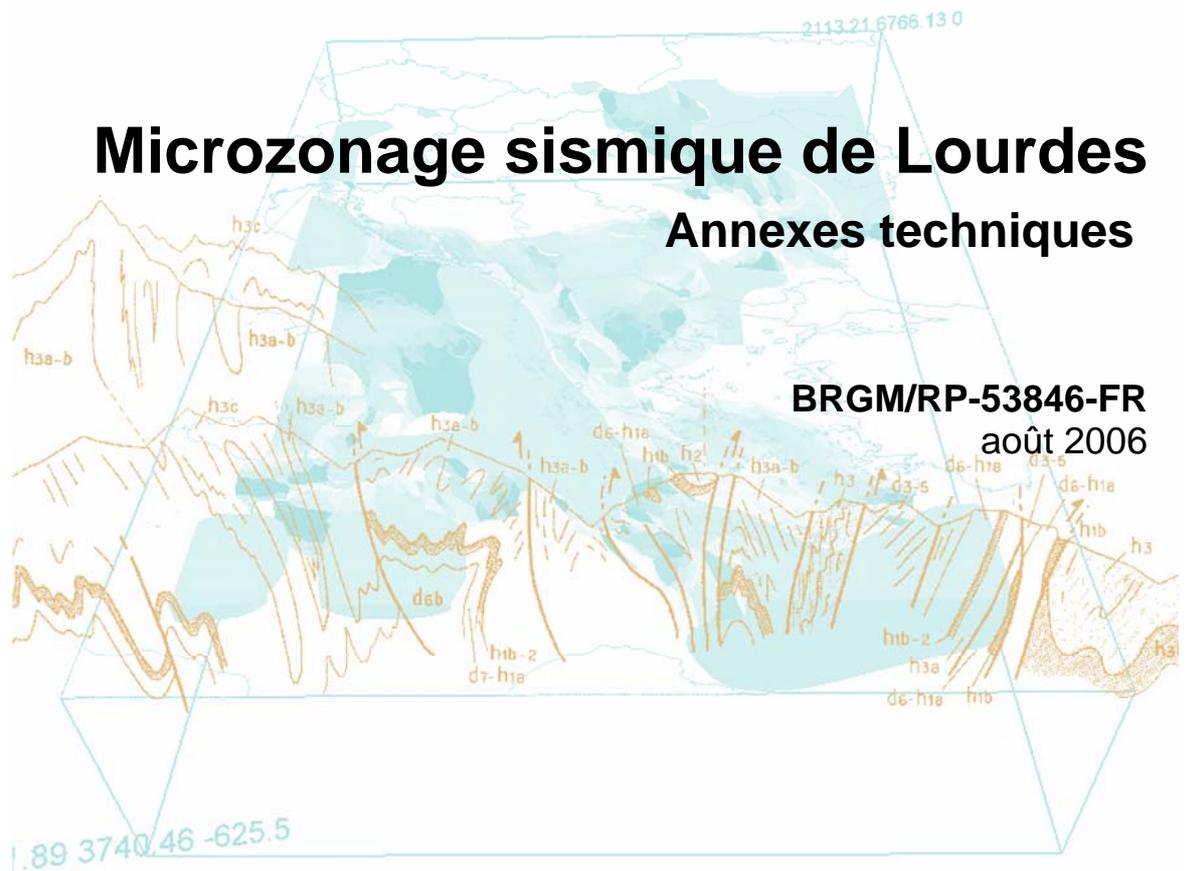




Microzonage sismique de Lourdes

Annexes techniques



Liste des annexes

Annexe 1 - Mesures géophysiques – Résultats H/V et SASW	5
Annexe 2 - Vulnérabilité des bâtiments de classes C et D par le Cete Méditerranée	67
Annexe 3 - Mesures d'effet de site dans la ville de Lourdes effectuées par l'Observatoire Midi-Pyrénées	71

Annexe 1

Mesures géophysiques – Résultats H/V et SASW

Cette annexe rassemble l'ensemble des données acquises pendant les campagnes de reconnaissance de mesures géophysiques et géotechniques. La position des ces points de mesures est représentée sur les figures 1 (ensemble de la commune de Lourdes) et 2 (zoom sur le centre urbain) :

L'ensemble des mesures H/V réalisées par le BRGM et l'OMP dans le cadre du microzonage de Lourdes ainsi que les profils SASW interprétés sont présentés dans les figures qui suivent. Les résultats sont regroupés par zone géotechnique en suivant le zonage présenté dans le rapport RP-53846-FR.

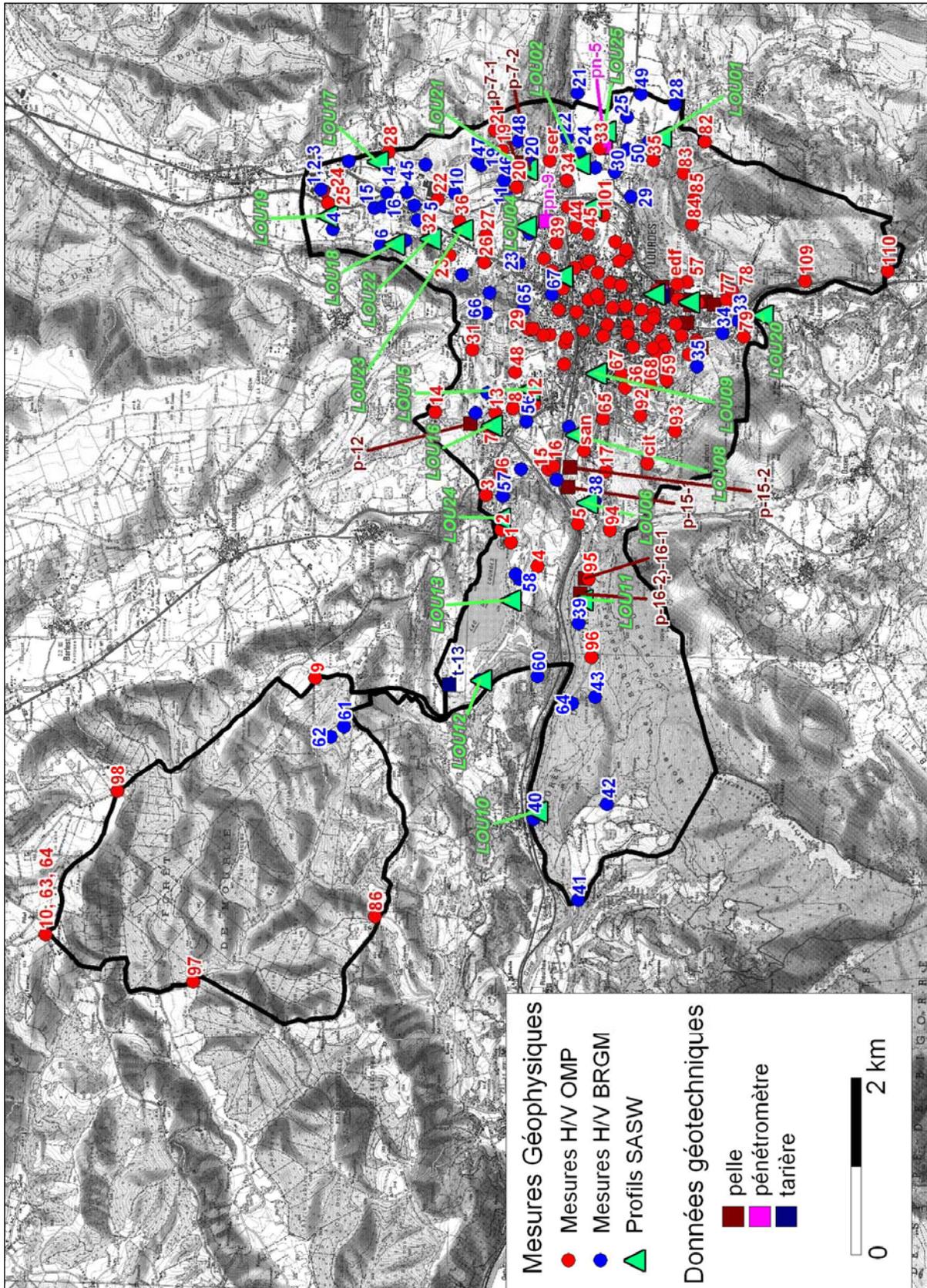


Figure 1 : Localisation des mesures géophysiques et géotechniques réalisées dans le cadre de cette étude

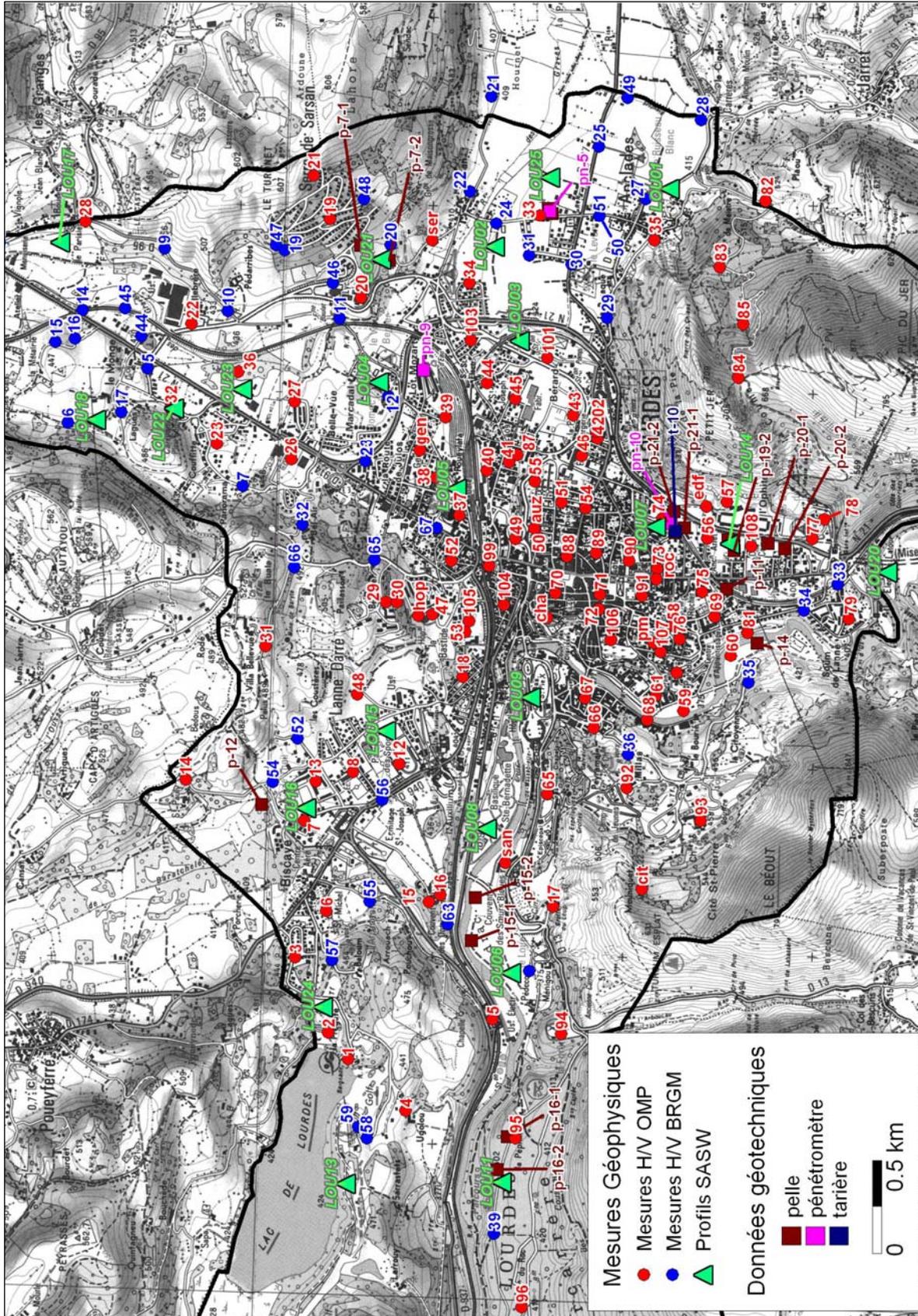
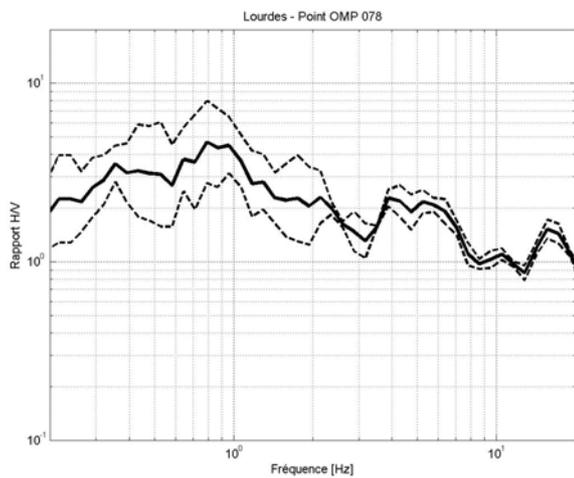
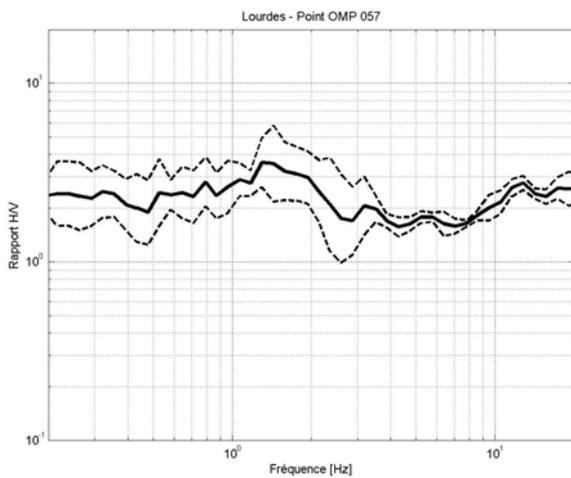
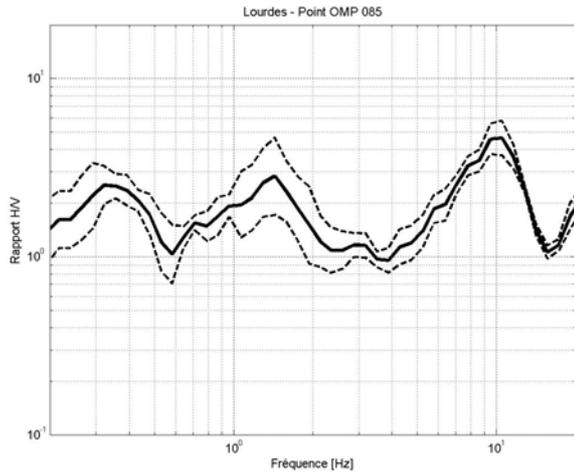
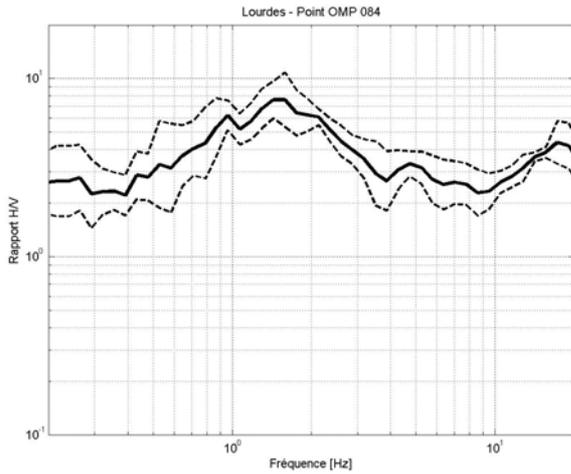
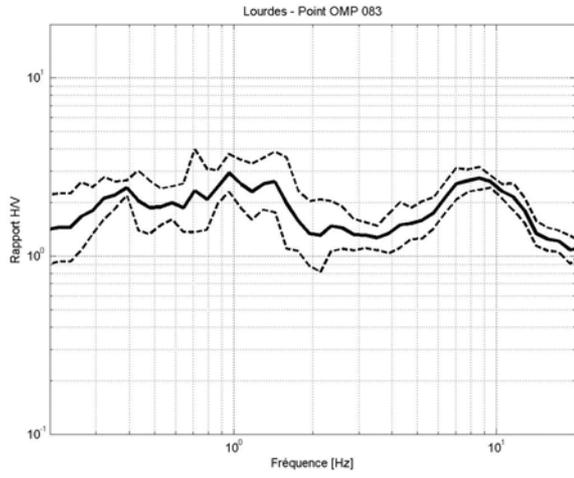
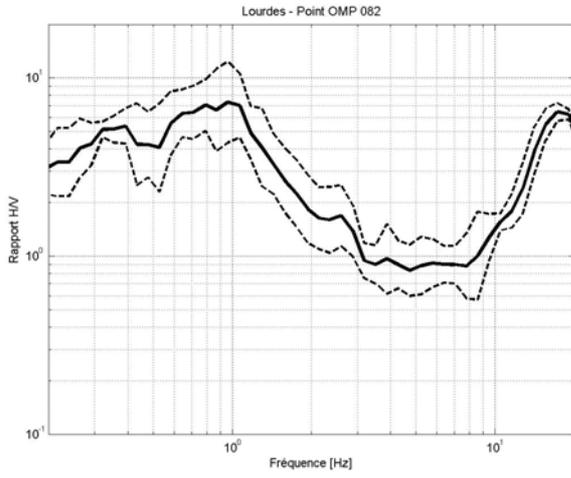
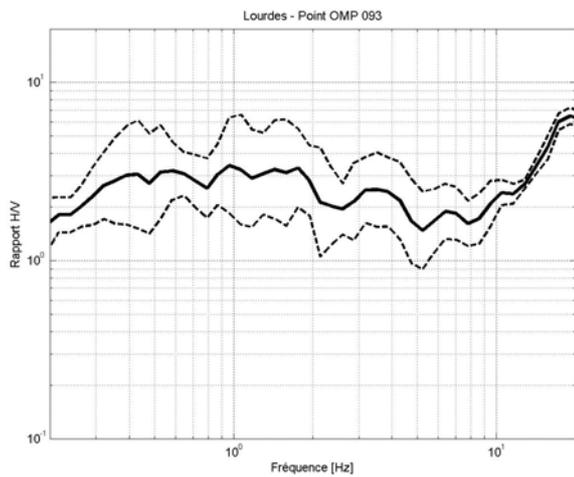
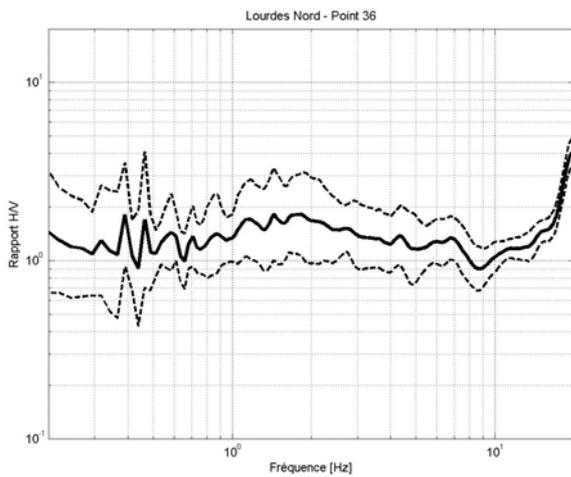
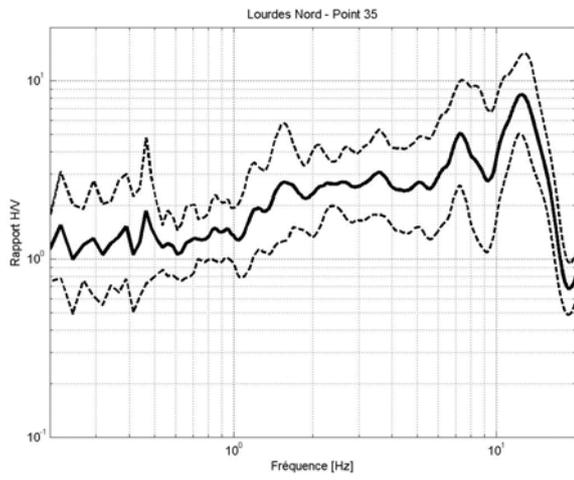
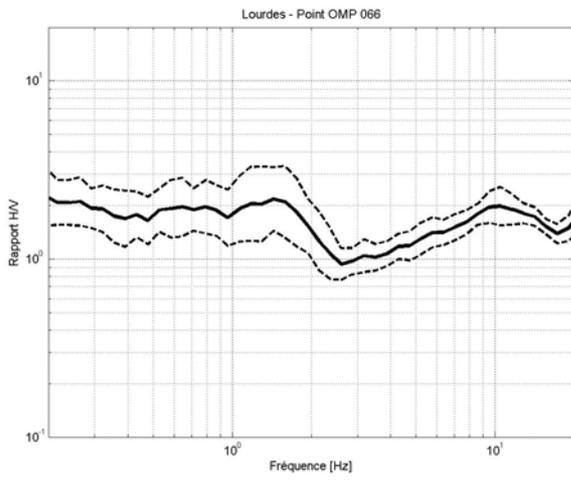
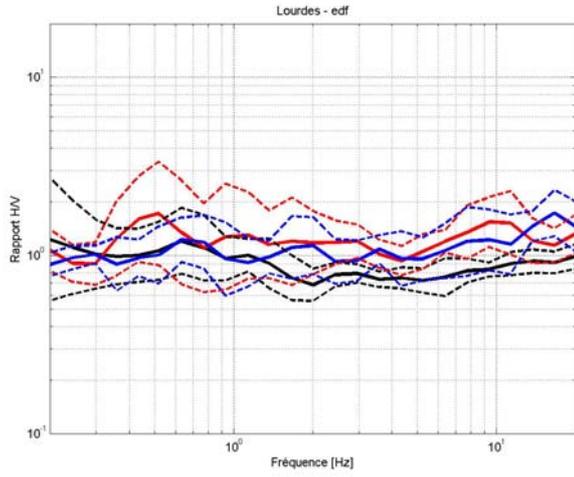
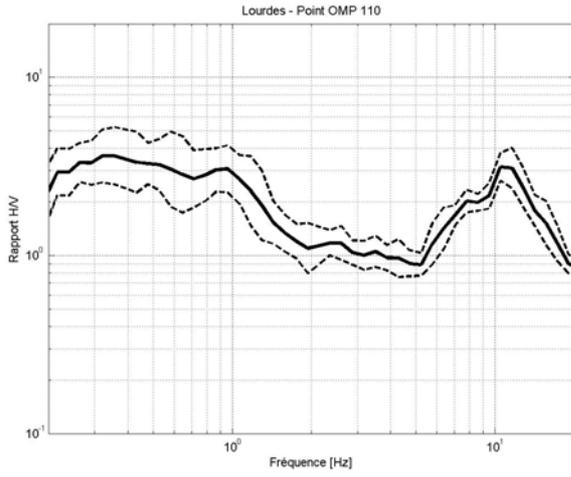
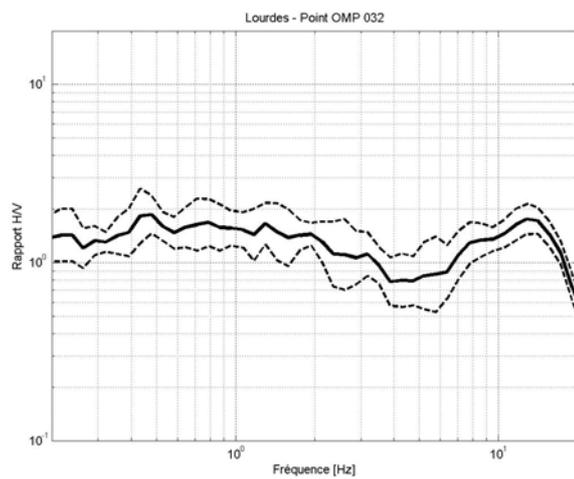
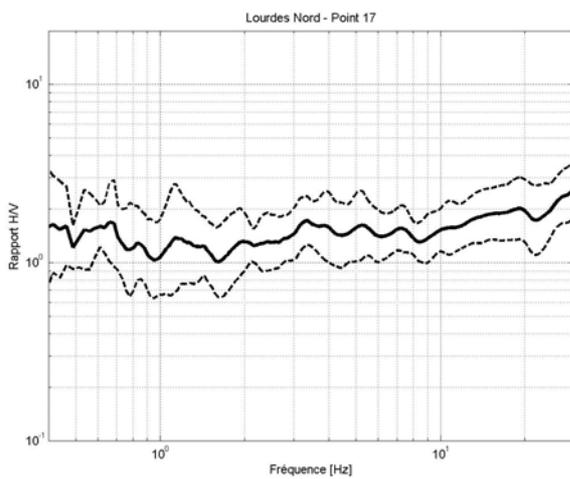
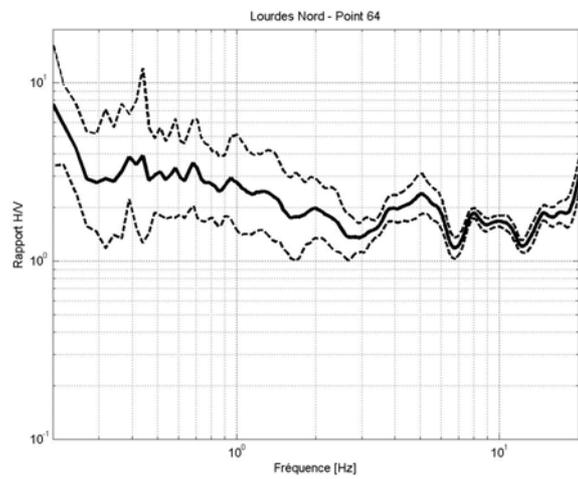
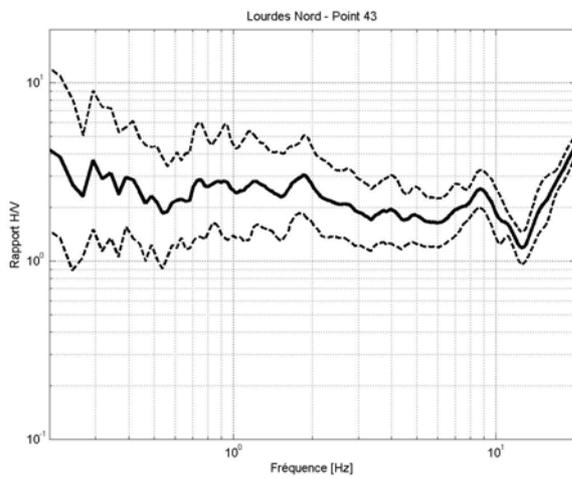
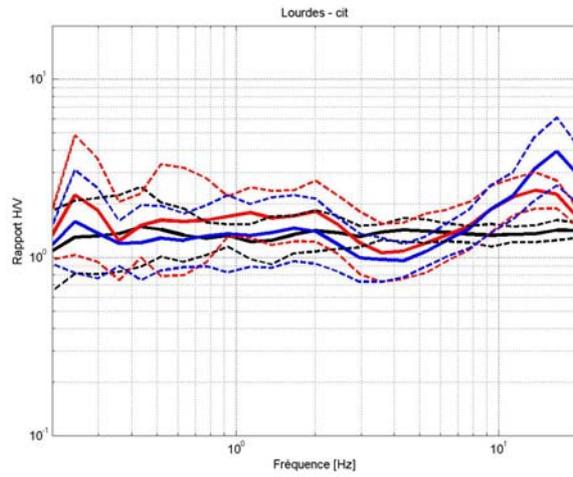


