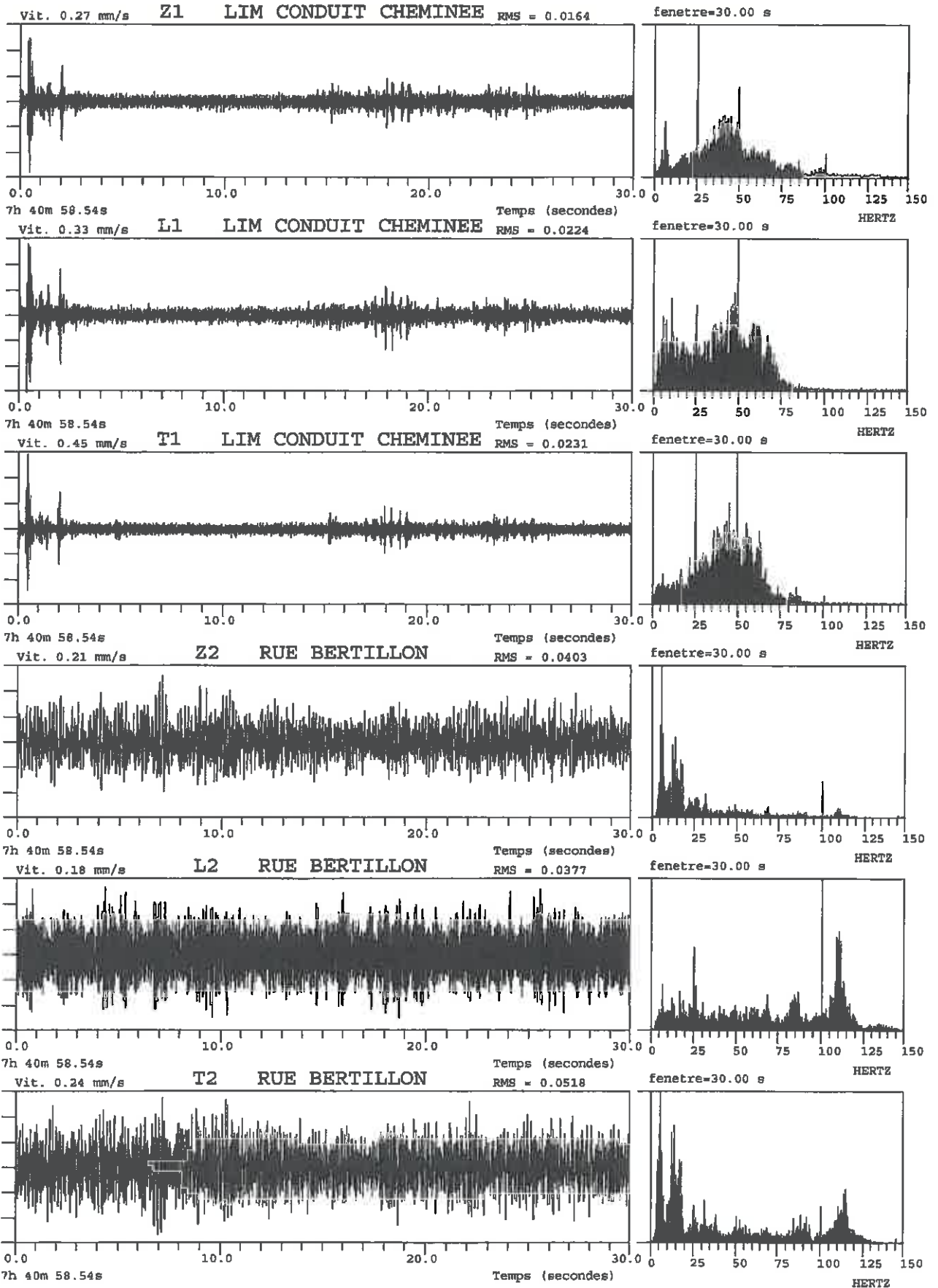
CPCU, VAUGIRARD LE12-12-2012
 ENR. 254



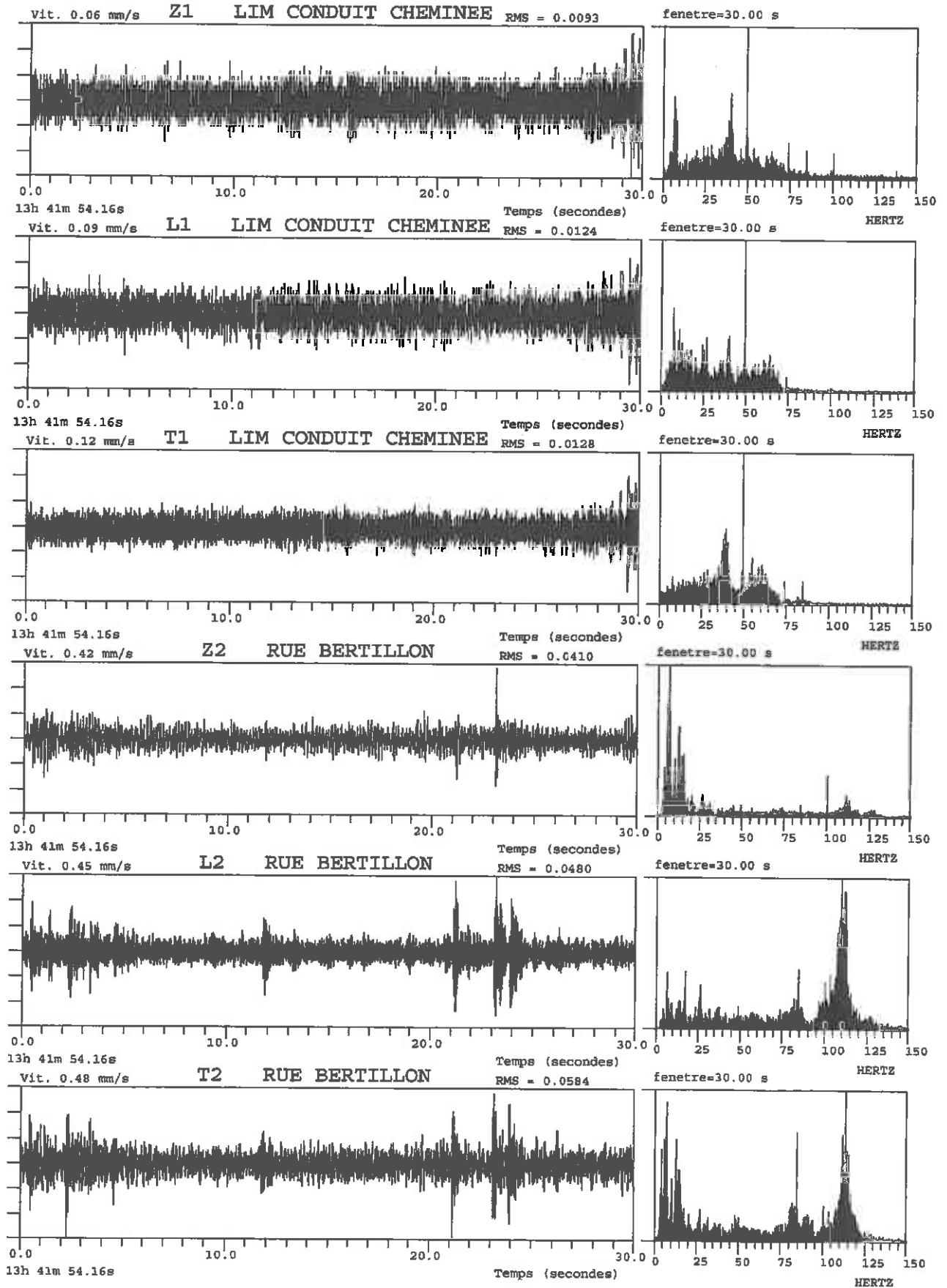
CPCU, VAUGIRARD LE12-12-2012
ENR. 380



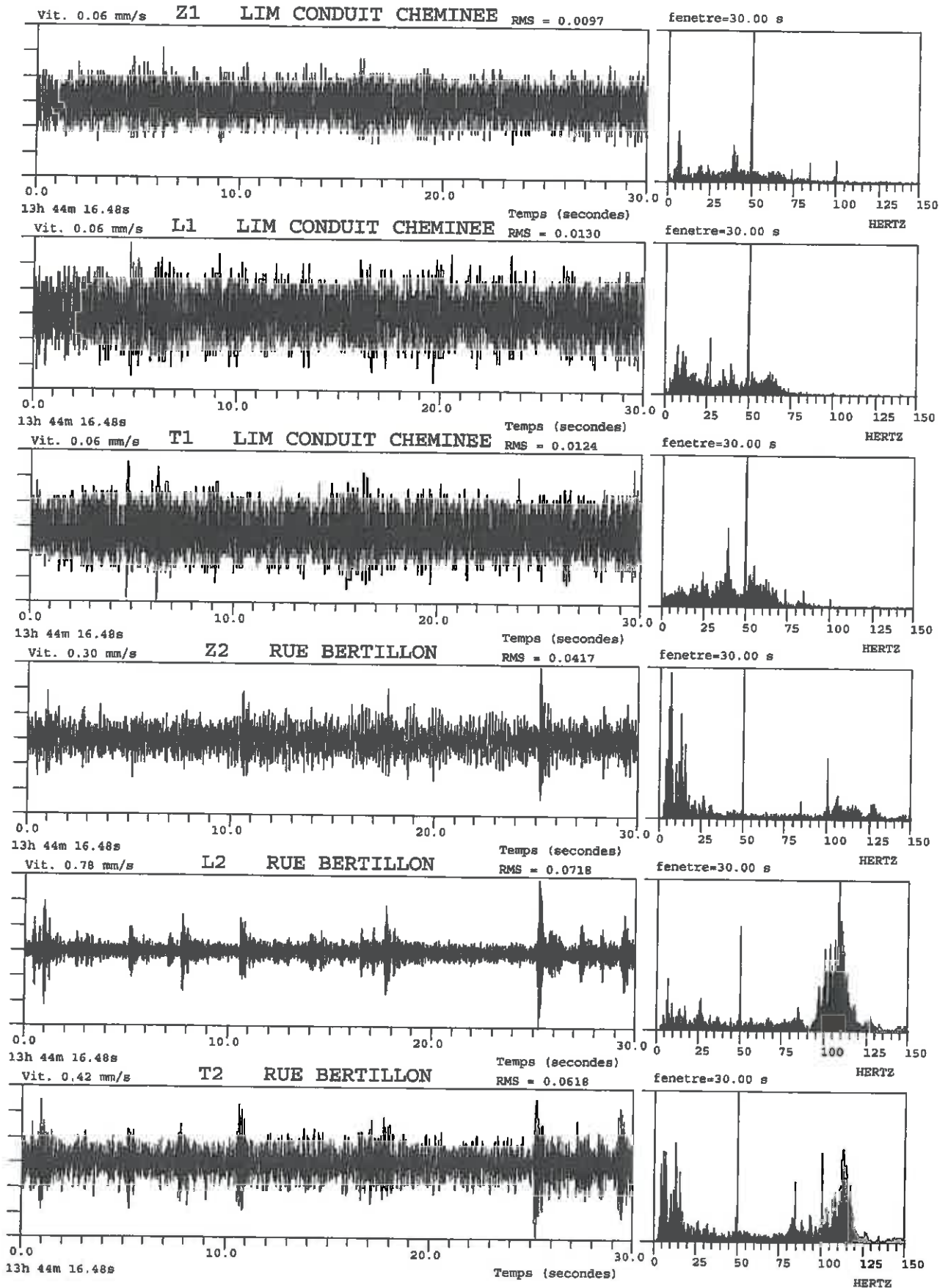
CPCU, VAUGIRARD LE12-12-2012
ENR. 409



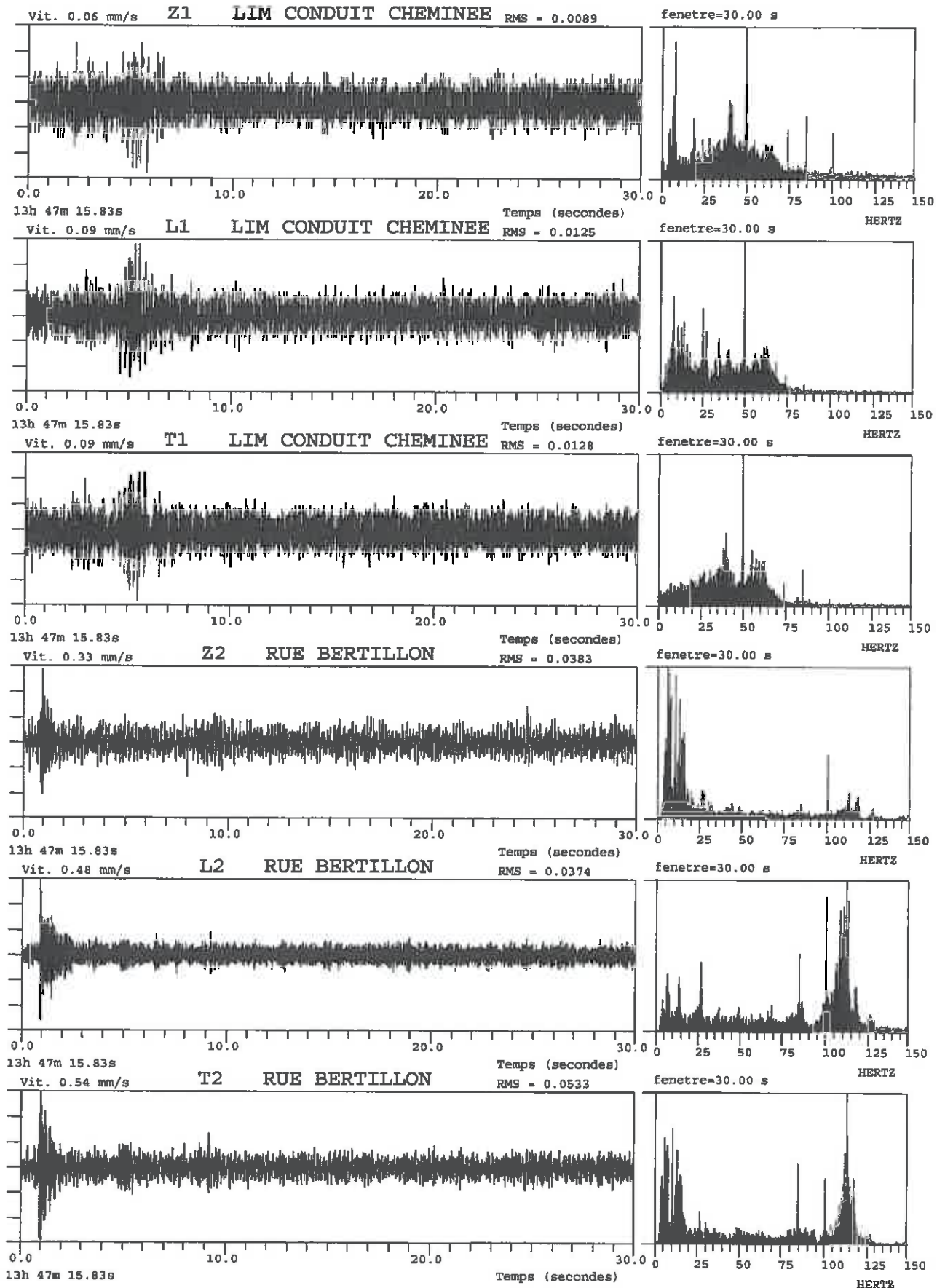
CPCU, VAUGIRARD LE12-12-2012
ENR. 586



CPCU, VAUGIRARD LE12-12-2012
ENR. 588



CPCU, VAUGIRARD LE12-12-2012
ENR. 591



ANNEXE A4 : MATÉRIEL DE MESURES**SISMO-VIBRA 3**

L'enregistrement des vibrations a été assuré au moyen d'une chaîne Sismo-Vibra 3. Il s'agit d'une catégorie de chaîne conçue, assemblée et programmée par le CERS-APAVE dans le cadre d'un programme de recherche du Ministère de l'Environnement et qui est devenue propriété de l'APAVE depuis janvier 1999, date à laquelle toute l'équipe du CERS a rejoint l'APAVE PARISIENNE (CERS-APAVE).

Elle comporte un ordinateur compatible PC équipé d'une carte d'acquisition et de numérisation trente-deux voies. Ce système permet l'enregistrement des données sur disque dur et la sauvegarde en vue de traitements ultérieurs. Il permet également l'obtention sur le terrain, d'une part, du tracé sur écran du phénomène en temps réel, et, d'autre part, après chaque phénomène, des courbes représentant l'accélération, la vitesse particulière ou le déplacement en fonction du temps ainsi que le spectre.