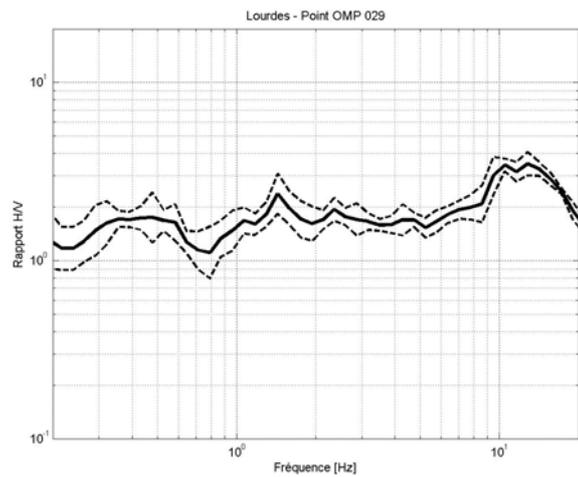
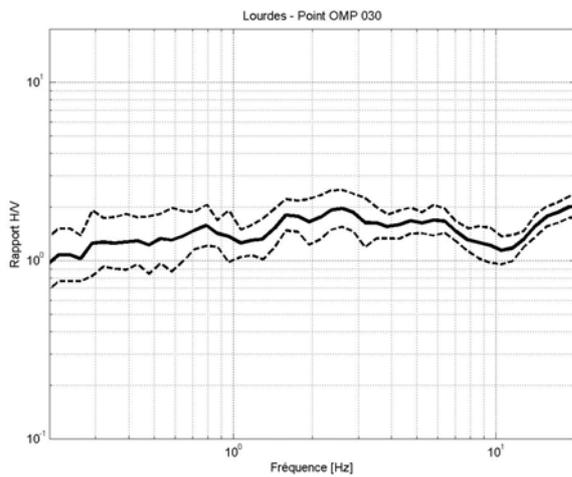
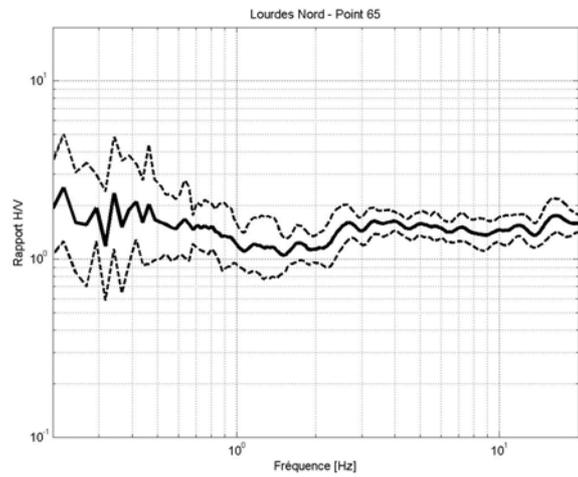
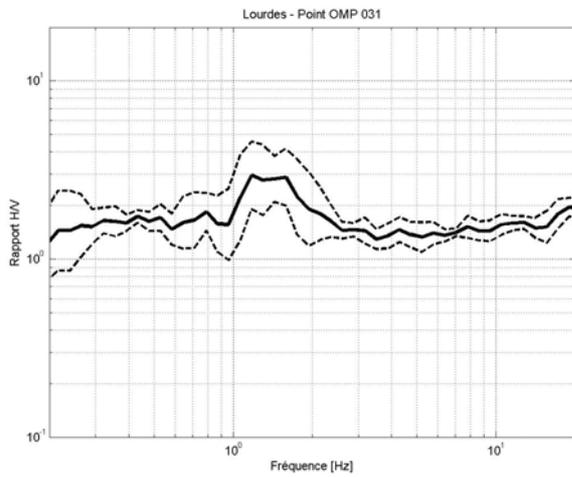
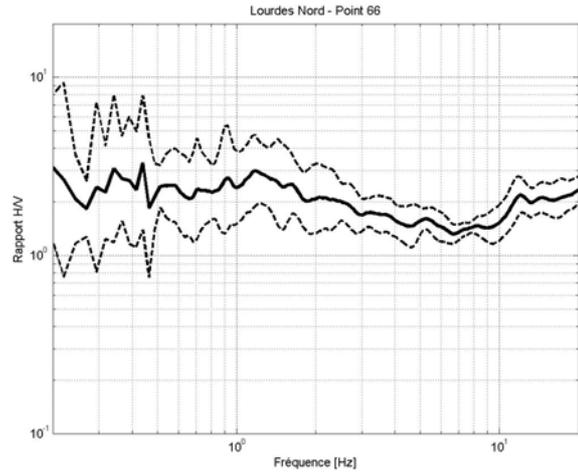
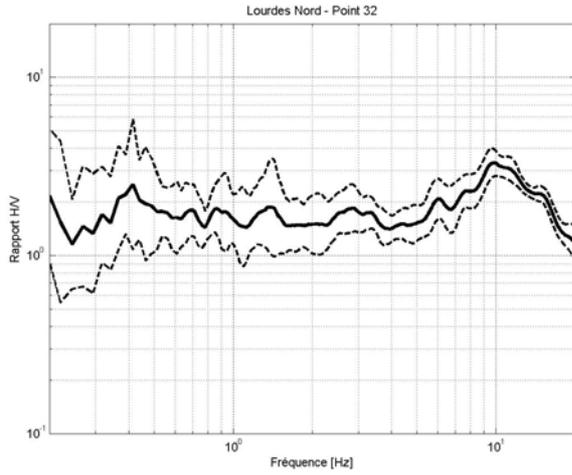
Figure 2 : Localisation des mesures géophysiques et géotechniques réalisées dans le cadre de cette étude (zoom)

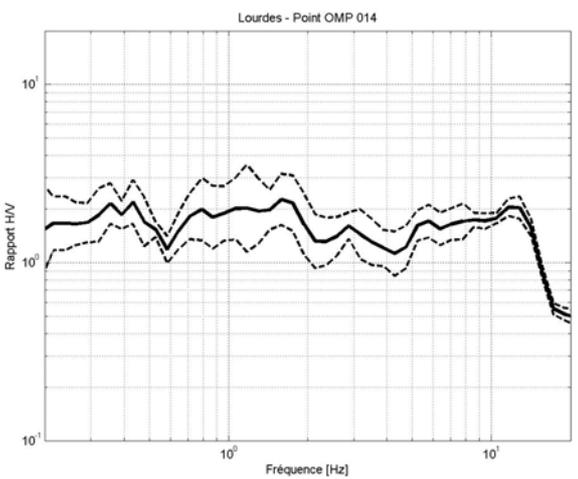
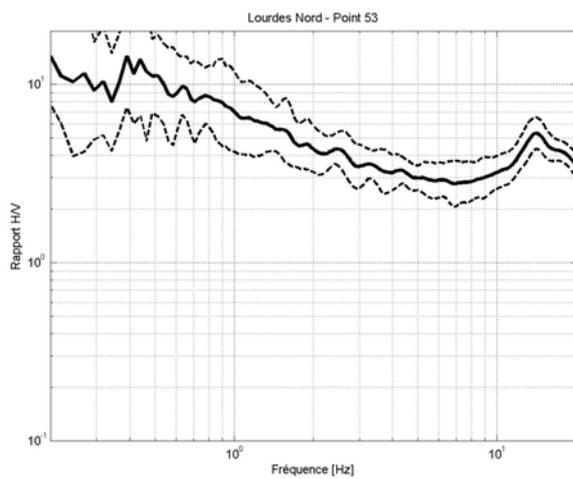
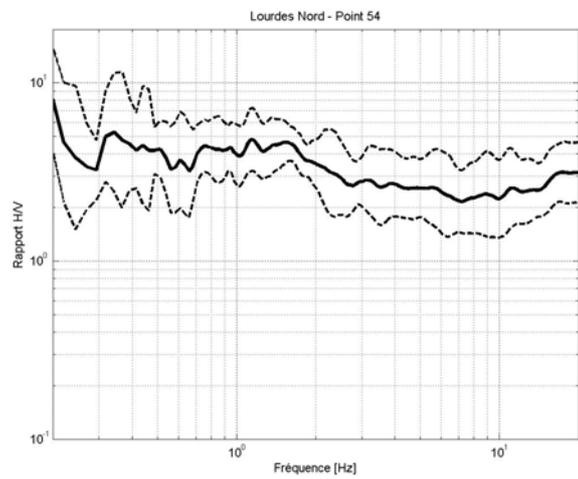
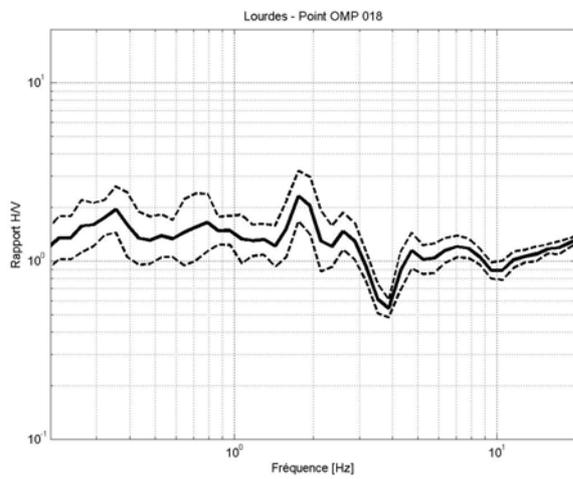
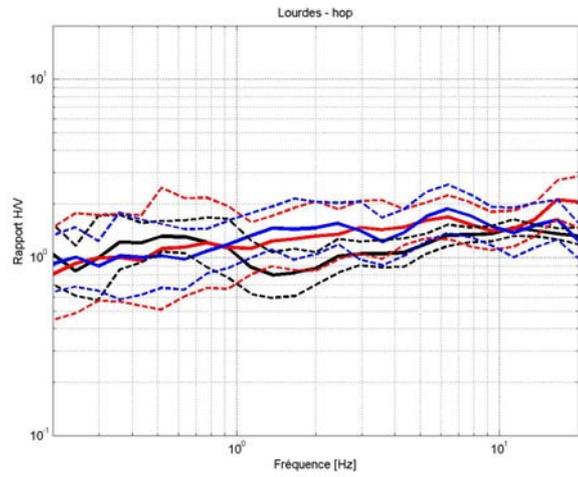
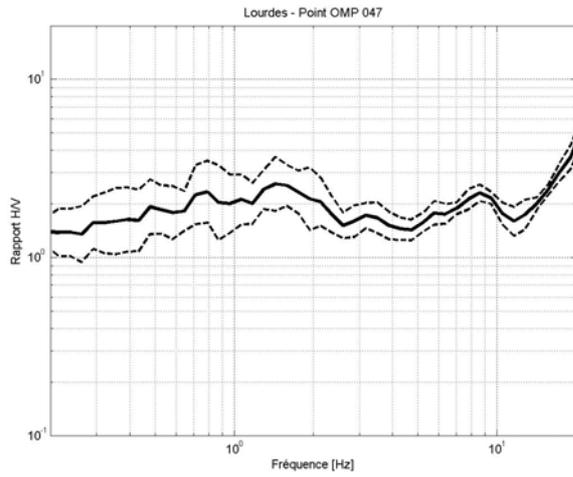
1.1 ZONE 0 : ROCHER

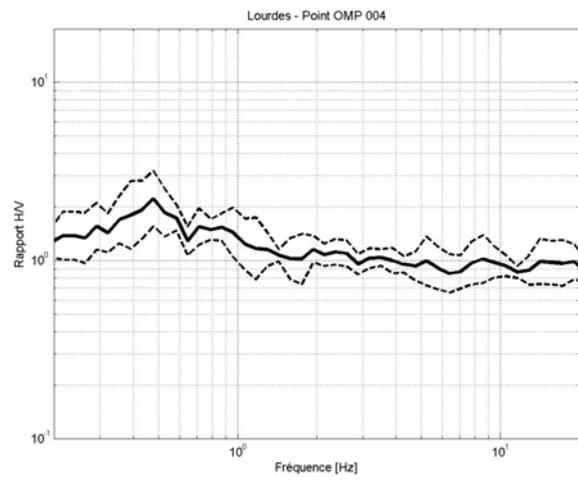
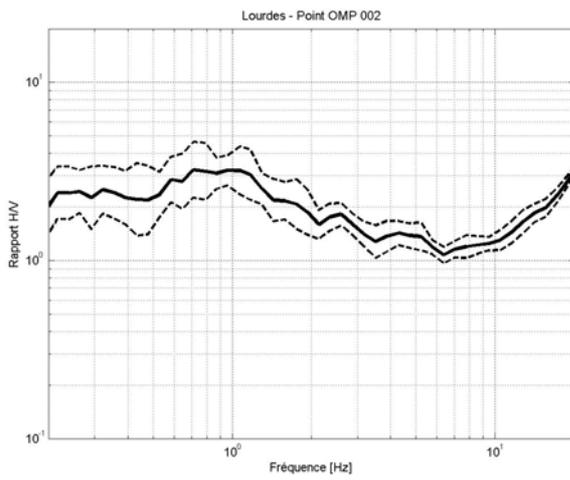
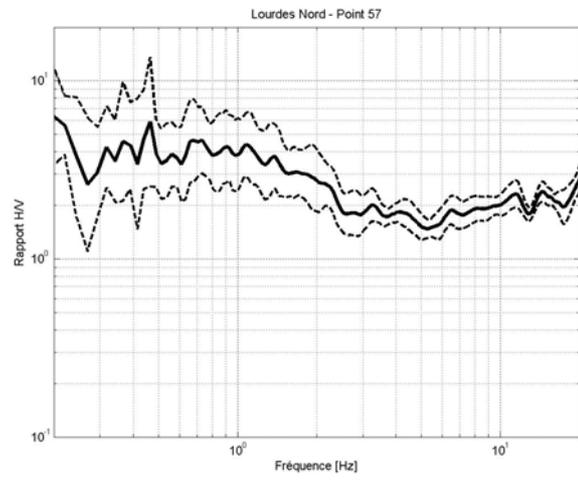
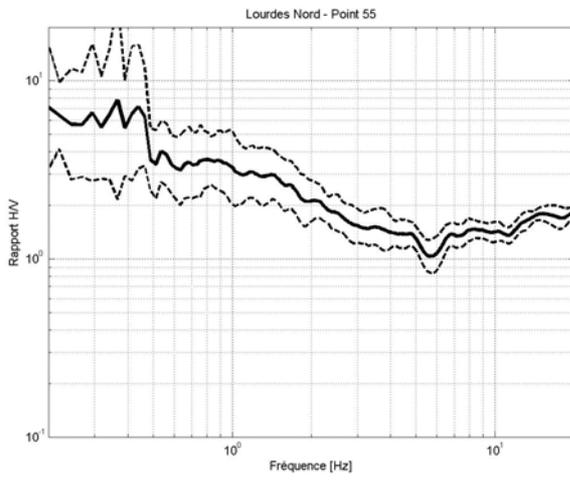
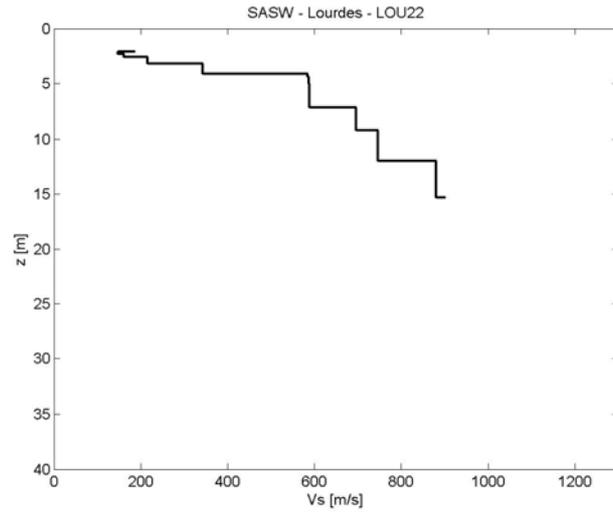


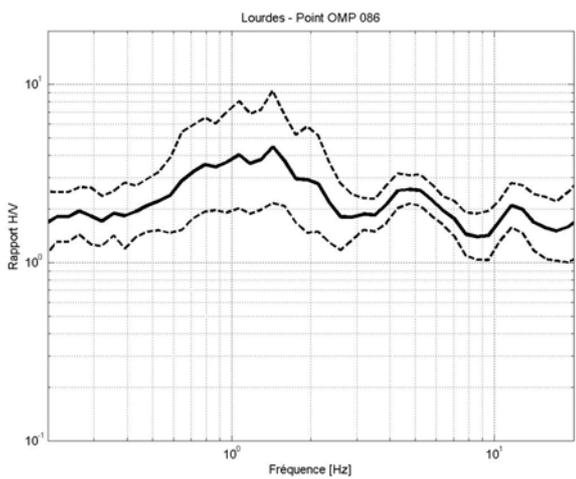
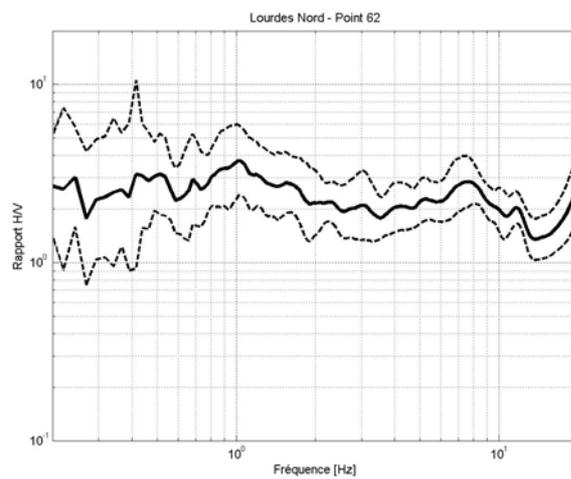
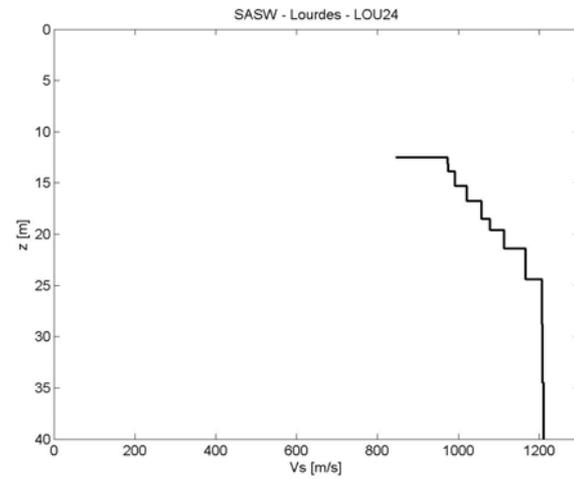
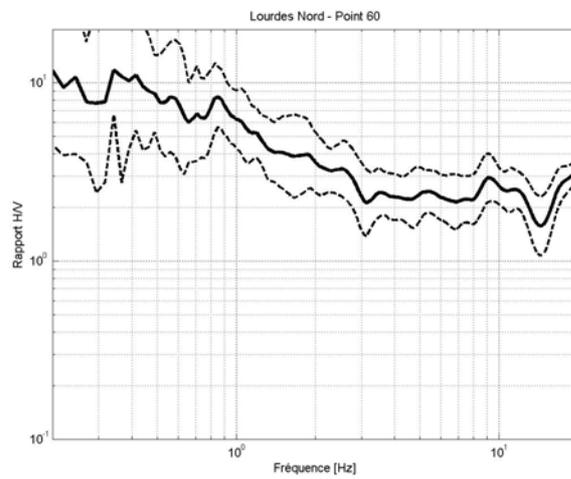
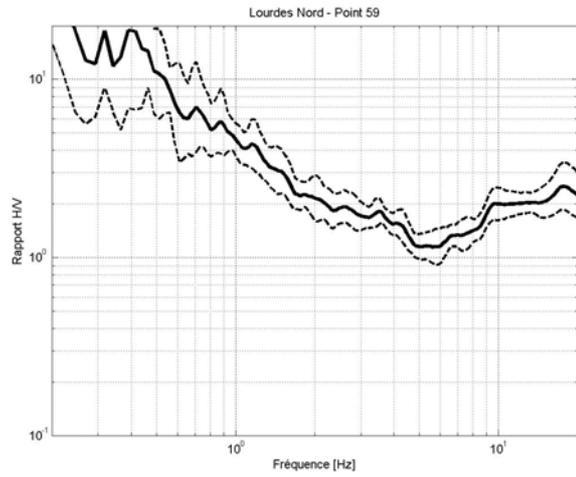
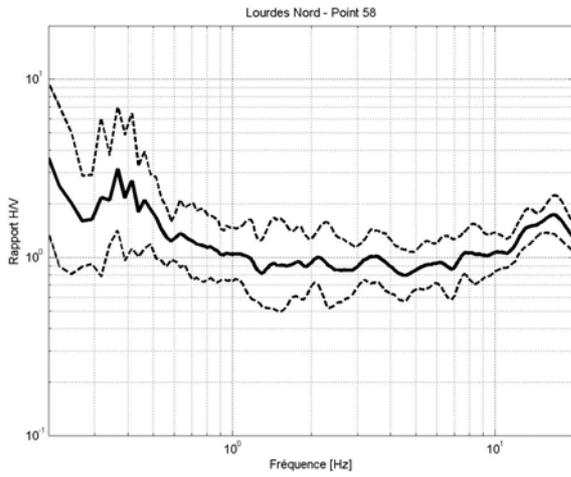


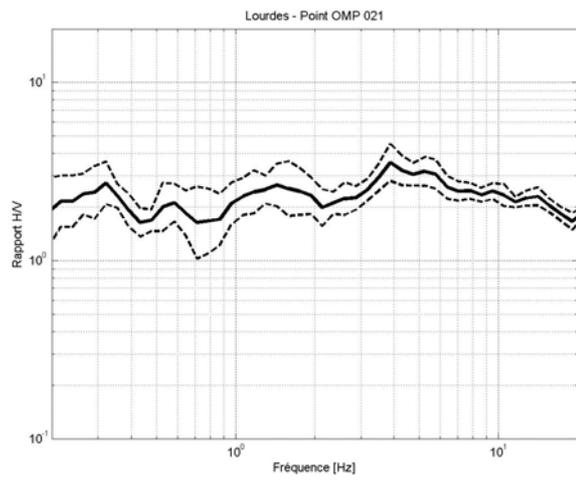
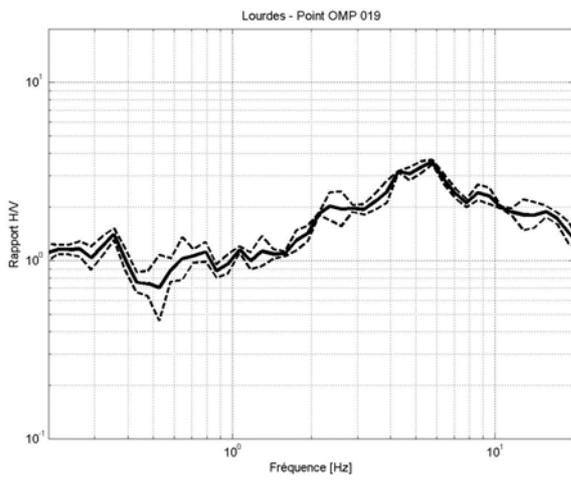
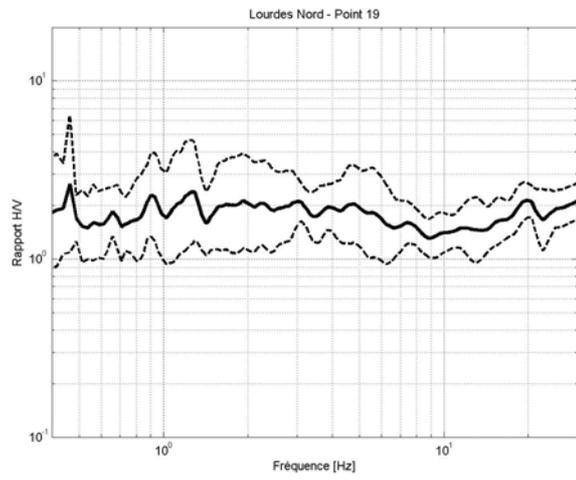
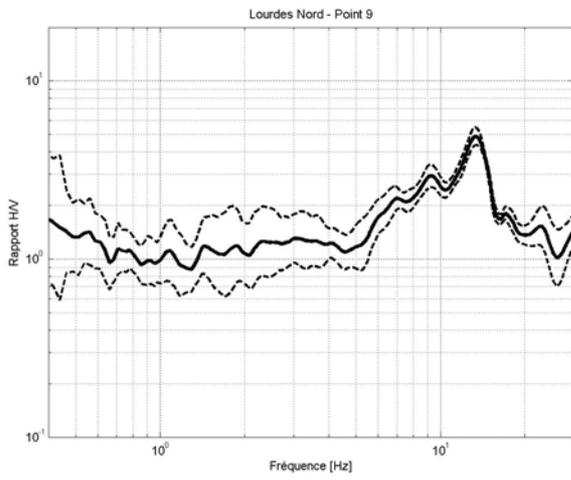
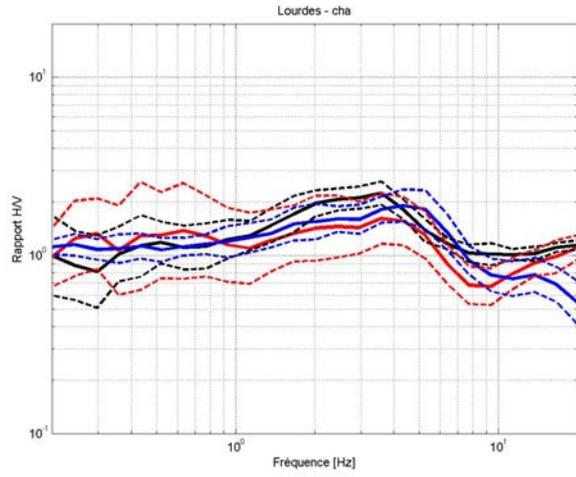
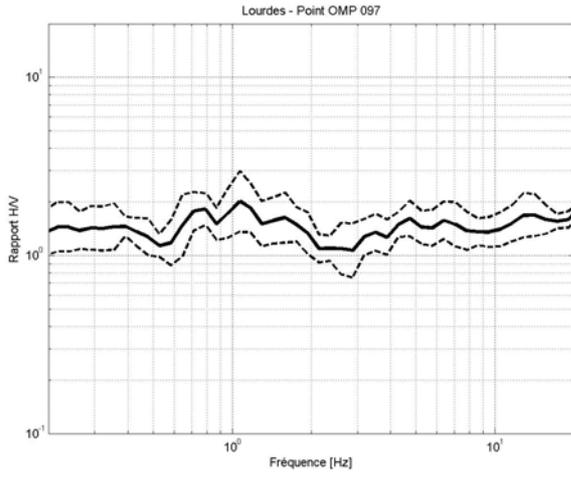


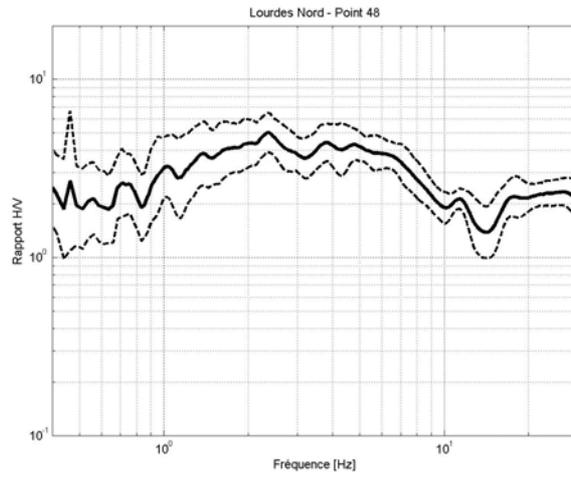




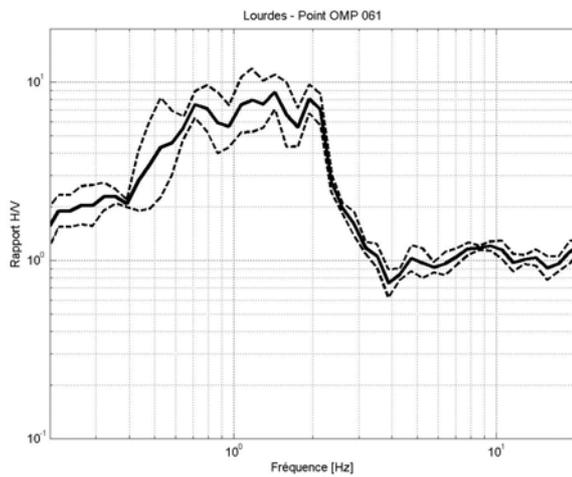
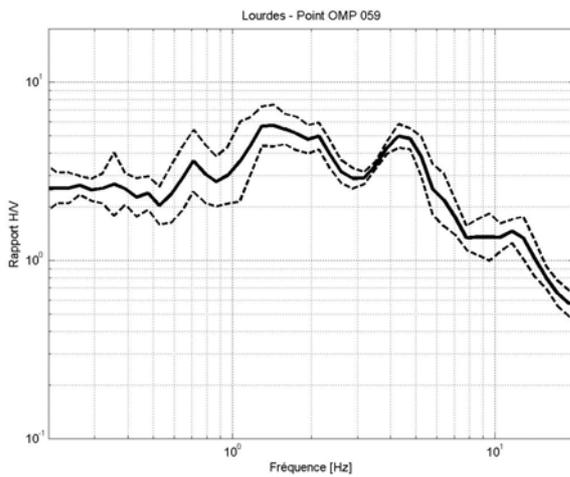
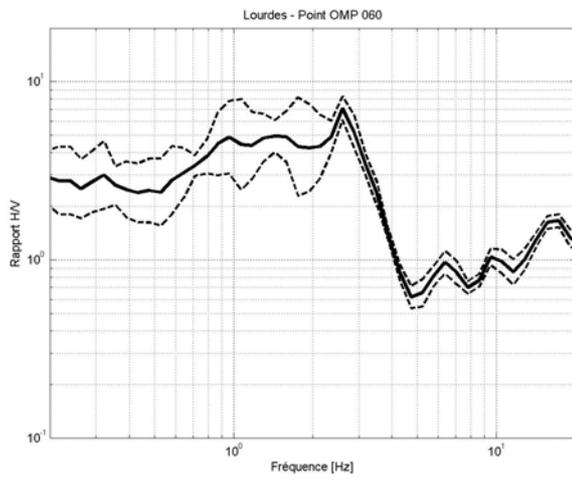
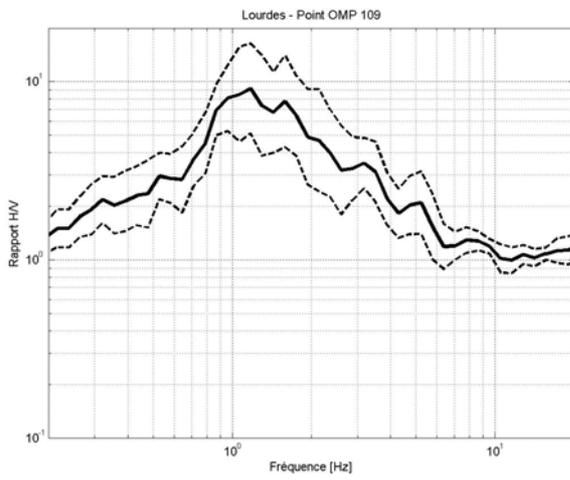


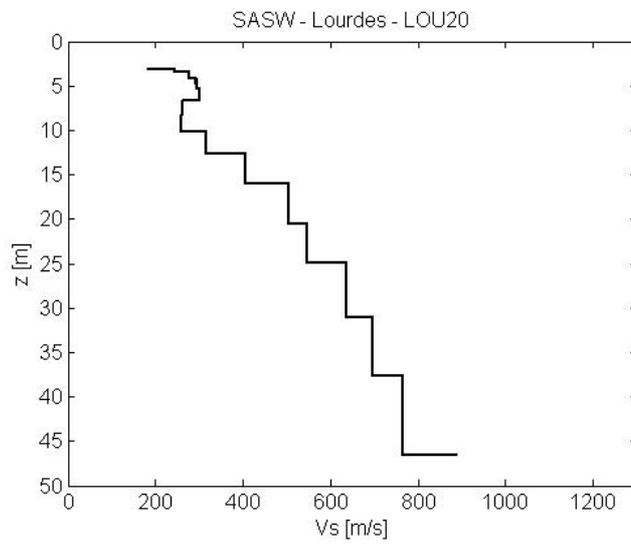
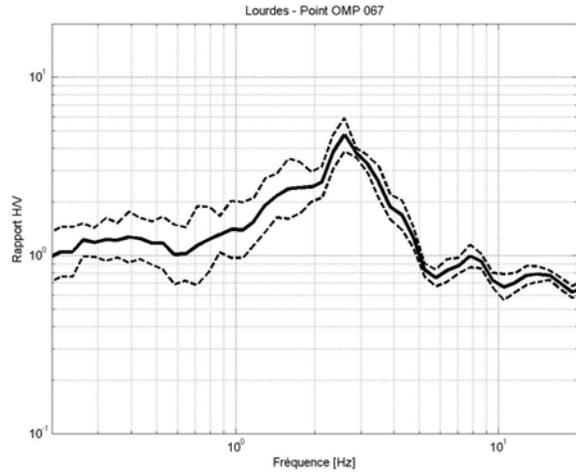
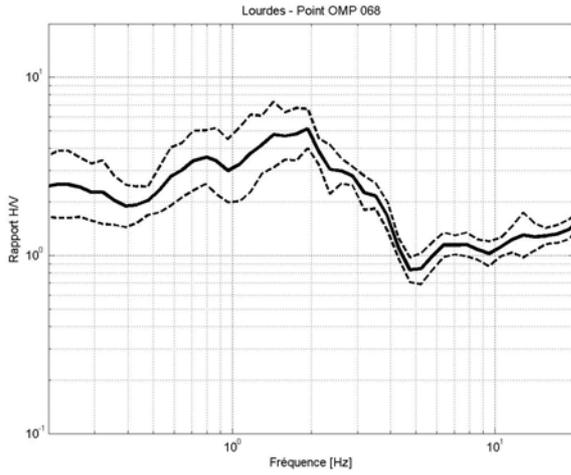




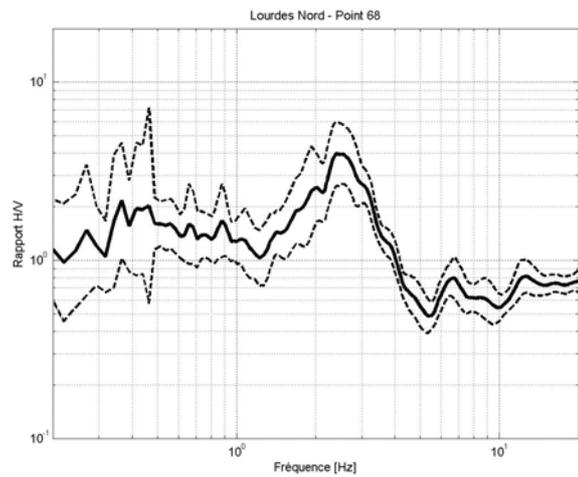
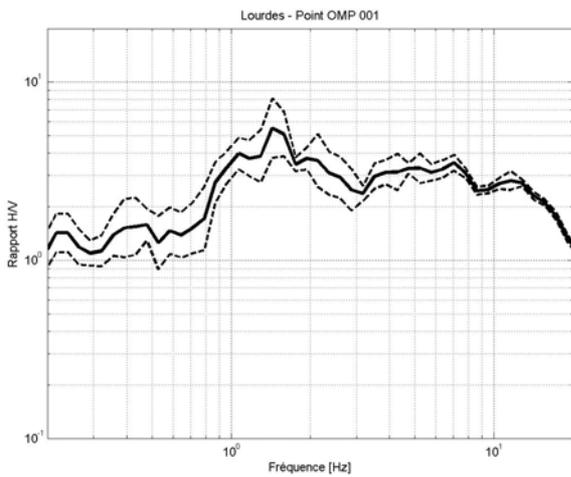


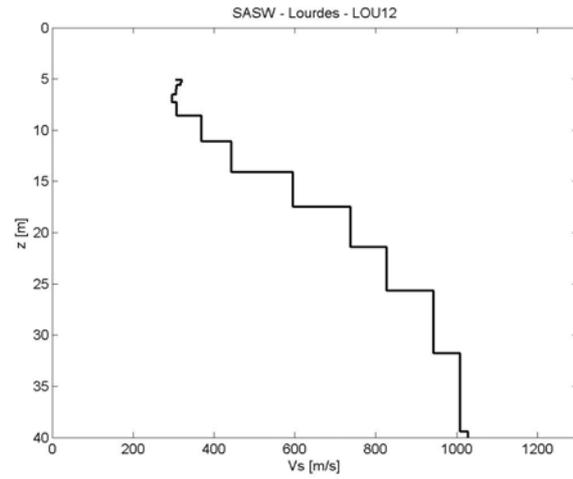
1.2 ZONE 1 : GAVE SUD



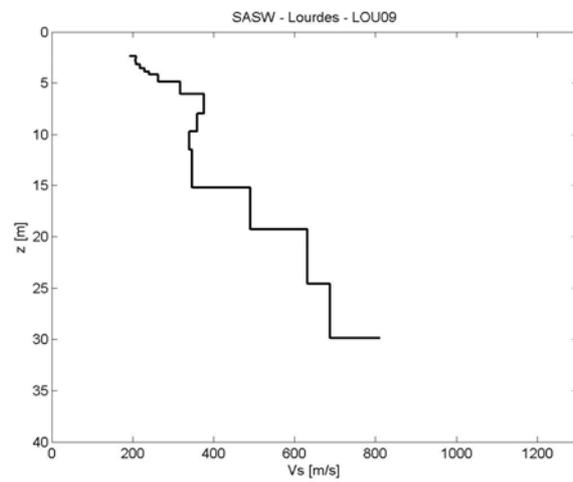


1.3 ZONE 2 : LAC DE LOURDES

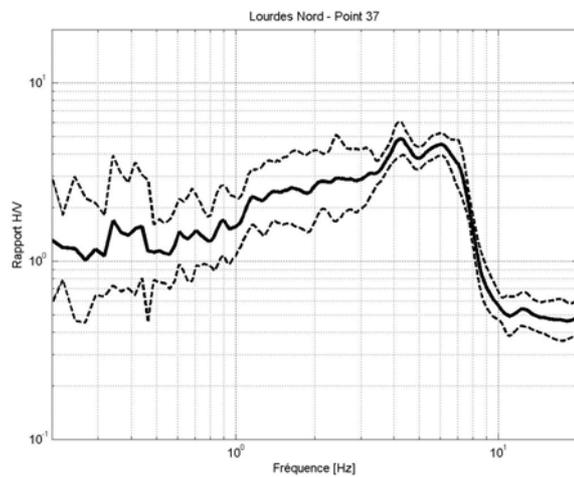
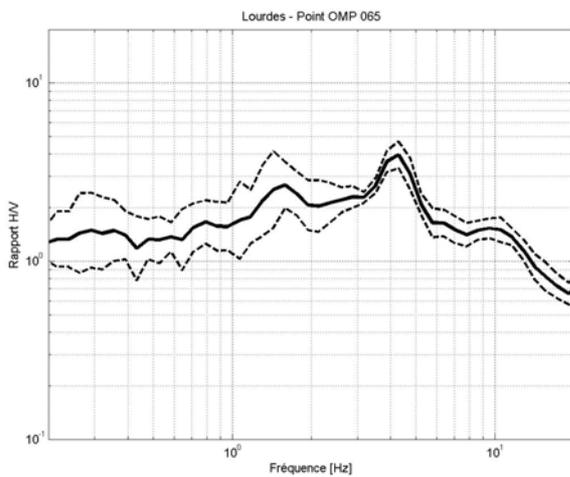


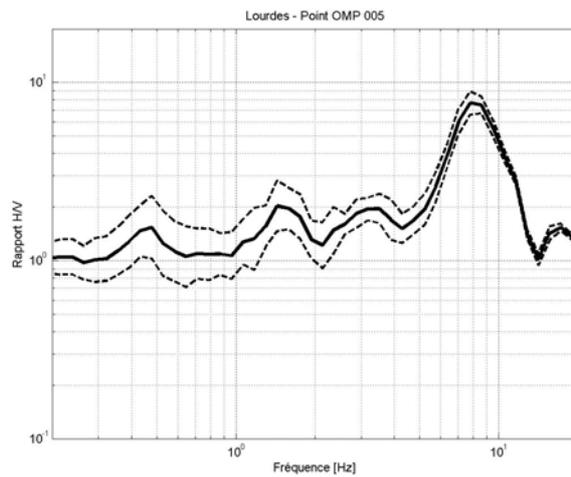
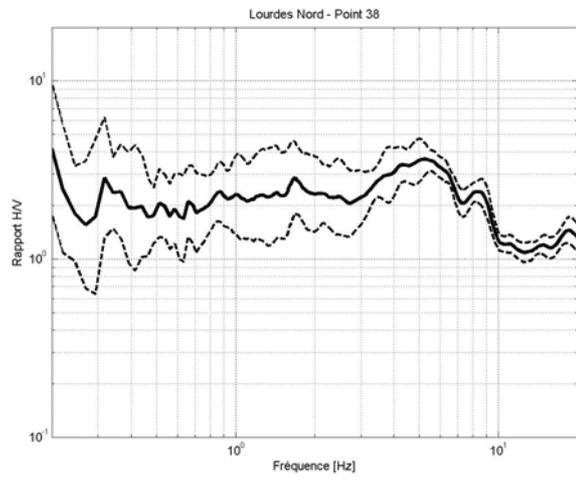
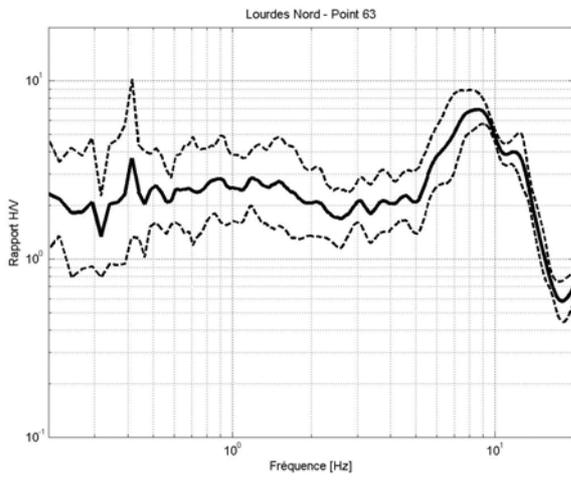
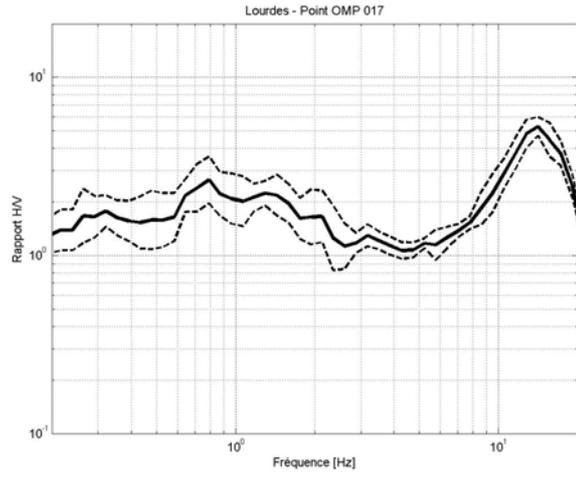
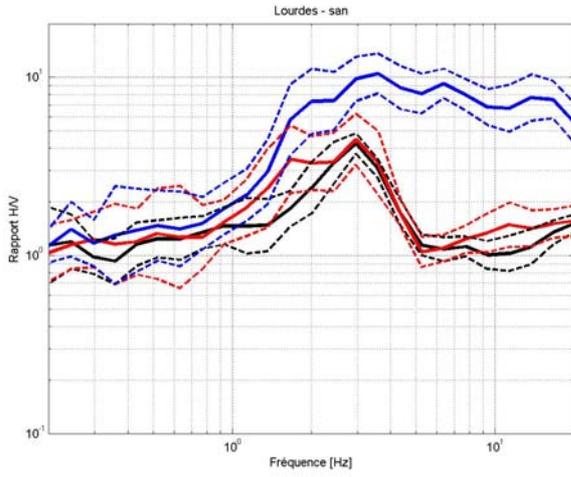


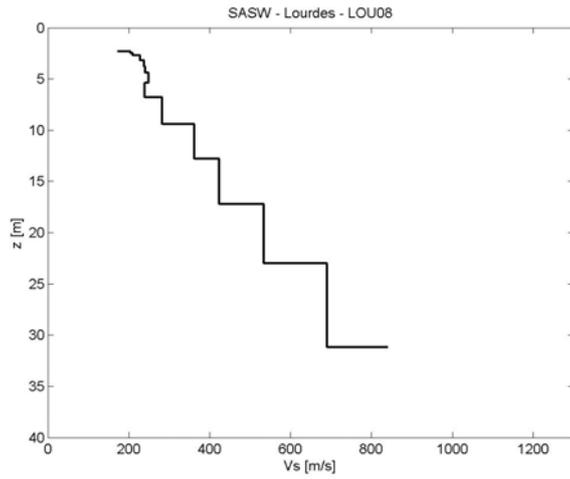
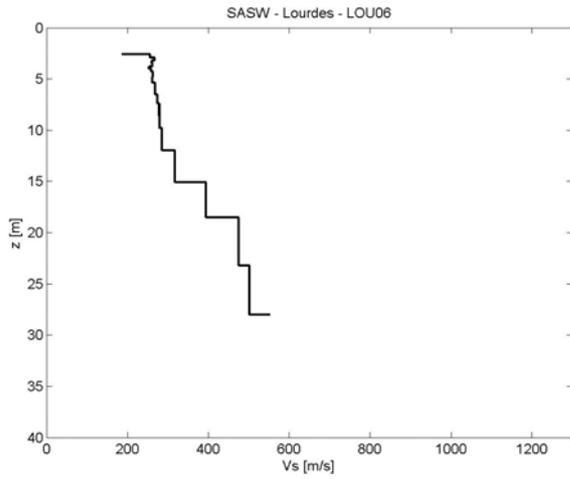
1.4 ZONE 3 : GAVE BASILIQUE