Cette chaîne d'acquisition numérique peut être reliée à un nombre de capteurs allant jusqu'à trente deux. Il s'agissait, pour ces mesures, de sismographes permettant d'enregistrer, en un emplacement, les mouvements du support suivant les trois directions rectangulaires : verticale Z, longitudinale L, transversale T, (l'orientation des composantes horizontales varie selon l'emplacement de mesure). Il est aussi possible d'y relier des capteurs de température, anémomètre, girouette, inclinomètre, sonomètre, ...).

La chaîne peut être mise en surveillance continue ; l'enregistrement n'est déclenché que lorsque la valeur d'un signal dépasse un seuil déterminé par l'opérateur. Le dépassement du seuil provoque la restitution d'une partie du phénomène (de durée réglable avant le dépassement) conservée en mémoire et l'enregistrement sur le disque dur ou la mémoire vive, à une cadence réglable de 1 à 40 000 échantillons par seconde. L'enregistrement des données est maintenu pendant un temps T après dépassement du seuil. L'opérateur peut supprimer momentanément le système automatique de fonctionnement.

Les enregistrements obtenus par cette chaîne sont, pour les présentes mesures, proportionnels à la vitesse particulière. Le montage de la chaîne permet de régler l'amortissement des capteurs utilisés à environ 0,8 de l'amortissement critique. La tension de sortie est voisine de 600 mV par cm/s. Le traitement, comprend la déconvolution des signaux enregistrés en utilisant individuellement la courbe de sensibilité de chaque capteur.

CONTROLE AUTOMATIQUE

Lorsque ce système est utilisé pour le contrôle automatique, la surveillance est effectuée en permanence sur l'ensemble des voies. Il est possible de programmer la plage horaire journalière de la surveillance et de valider individuellement chaque jour de la semaine.

Nous avons défini, pour chaque voie, deux types de seuil, un seuil d'enregistrement et un seuil de déclenchement des alarmes :

- le seuil d'enregistrement est réglé de manière à ce qu'un enregistrement soit effectué lorsque les paramètres de vibrations dépassent le bruit de fond c'est-à-dire les vibrations d'ambiance du site considéré, il est inférieur au seuil de déclenchement d'alarme ;
- le seuil de déclenchement des alarmes est légèrement inférieur au seuil de sécurité défini pour le site considéré, l'enregistrement du phénomène est bien sûr assuré puisque ce seuil est supérieur au seuil d'enregistrement. Les alarmes peuvent être validées ou non.

Par ailleurs, l'écran du micro-ordinateur présente les informations suivantes :

- seuils d'enregistrement ou d'alarme par voie ;
- valeurs maximales atteintes pour chaque voie dans un intervalle de temps d'une seconde (valeurs renouvelées à l'écran toutes les secondes) ;
- une liste des douze derniers enregistrements avec la date, l'heure et les valeurs maximales sur chacune des voies.

Chaque dépassement d'un ou des seuils provoque un enregistrement des signaux issus de chacun des capteurs, il commence une seconde avant le dépassement et dure un temps T réglé par l'opérateur au début de la surveillance. Si un seuil d'alarme est atteint, une alarme sonore (sirène) et / ou une alarme lumineuse (gyrophare) sont déclenchées sur le site. Il peut également, au moyen d'un modem et d'une ligne téléphonique, transmettre l'alarme et les valeurs maximales de vibrations à un ordinateur dédié du CERS-APAVE.

Processus de sauvegarde :

Lorsque les amplitudes des vibrations restent inférieures aux seuils décrits ci-dessus, le système conserve au moins l'enregistrement du phénomène apparu durant un intervalle de temps de durée réglable (toutes les heures par exemple) et ayant donné lieu aux plus grandes amplitudes à chaque emplacement de mesure.

De plus, les valeurs maximales et « rms » des vibrations apparues pendant un intervalle de temps de durée réglable (toutes les 30 s par exemple) même si les amplitudes restent inférieures au seuil d'enregistrement, sont stockées dans un fichier permanent qui permet lors du traitement de représenter l'évolution de ces amplitudes sur des périodes plus longues (24 heures, ...).