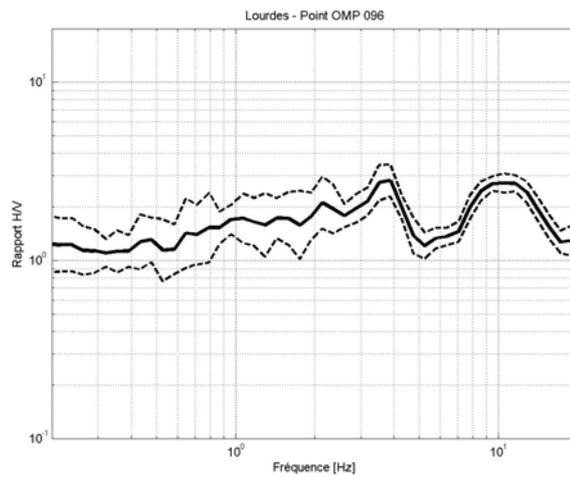
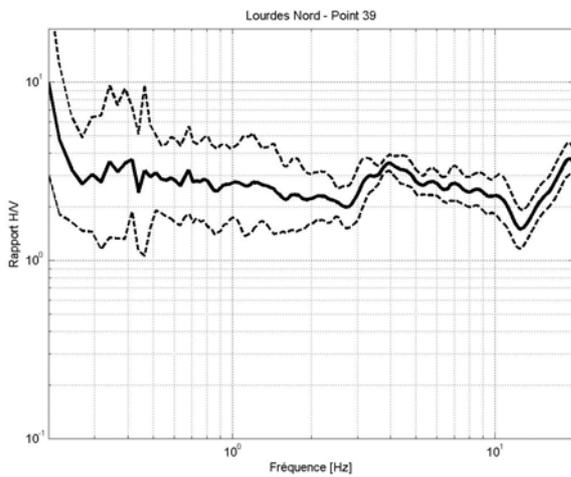
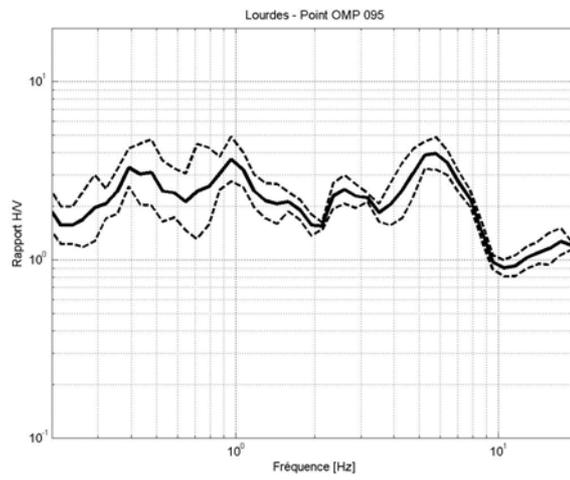
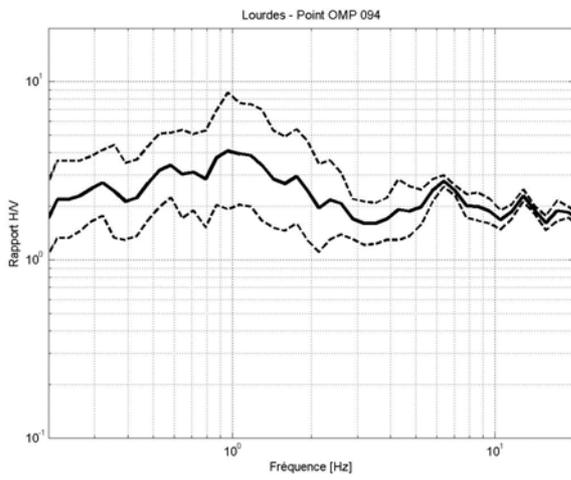
1.5 ZONE 4 : GAVE OUEST

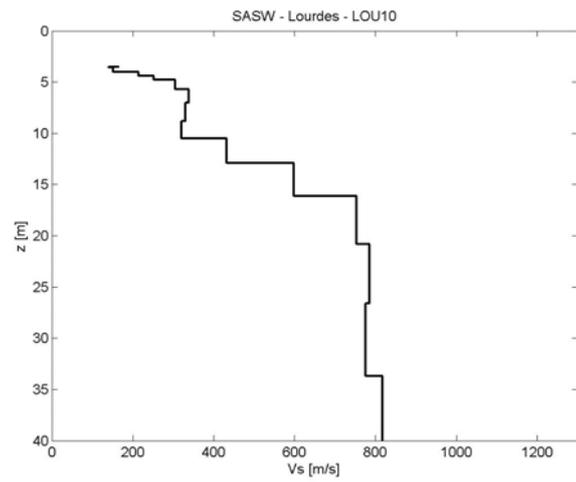
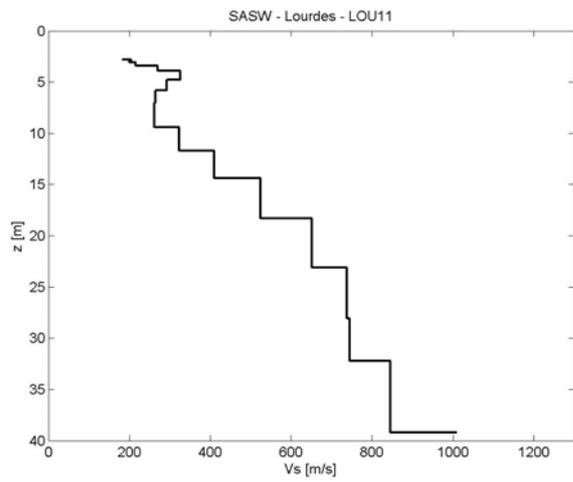
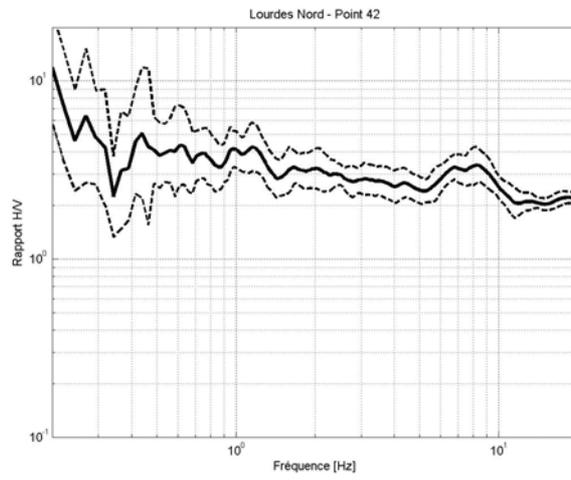
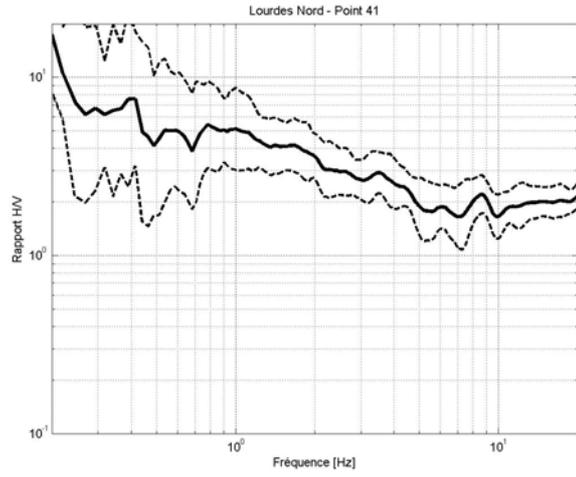
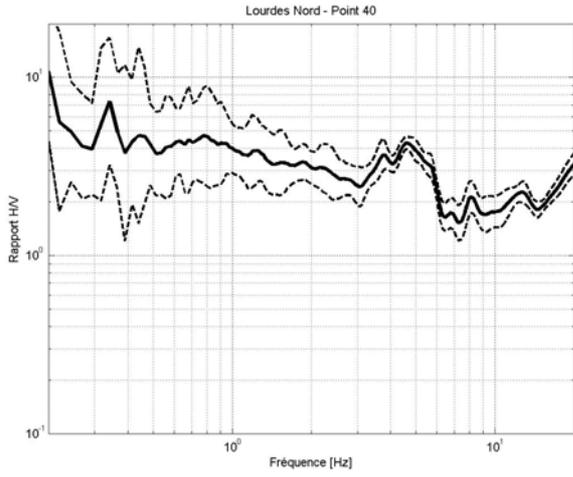




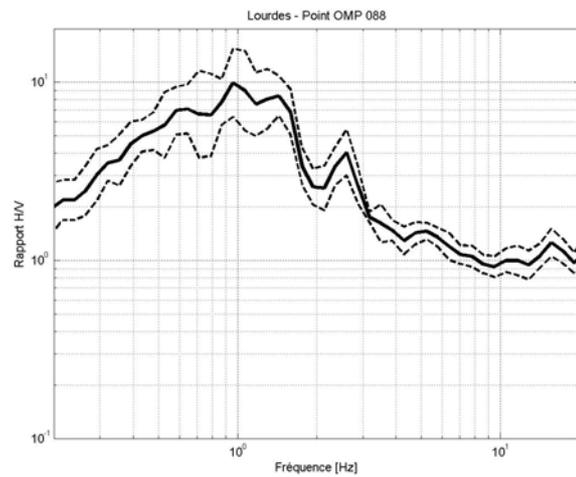
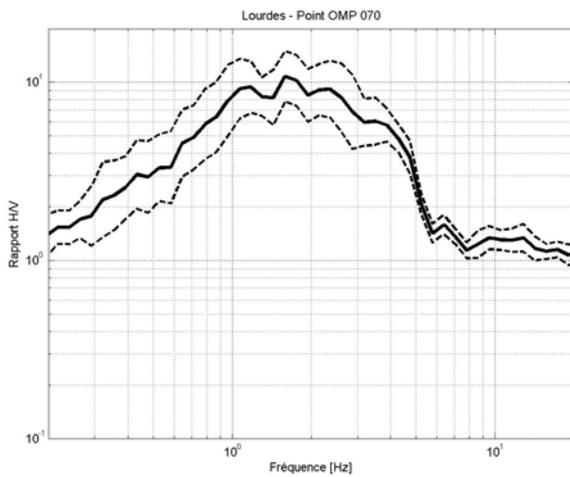
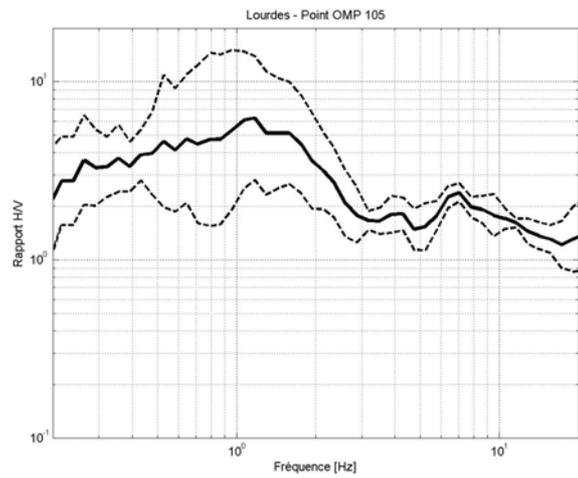
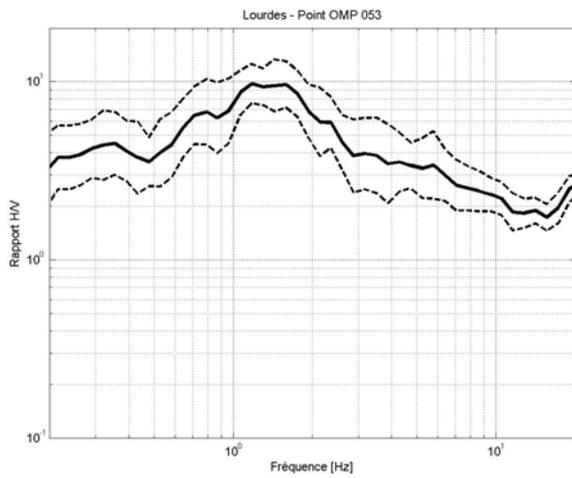
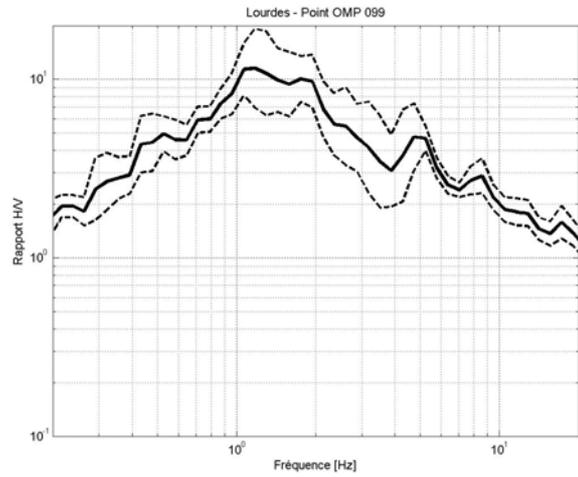
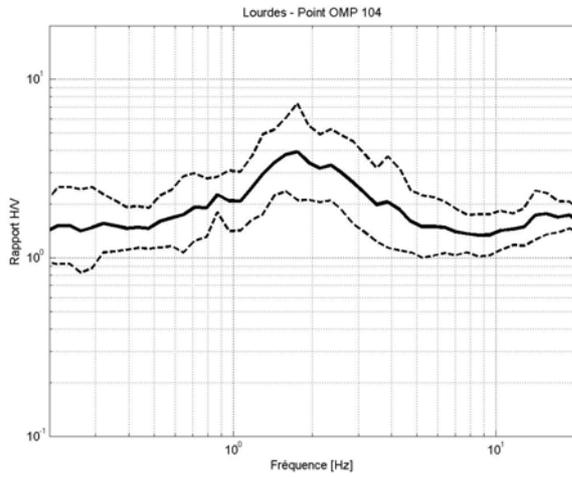


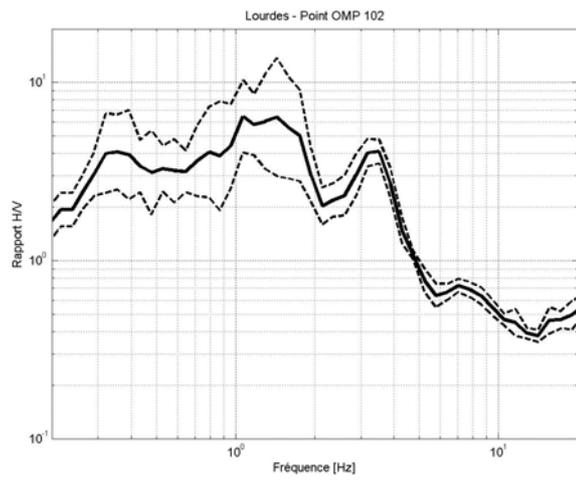
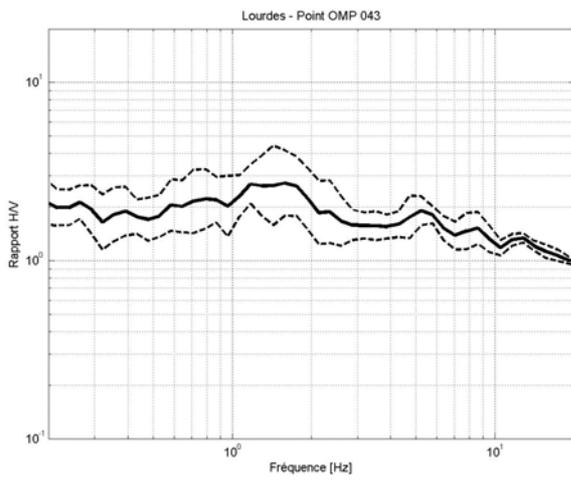
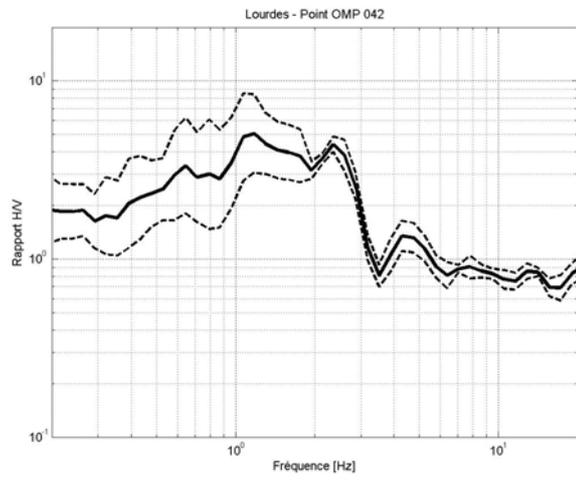
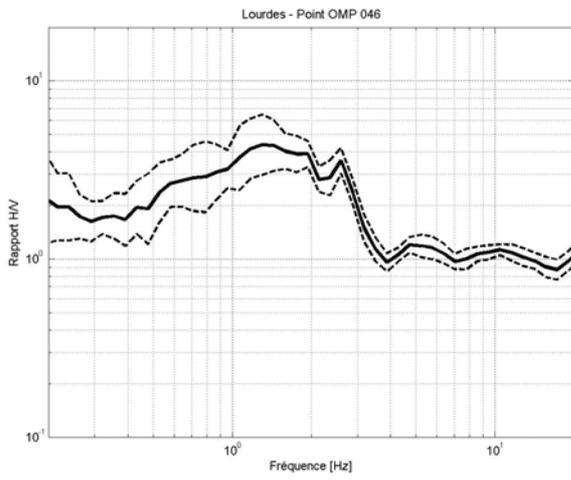
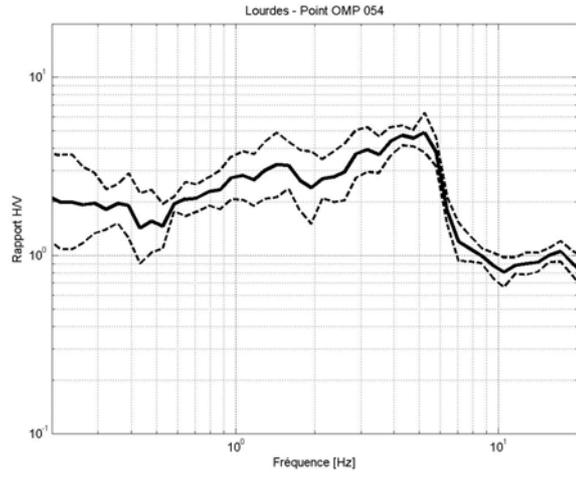
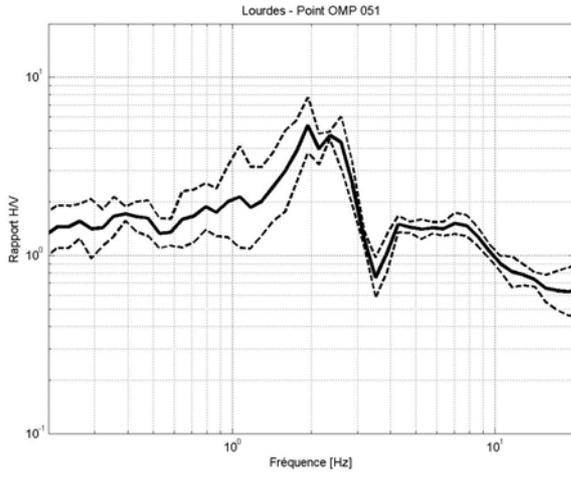
1.6 ZONE 5 : MORAINES ABBADIE

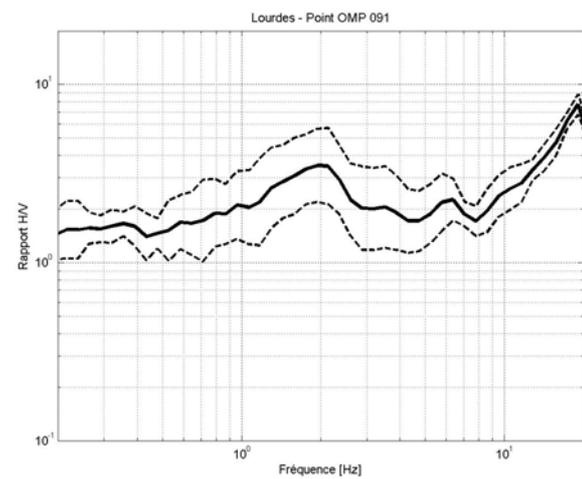
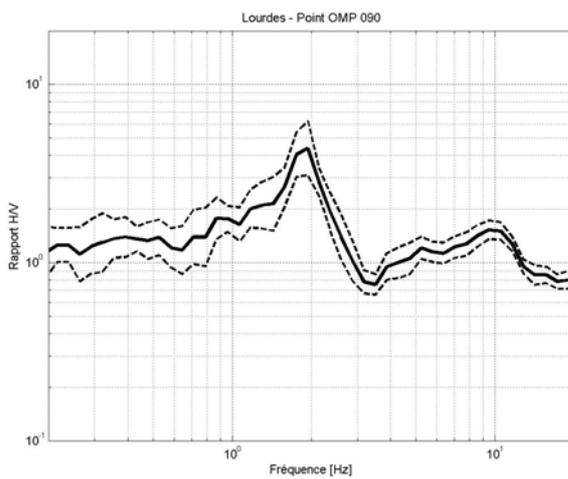
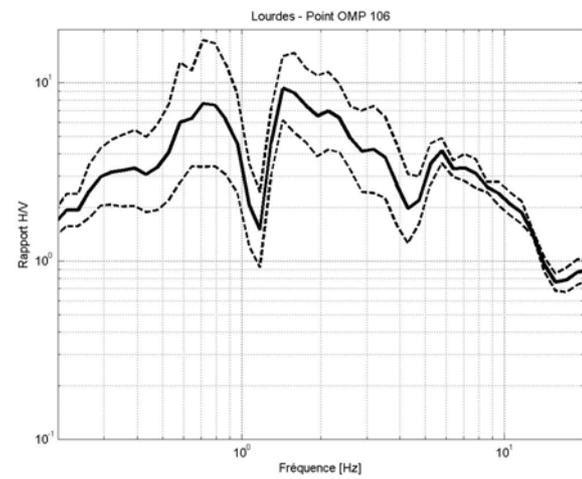
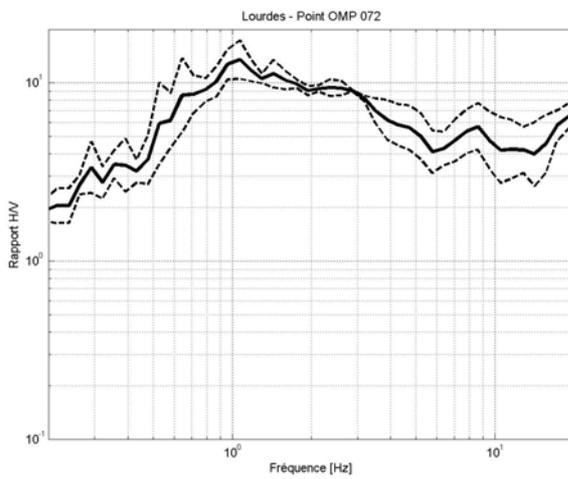
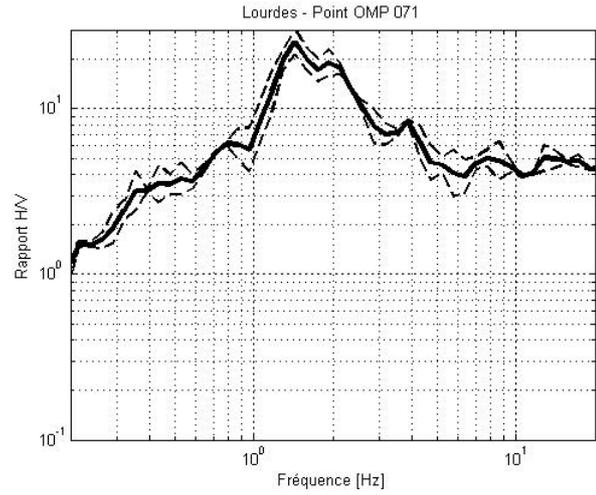
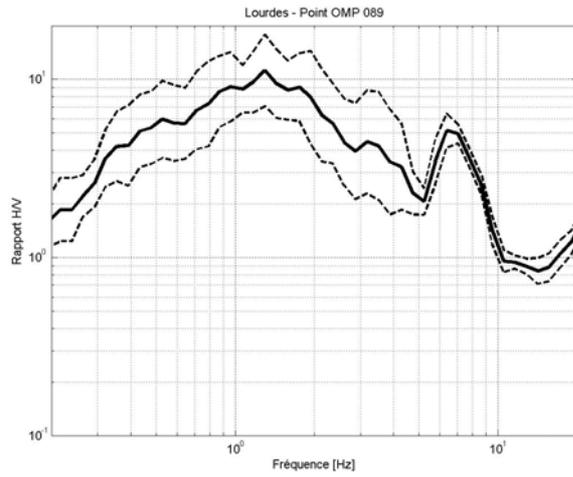


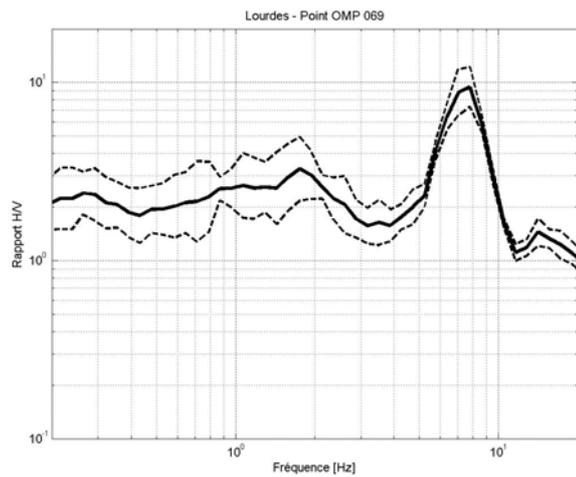
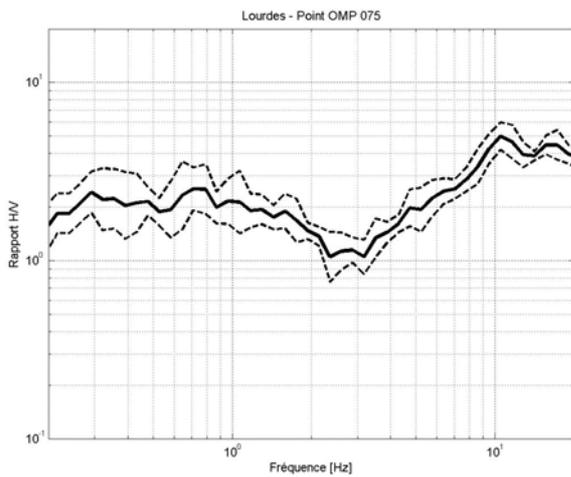
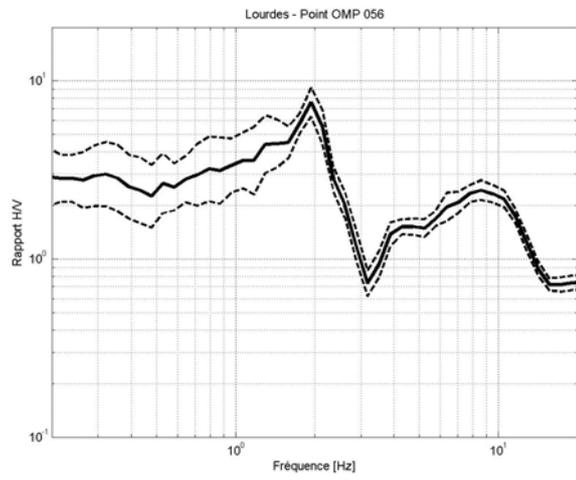
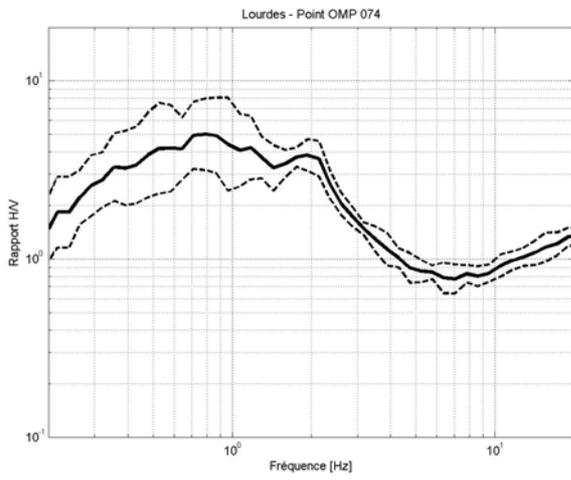
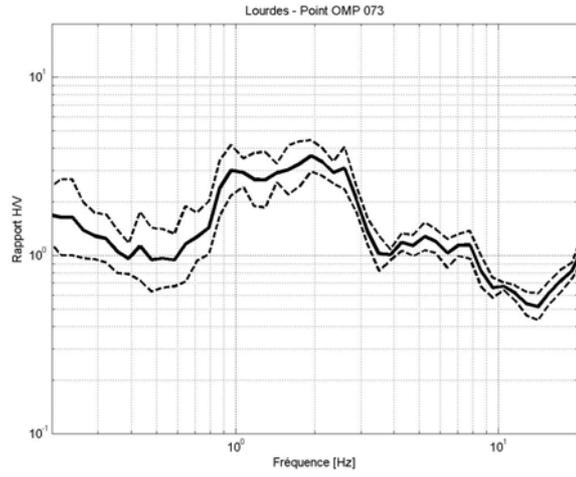
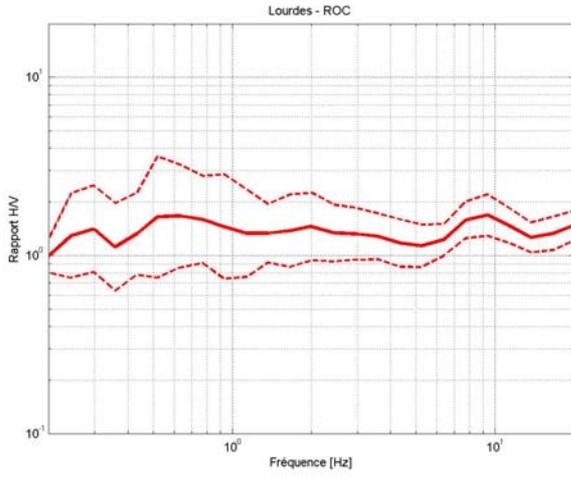


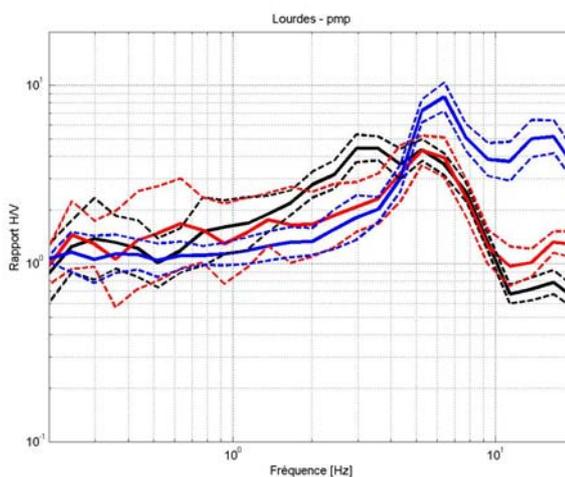
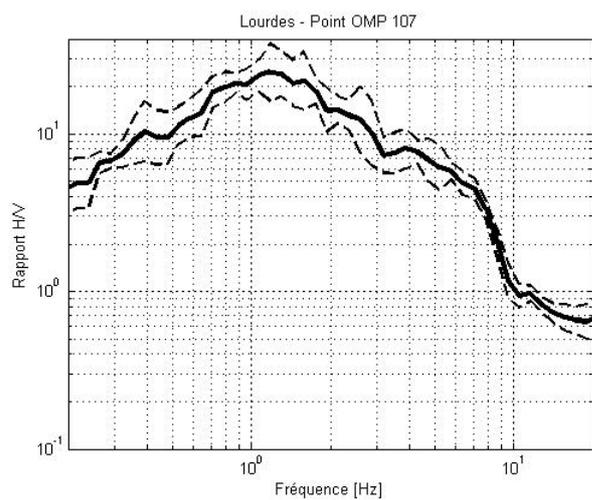
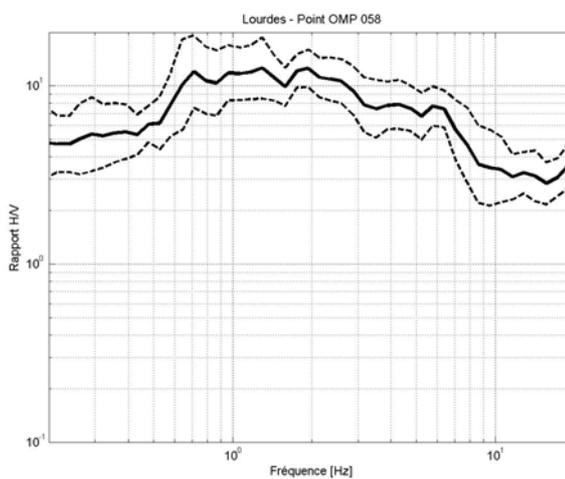
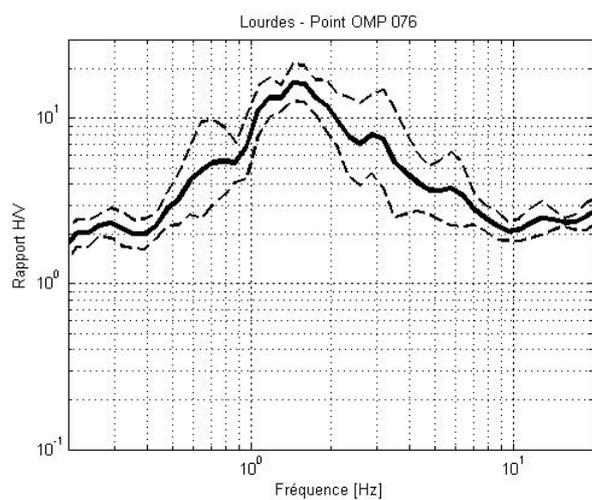
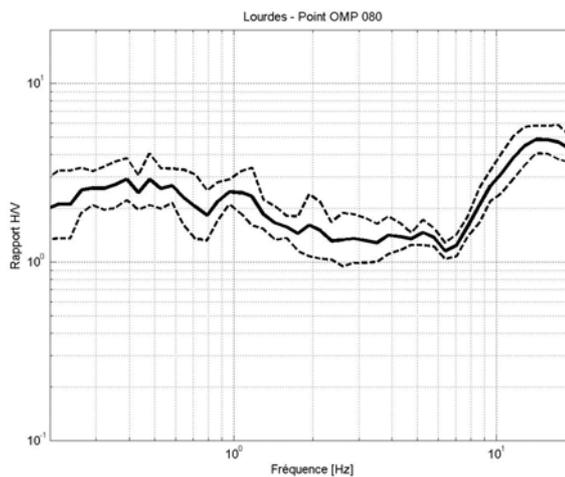
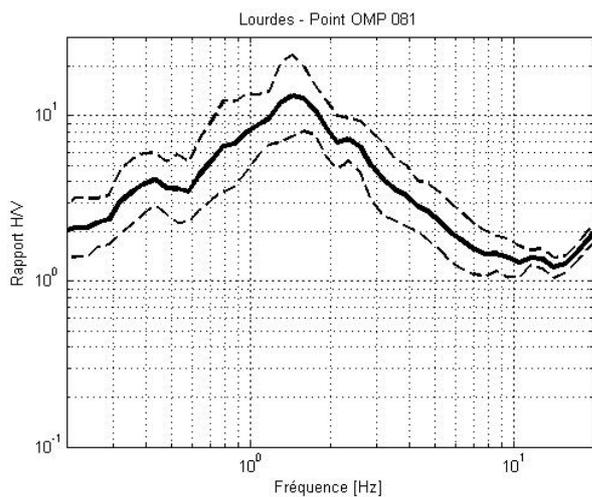
1.7 ZONE 6 : ALLUVIONS CENTRE

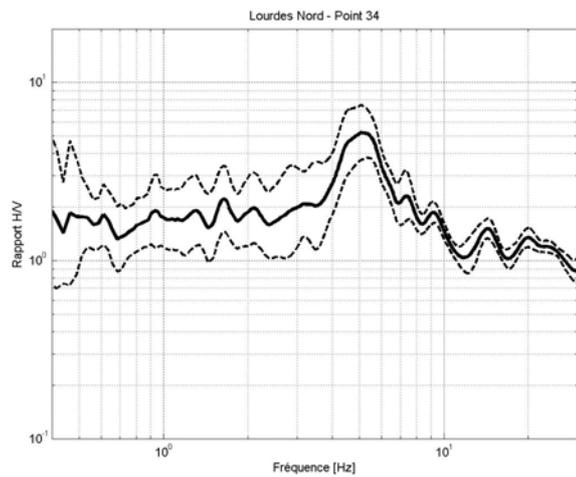
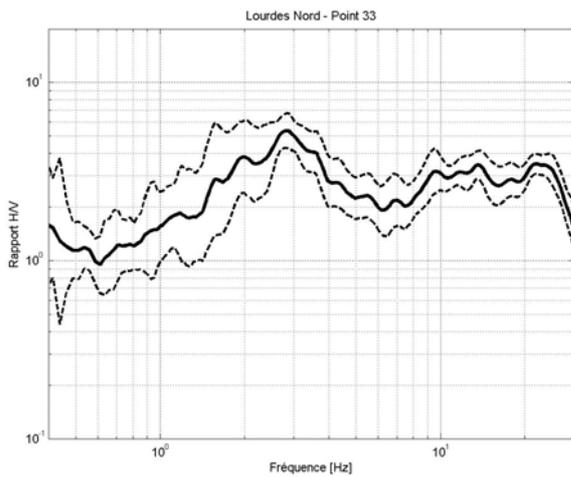
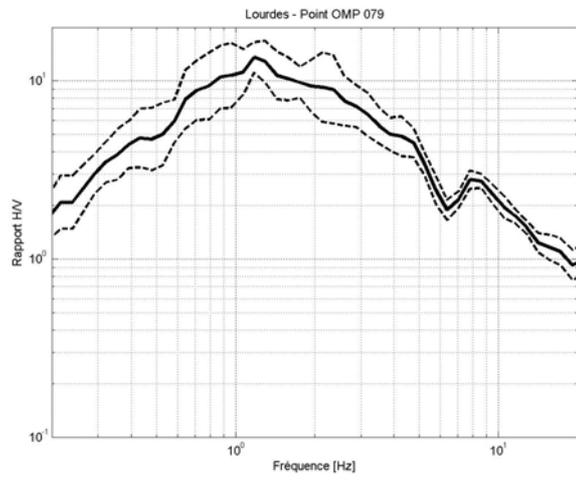
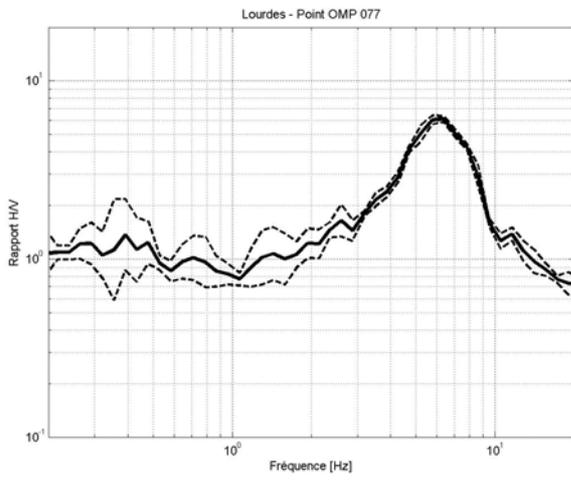
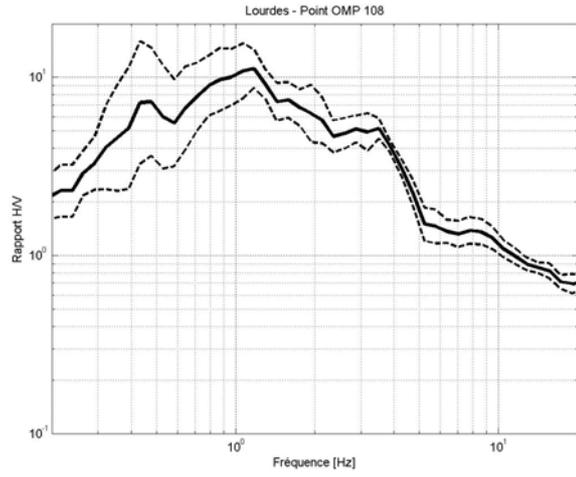
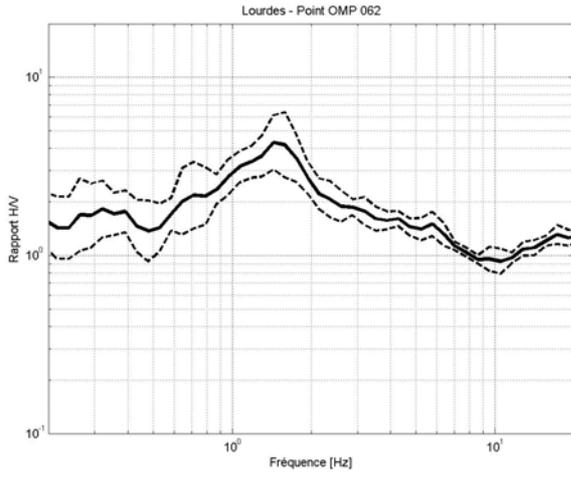


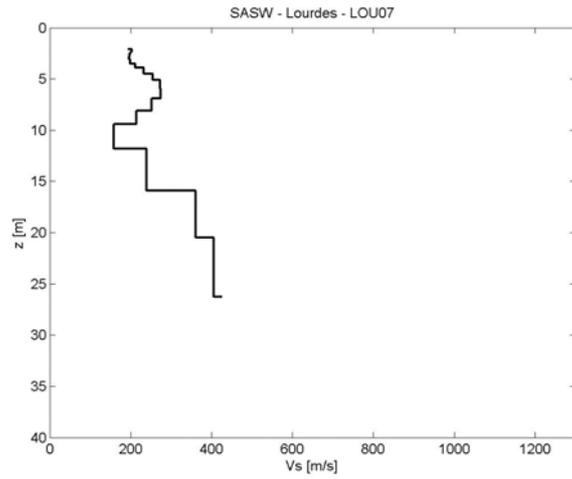
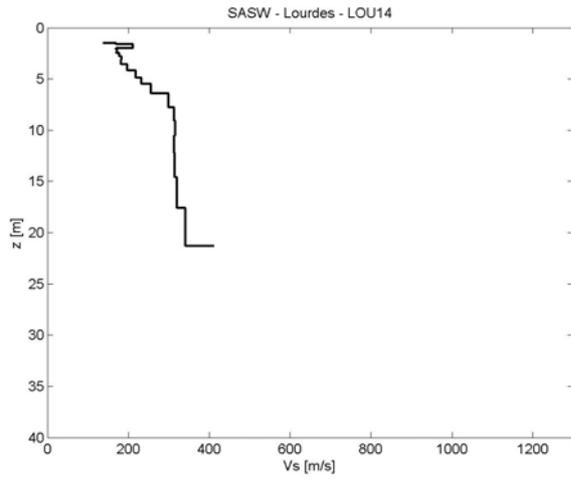




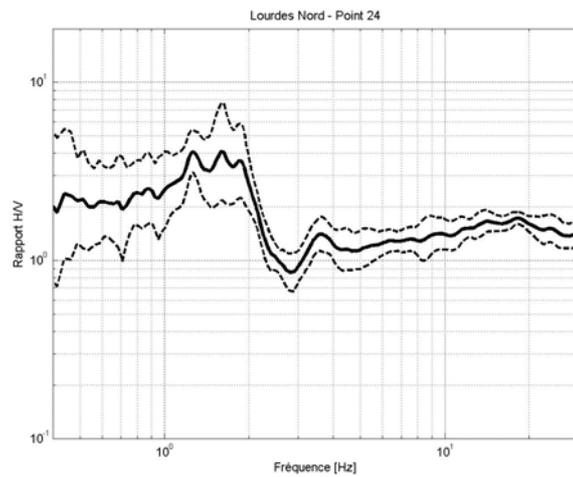
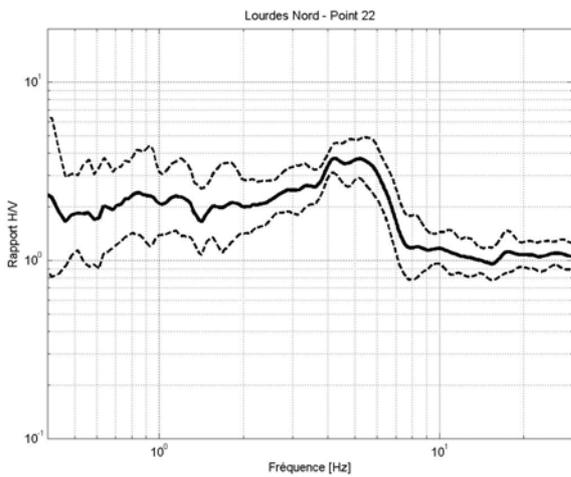
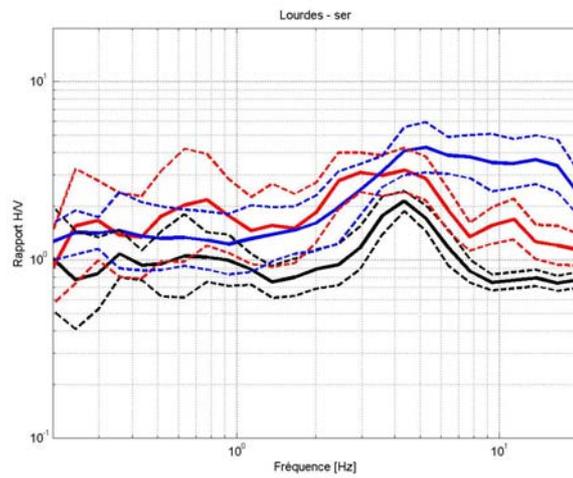
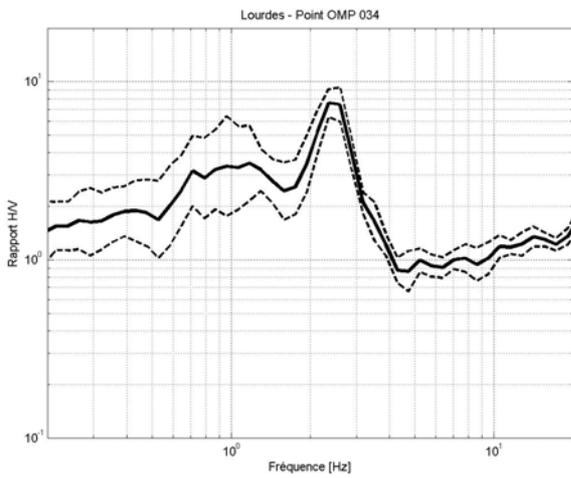


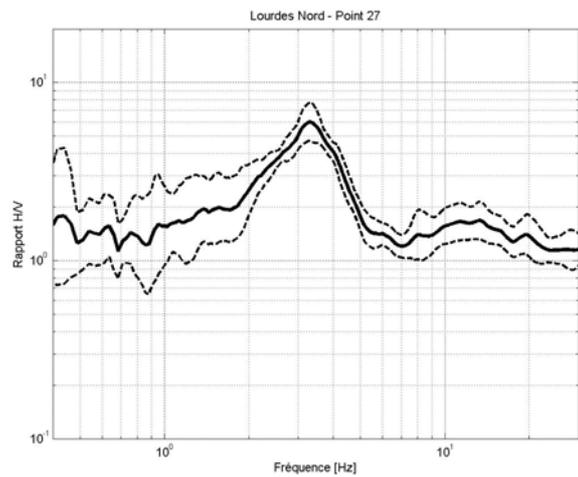
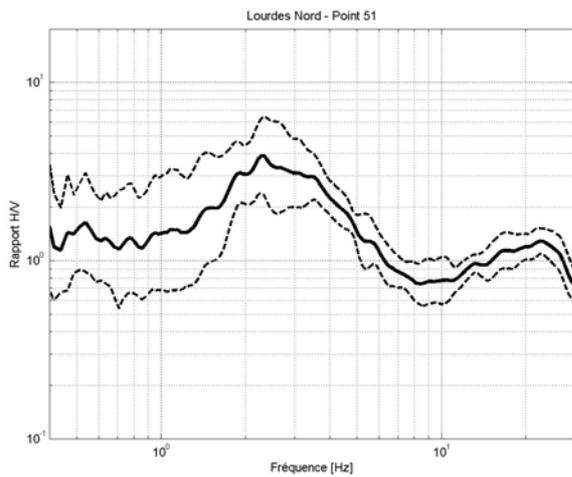
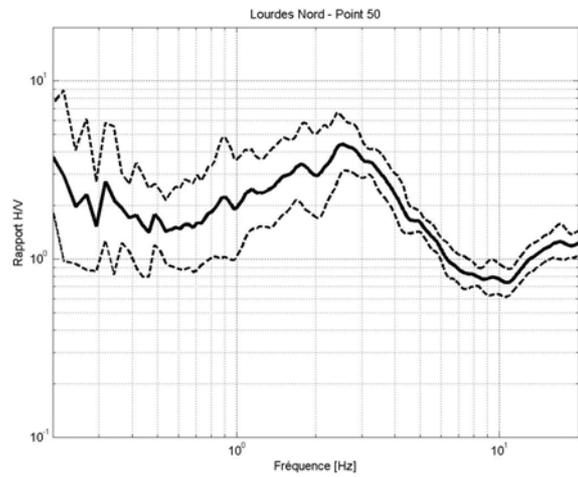
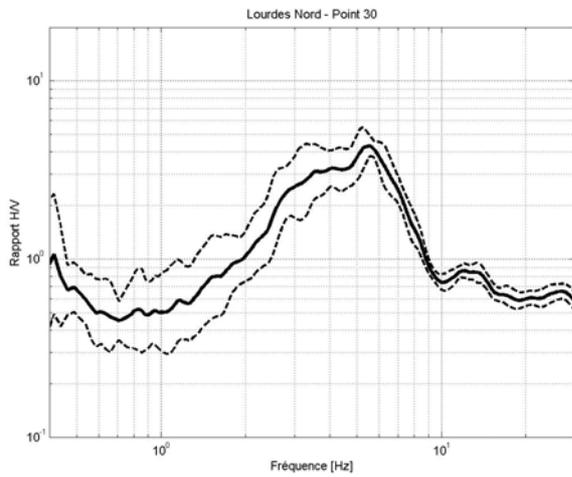
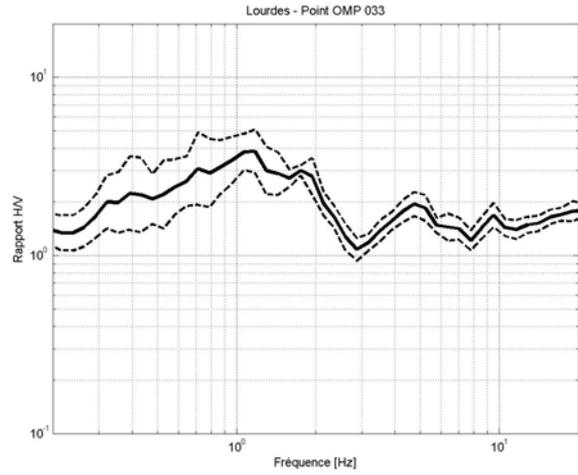
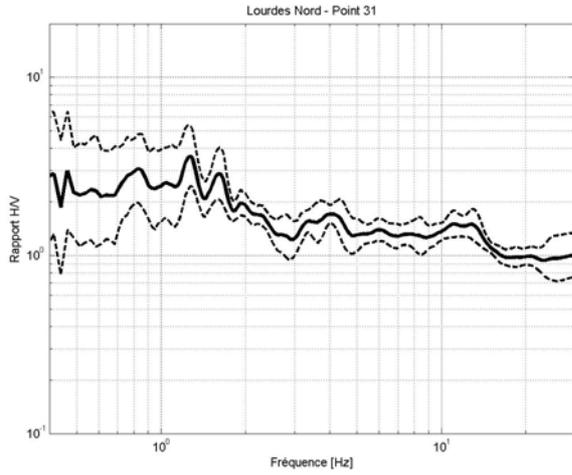


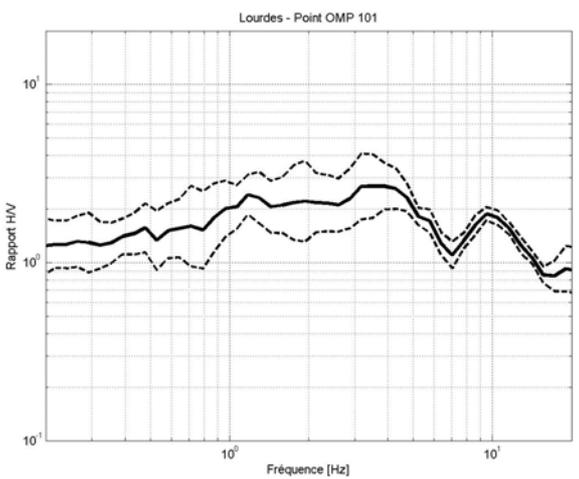
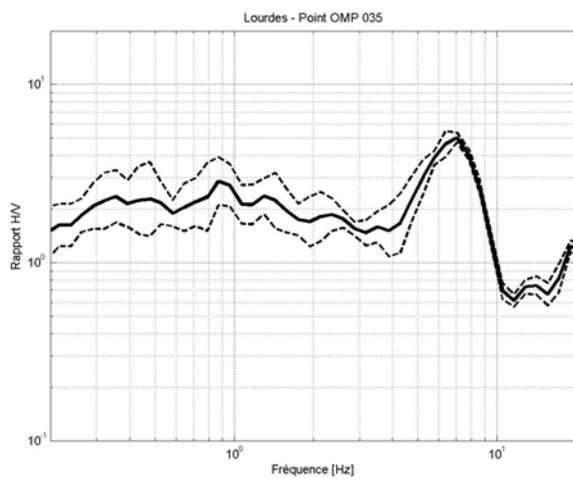
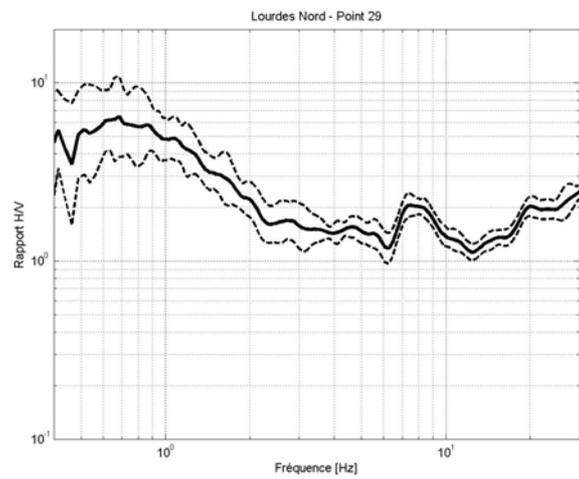
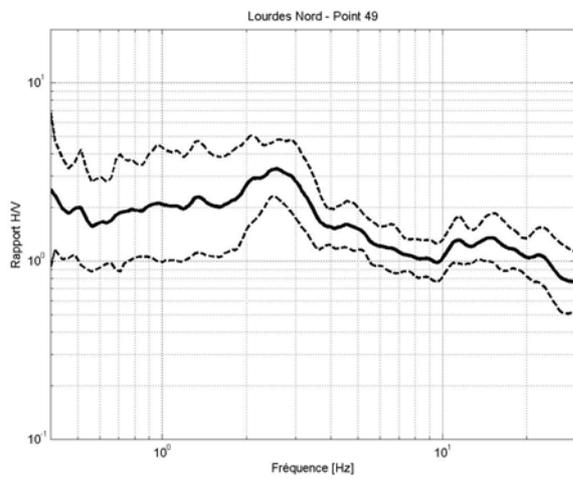
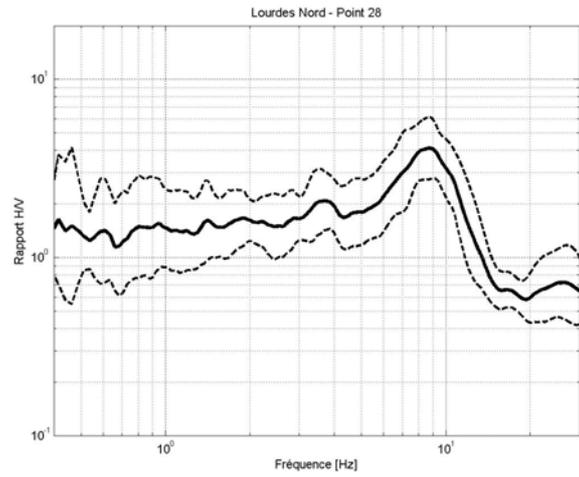
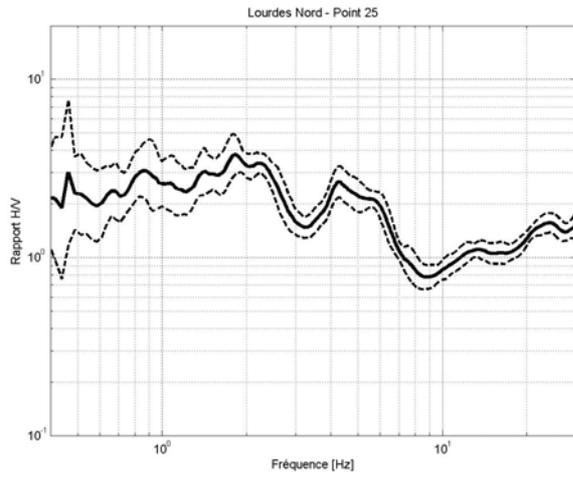


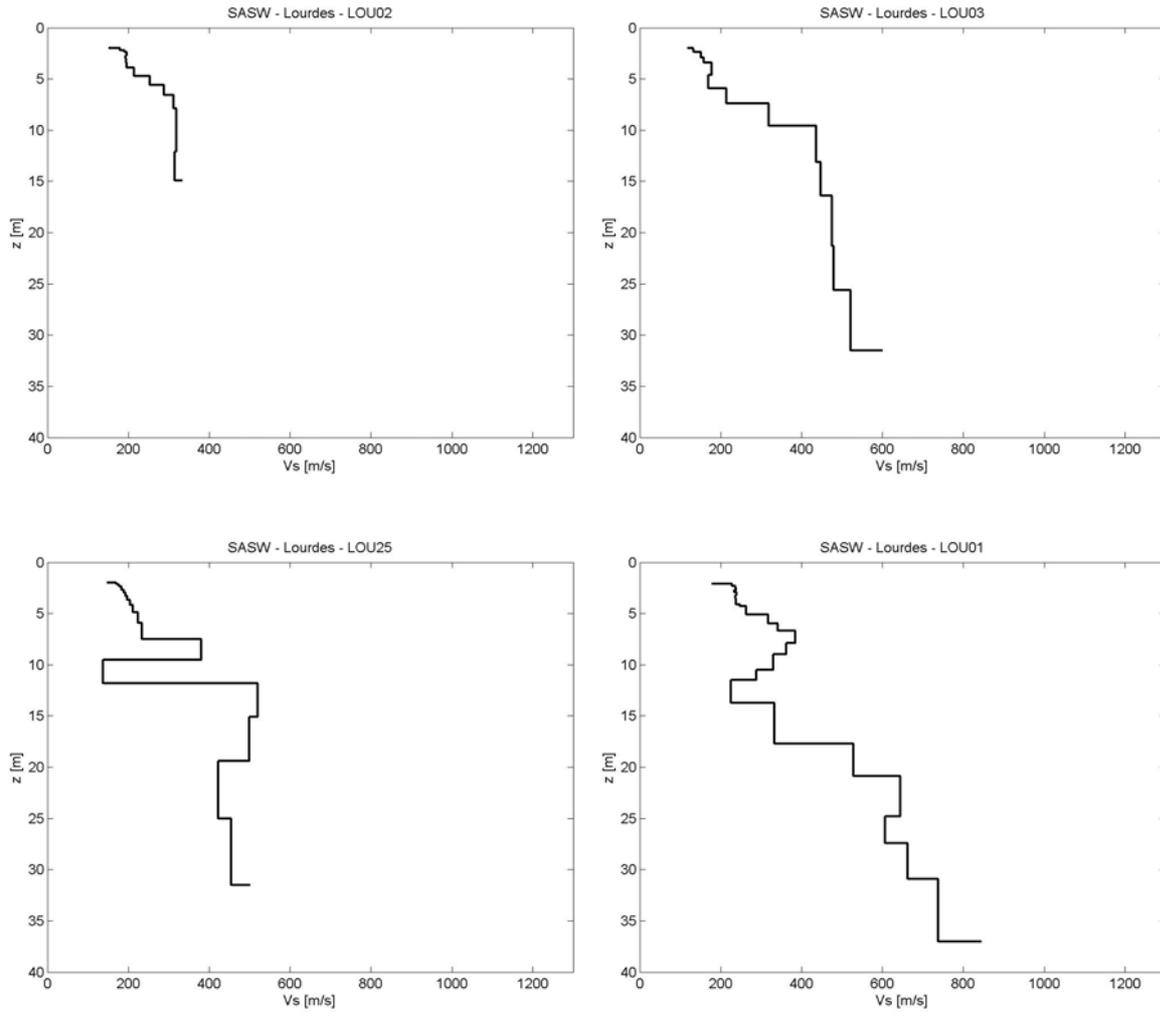


1.8 ZONE 7 : ALLUVIONS ANCLADES

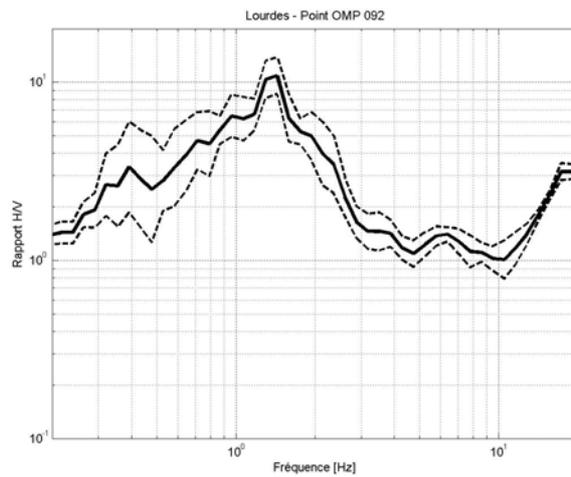




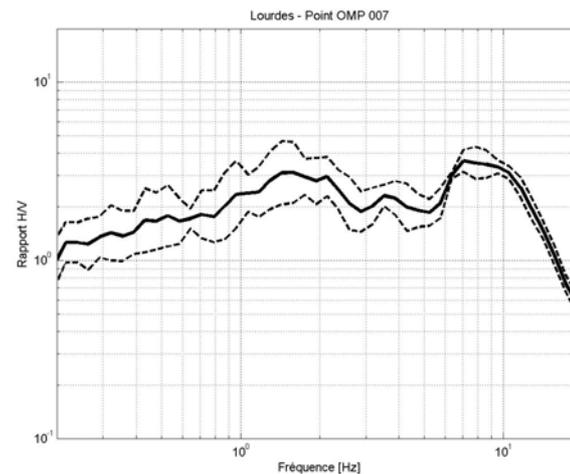
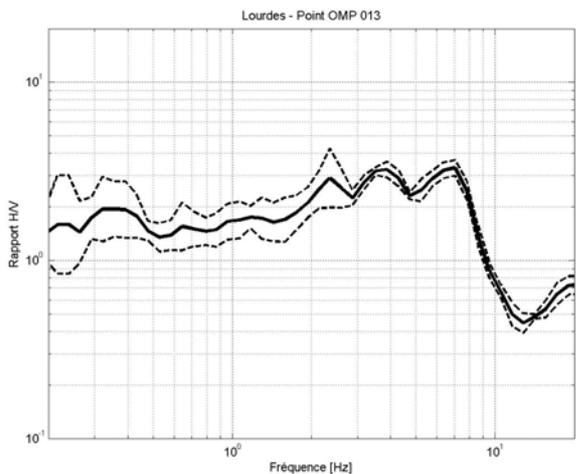
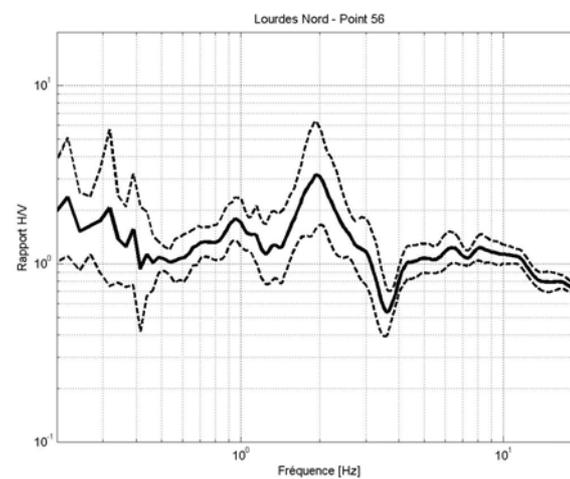
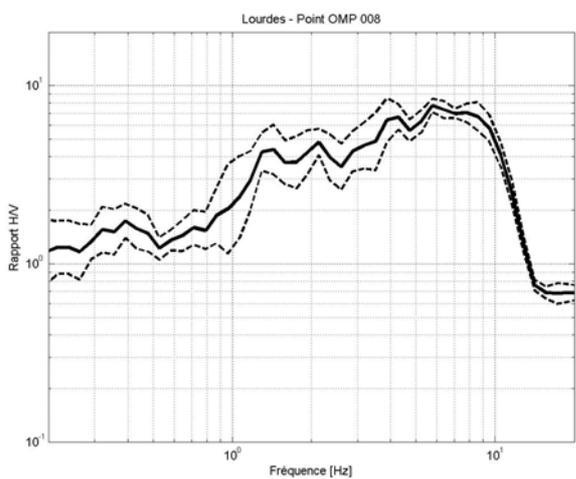
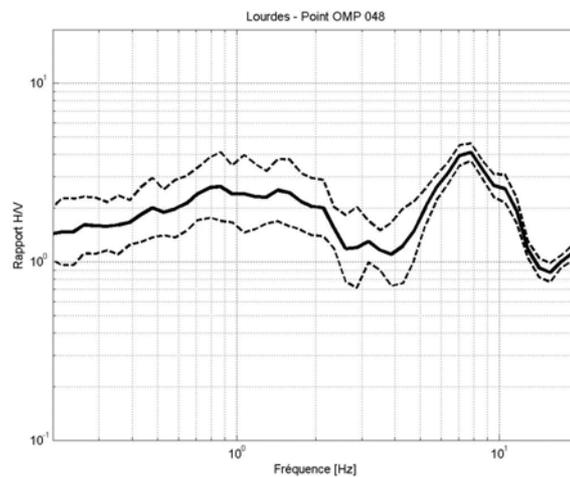
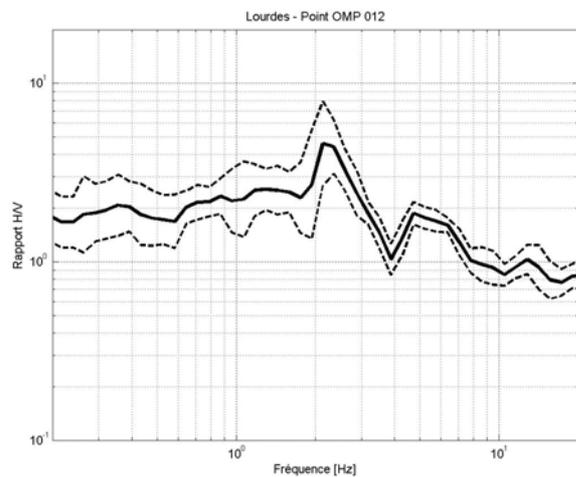


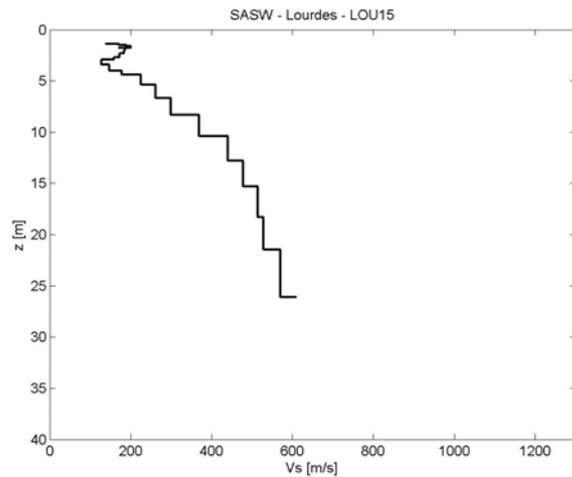
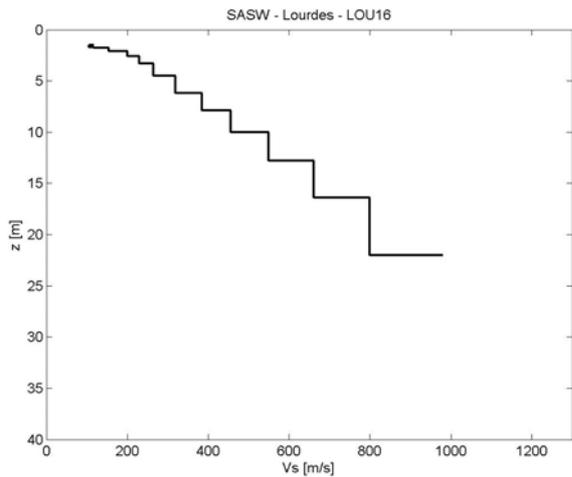
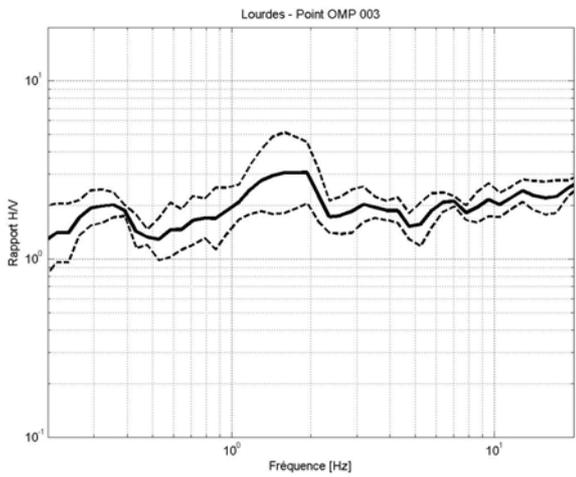
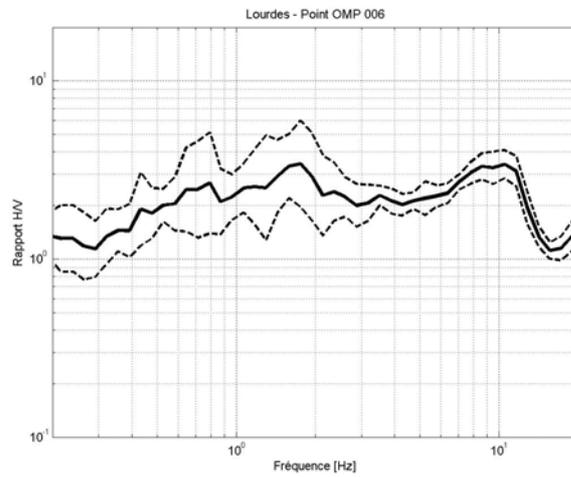
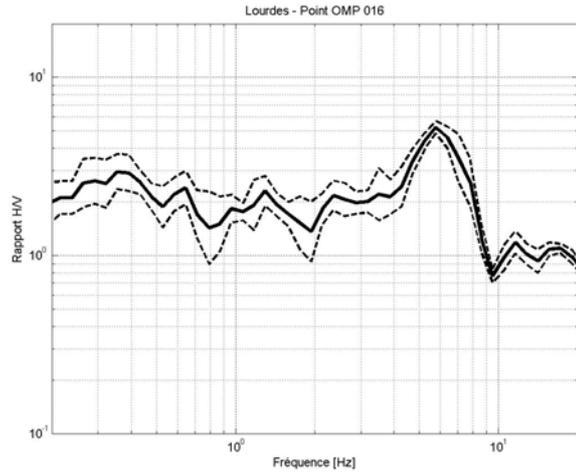
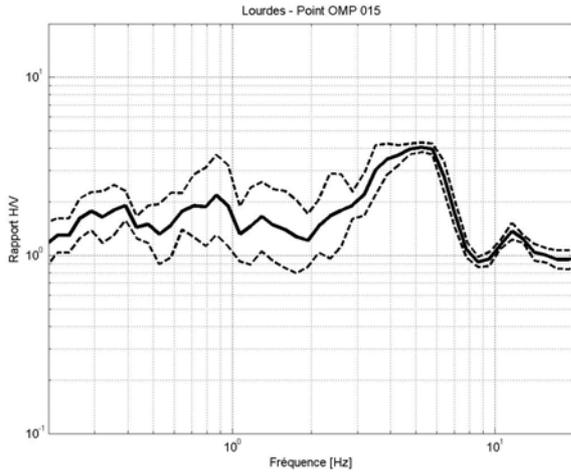


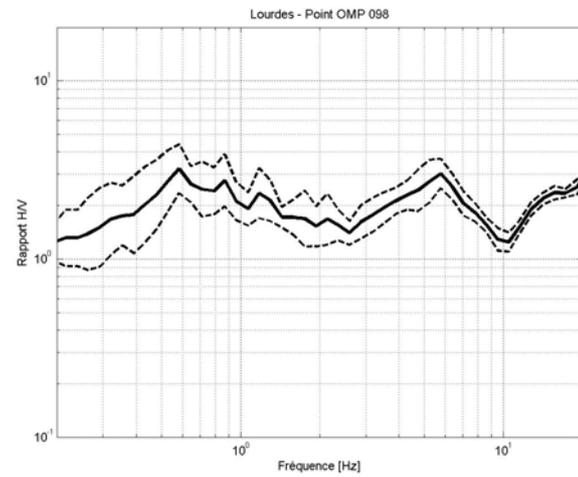
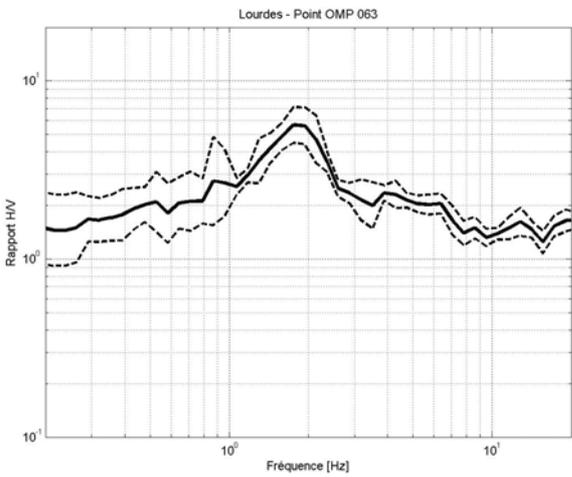
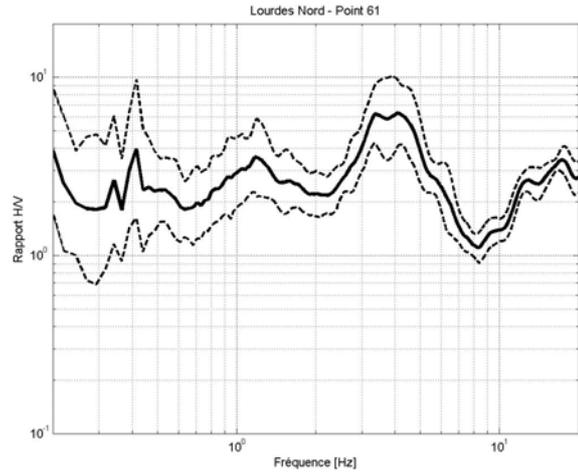
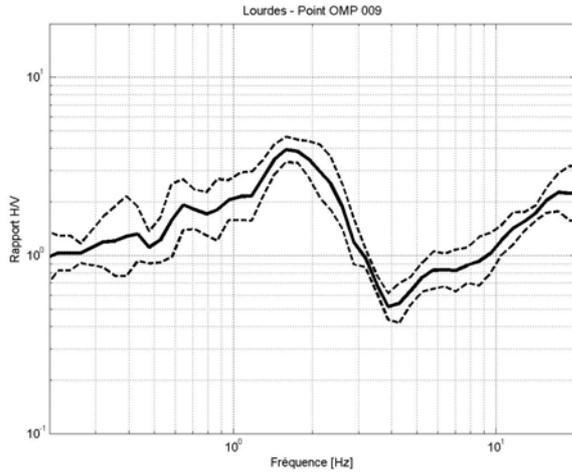
1.9 ZONE 8 : LA CITOYENNE



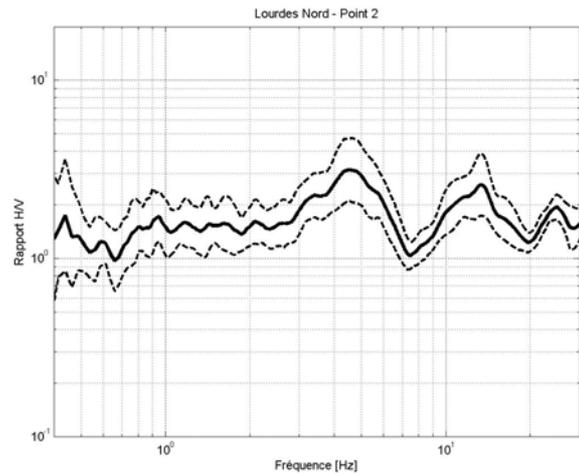
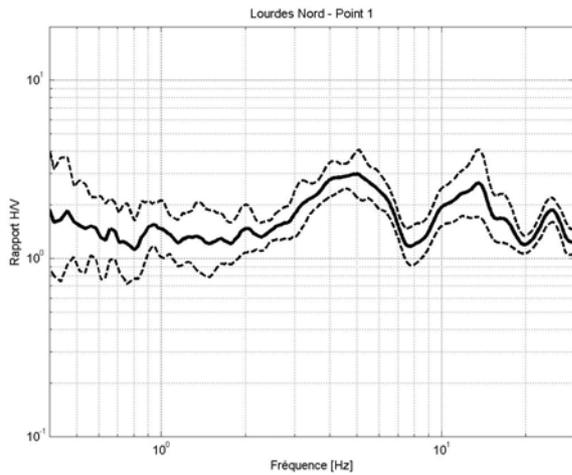
1.10 ZONE 9 : FLYSCH BISCAIYE

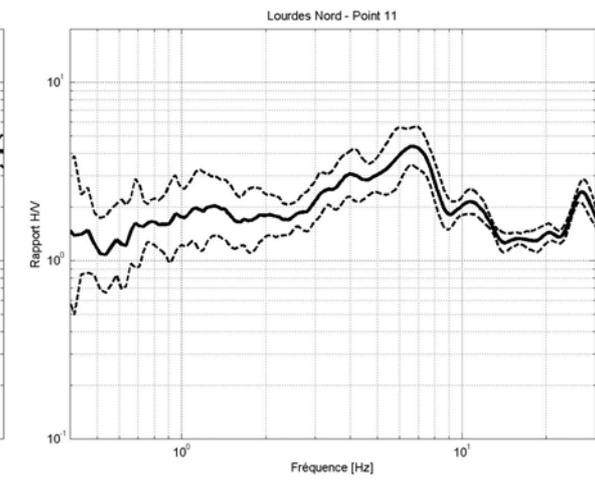
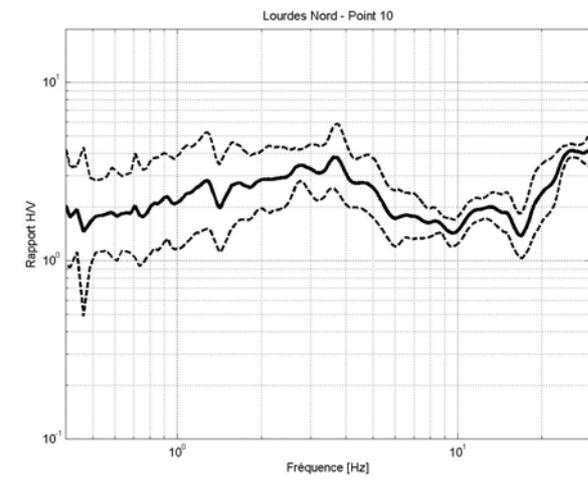
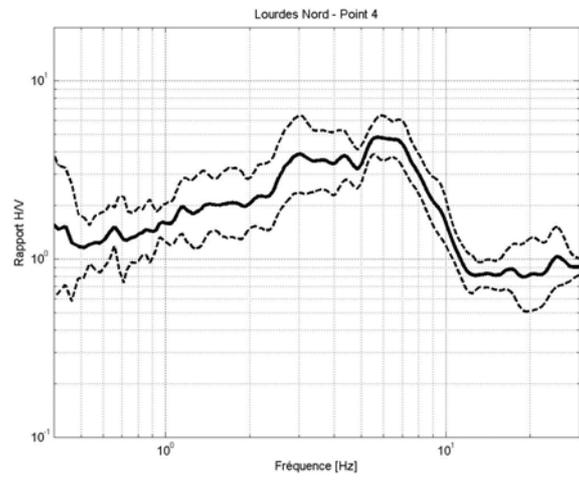
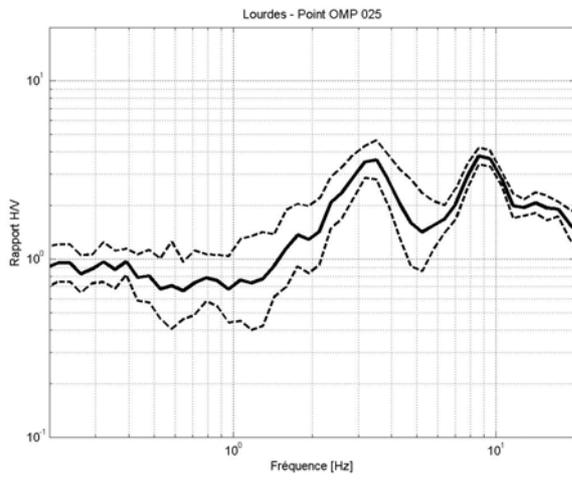
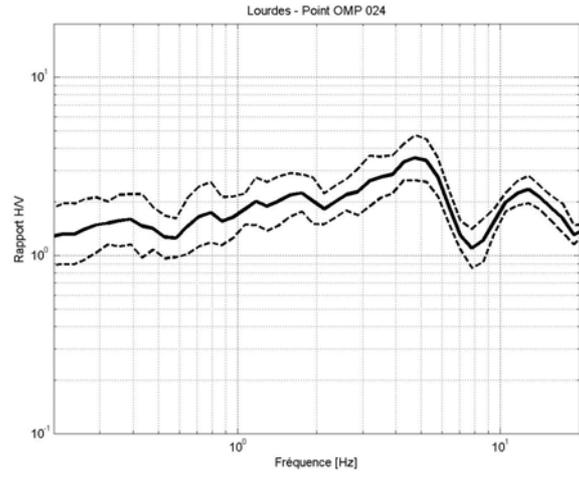
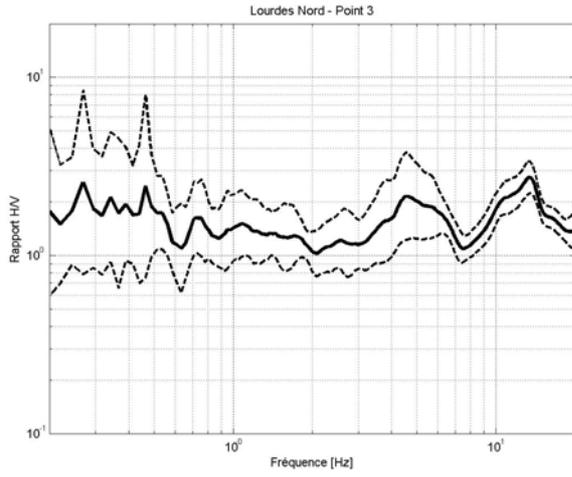


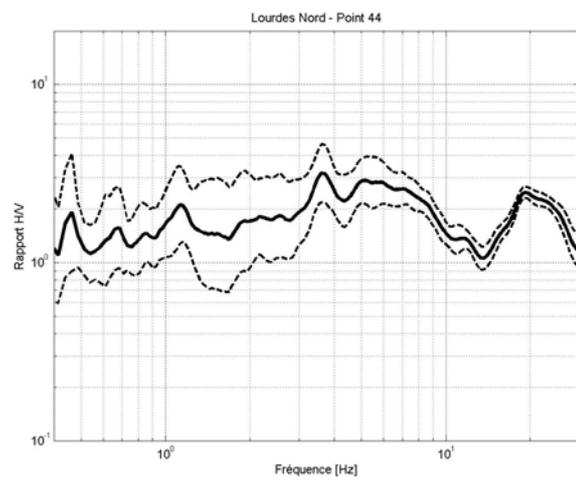
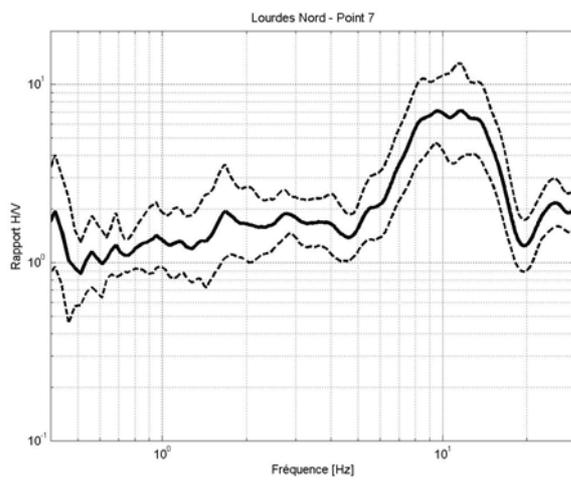
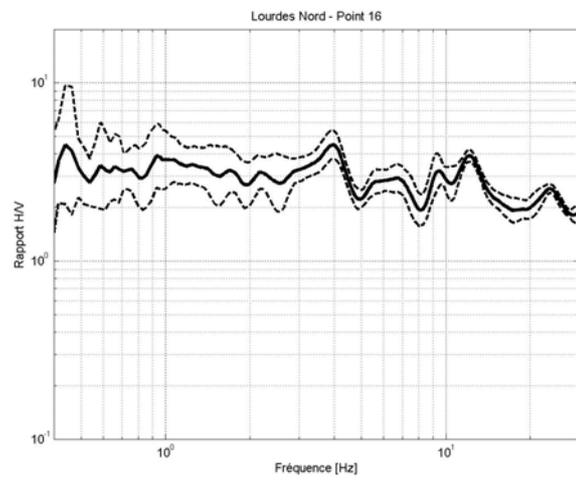
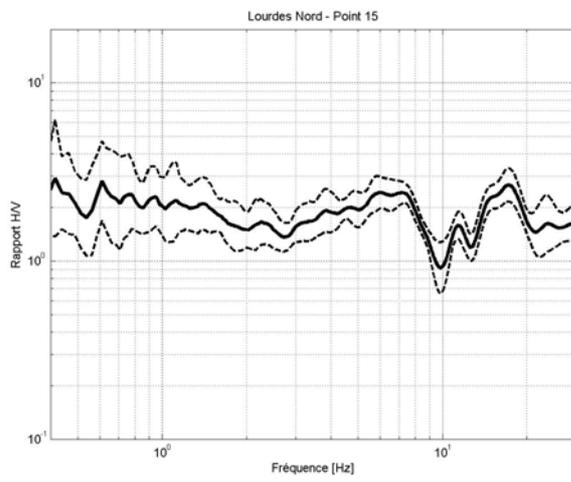
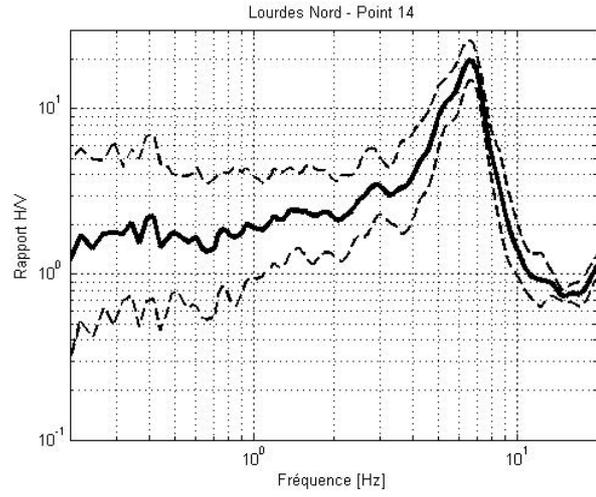
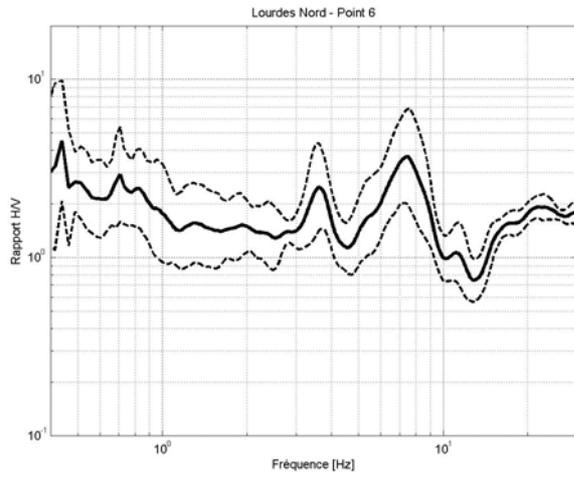


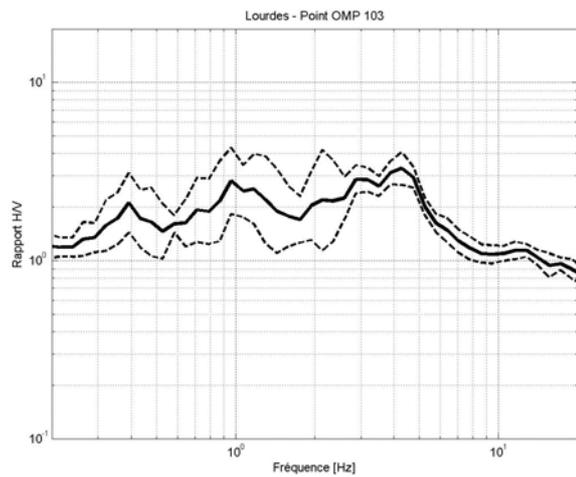
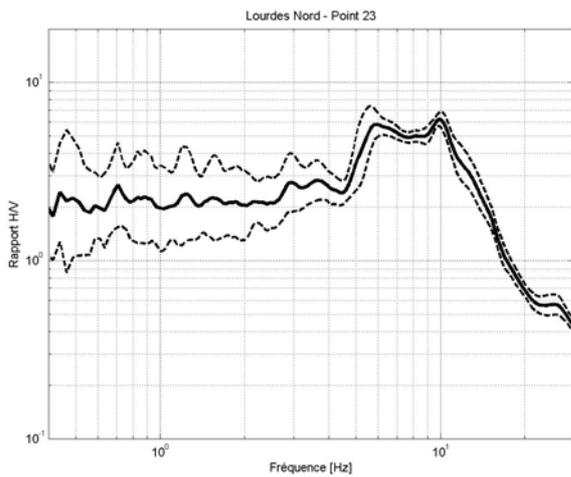
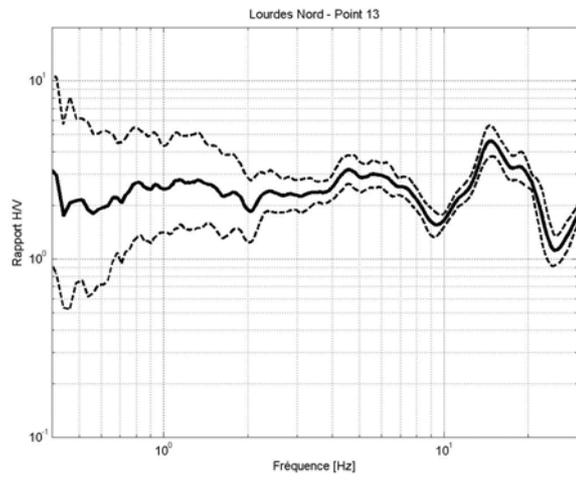
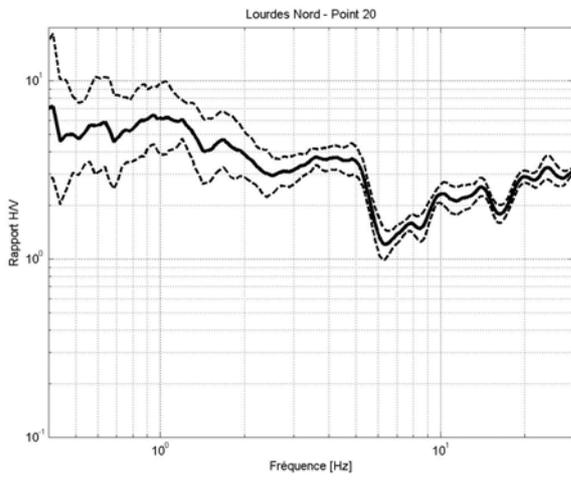
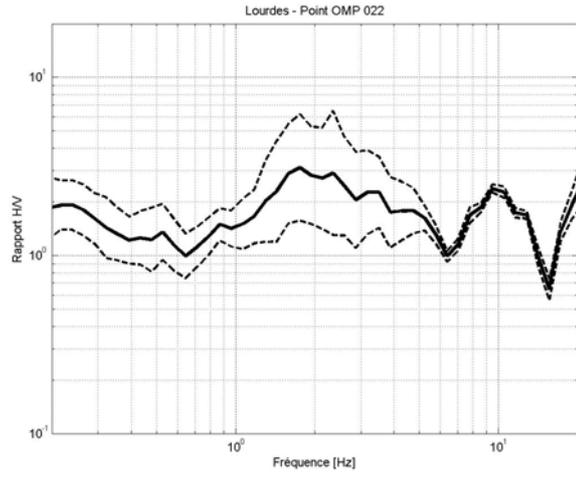
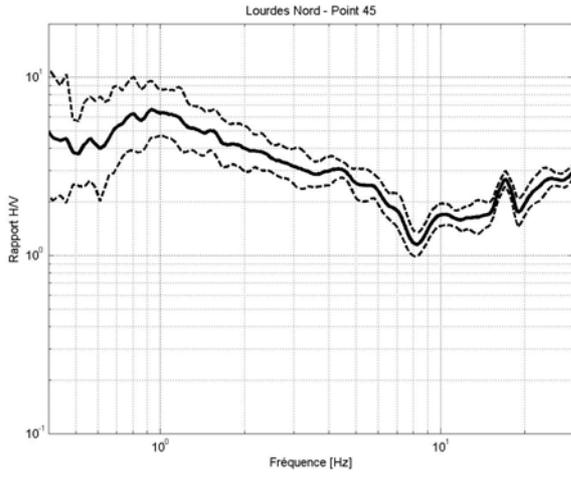


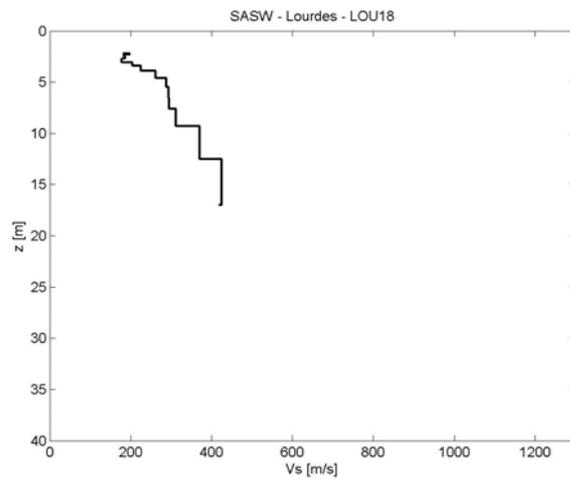
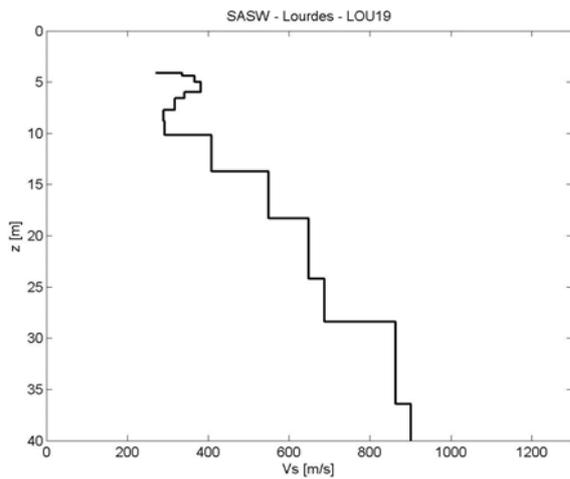
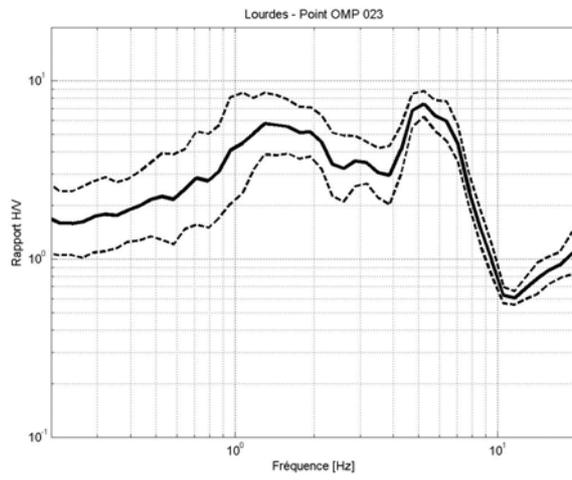
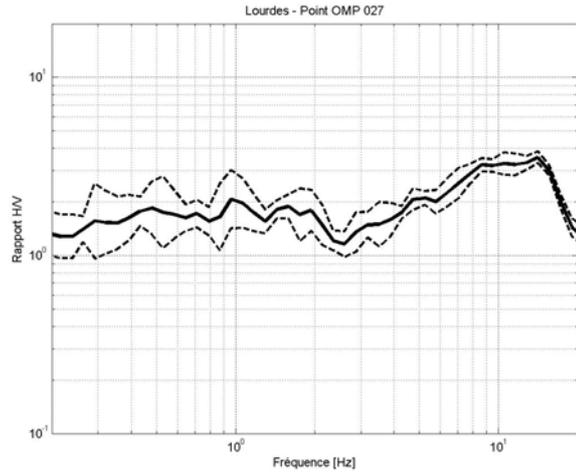
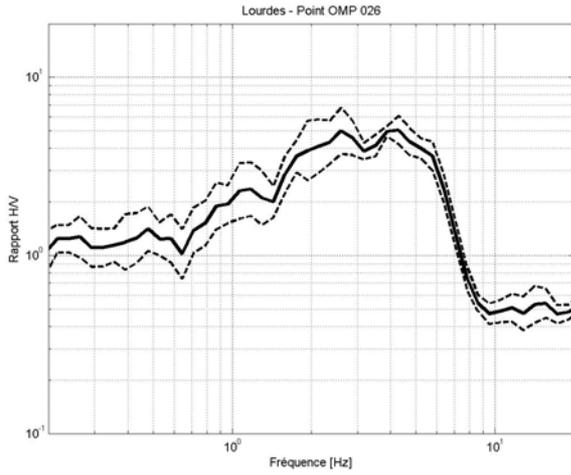
1.11 ZONE 10 : MORAINES SAUX

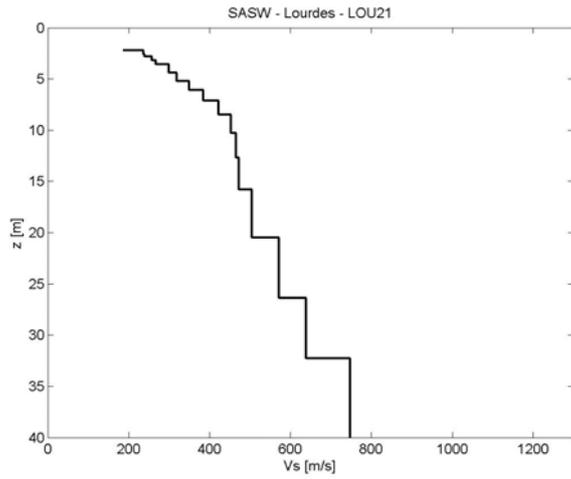
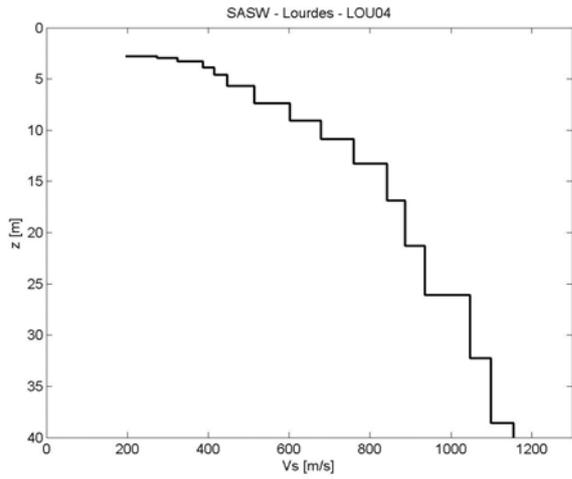




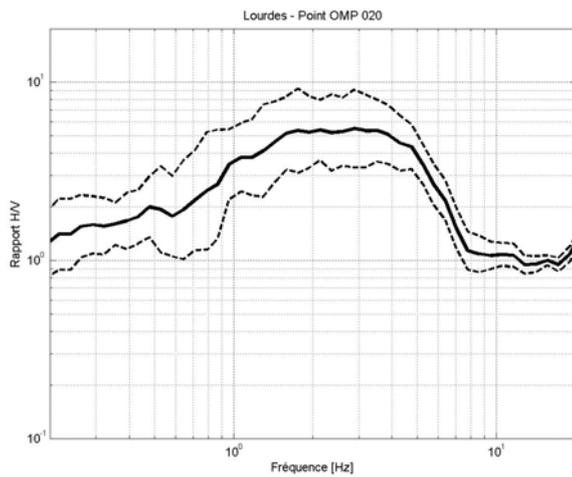
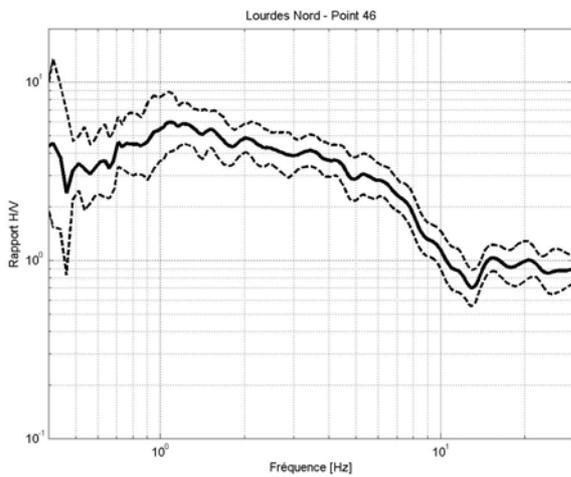
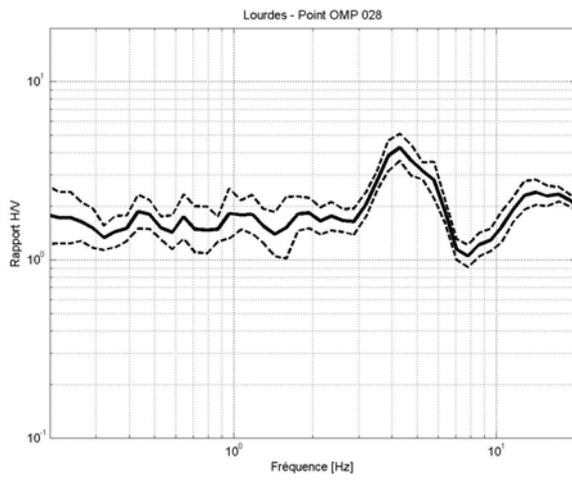
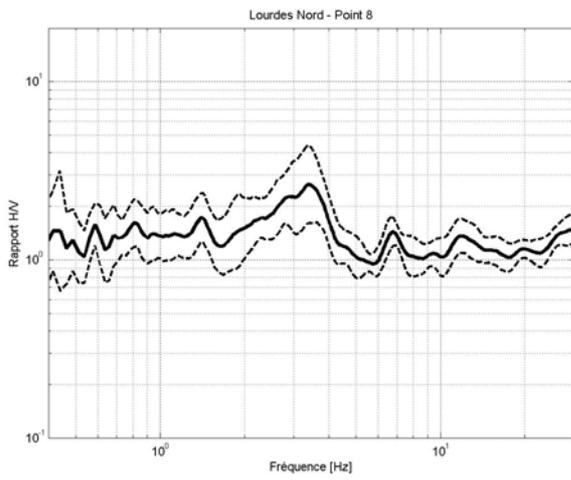


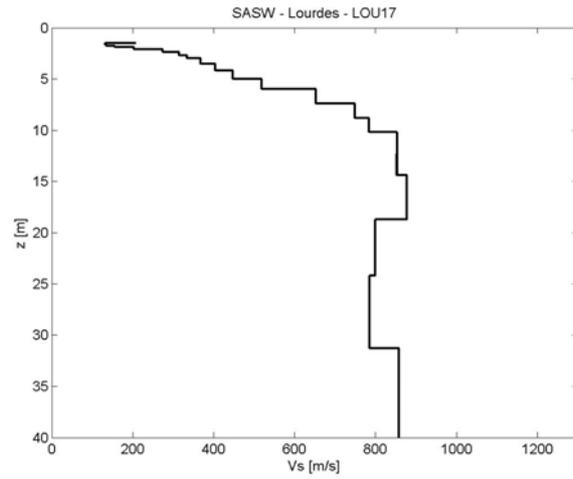




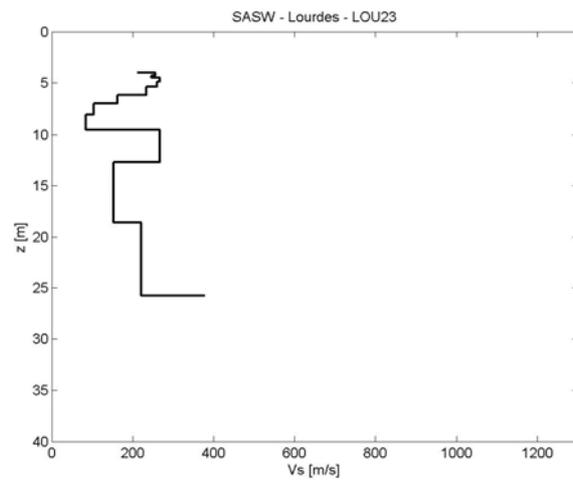
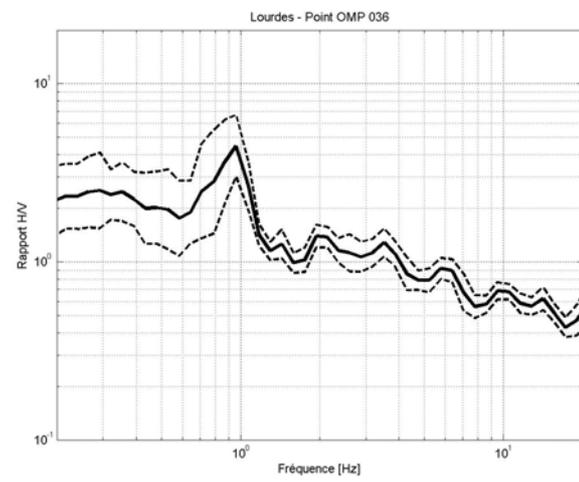
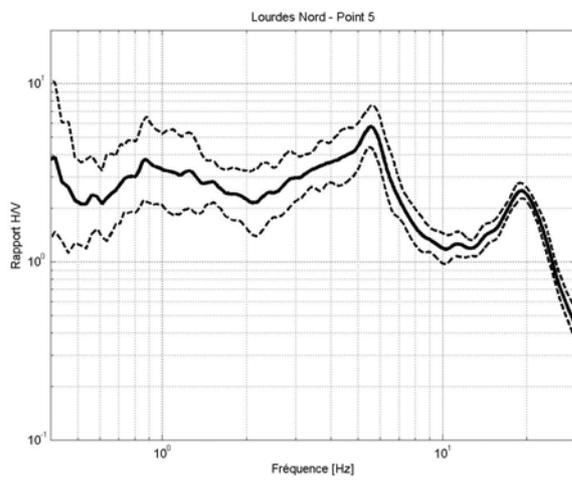


1.12 ZONE 11 : TERRASSE SANSAN

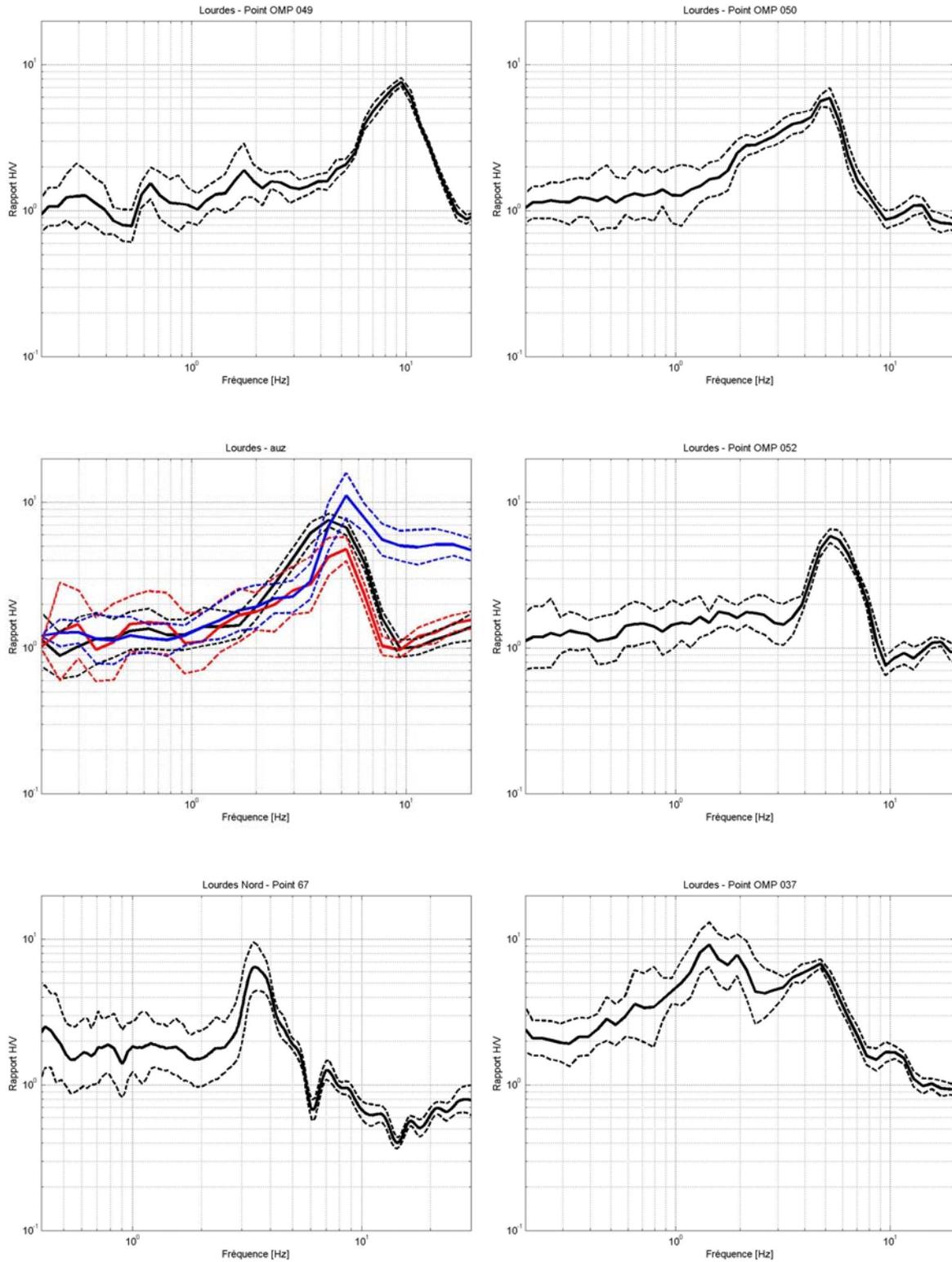


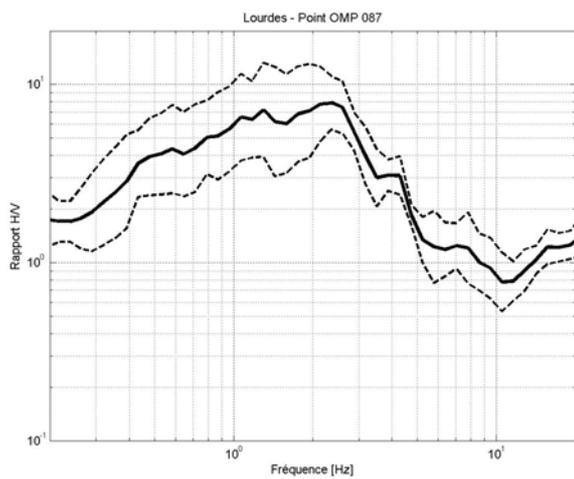
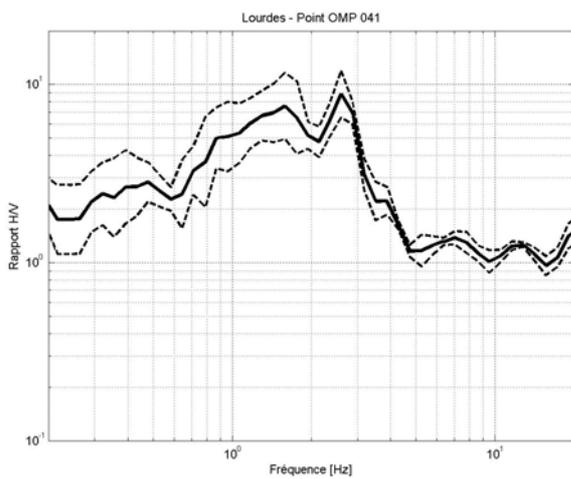
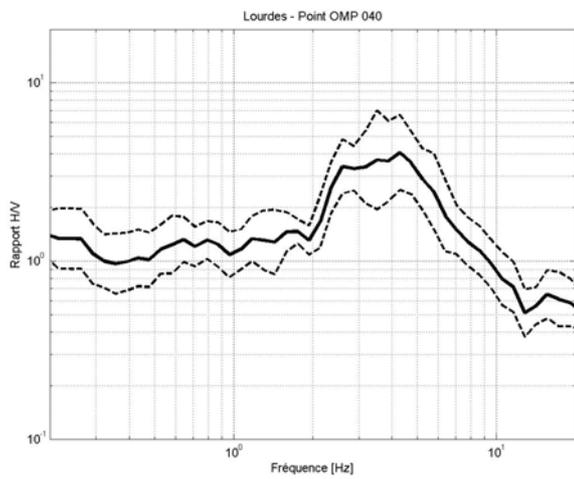
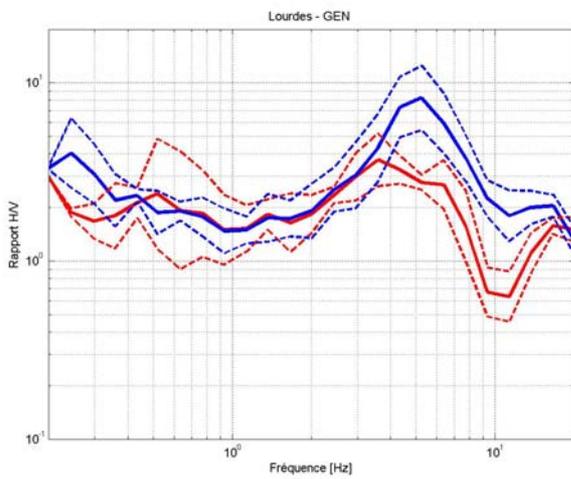
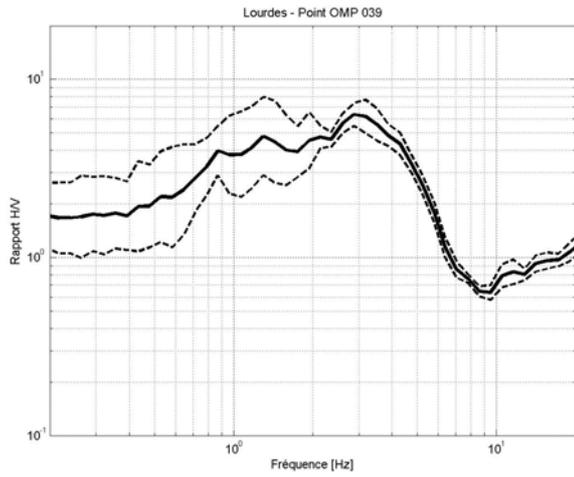
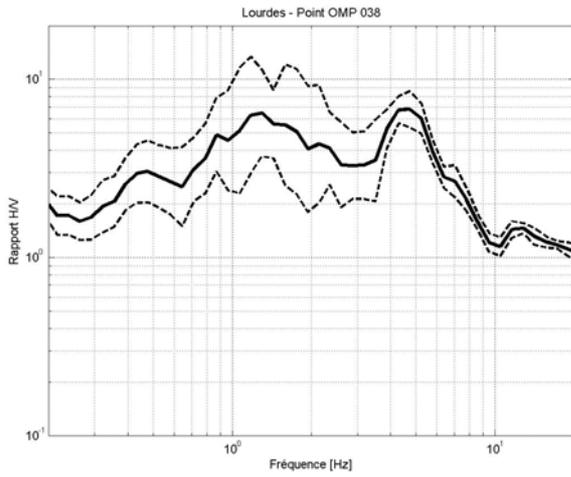


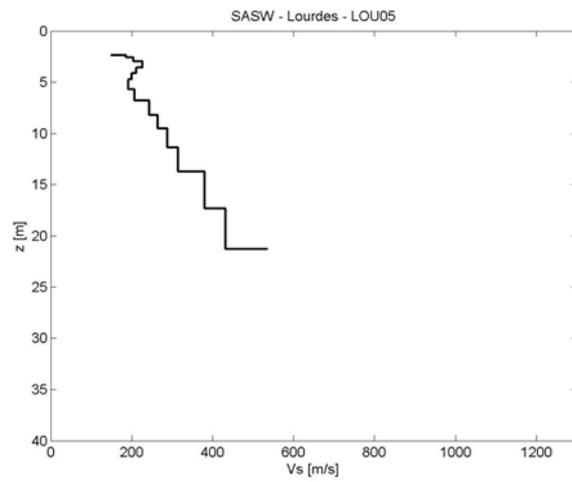
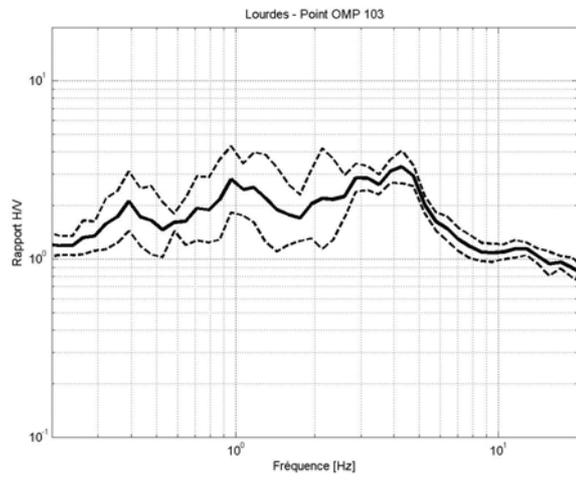
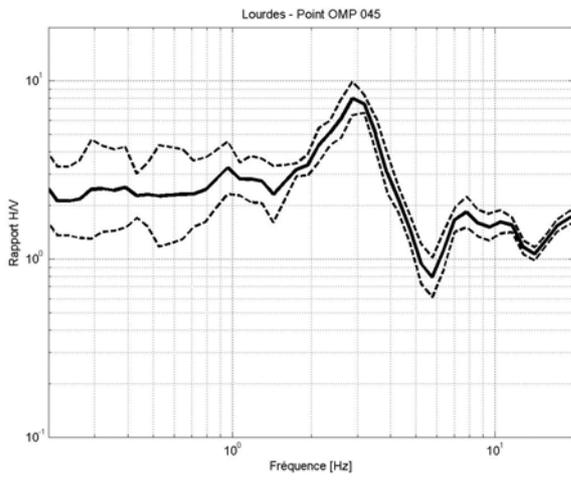
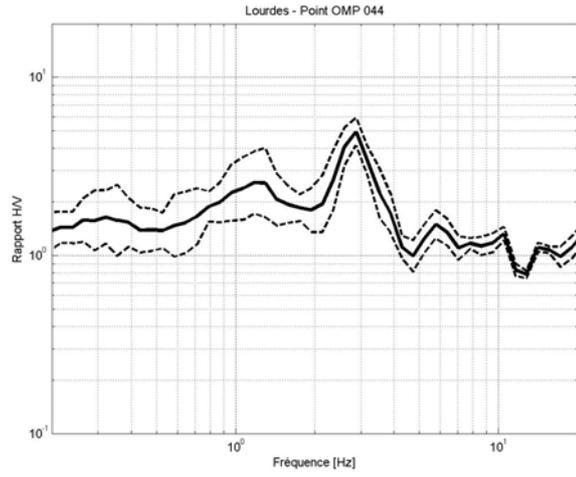
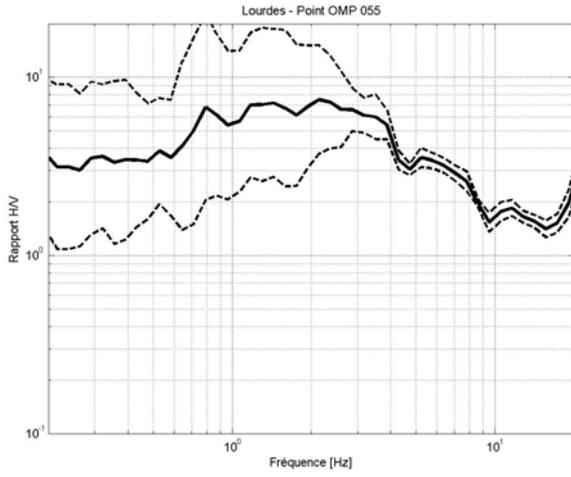
1.13 ZONE 12 : MARAIS MONGE



1.14 ZONE 13 : ALLUVIONS GARE







Mesures géotechniques

L'ensemble des mesures géotechniques réalisées dans le cadre de cette étude sont rassemblées ci-dessous :

PRELEVEMENTS REALISES

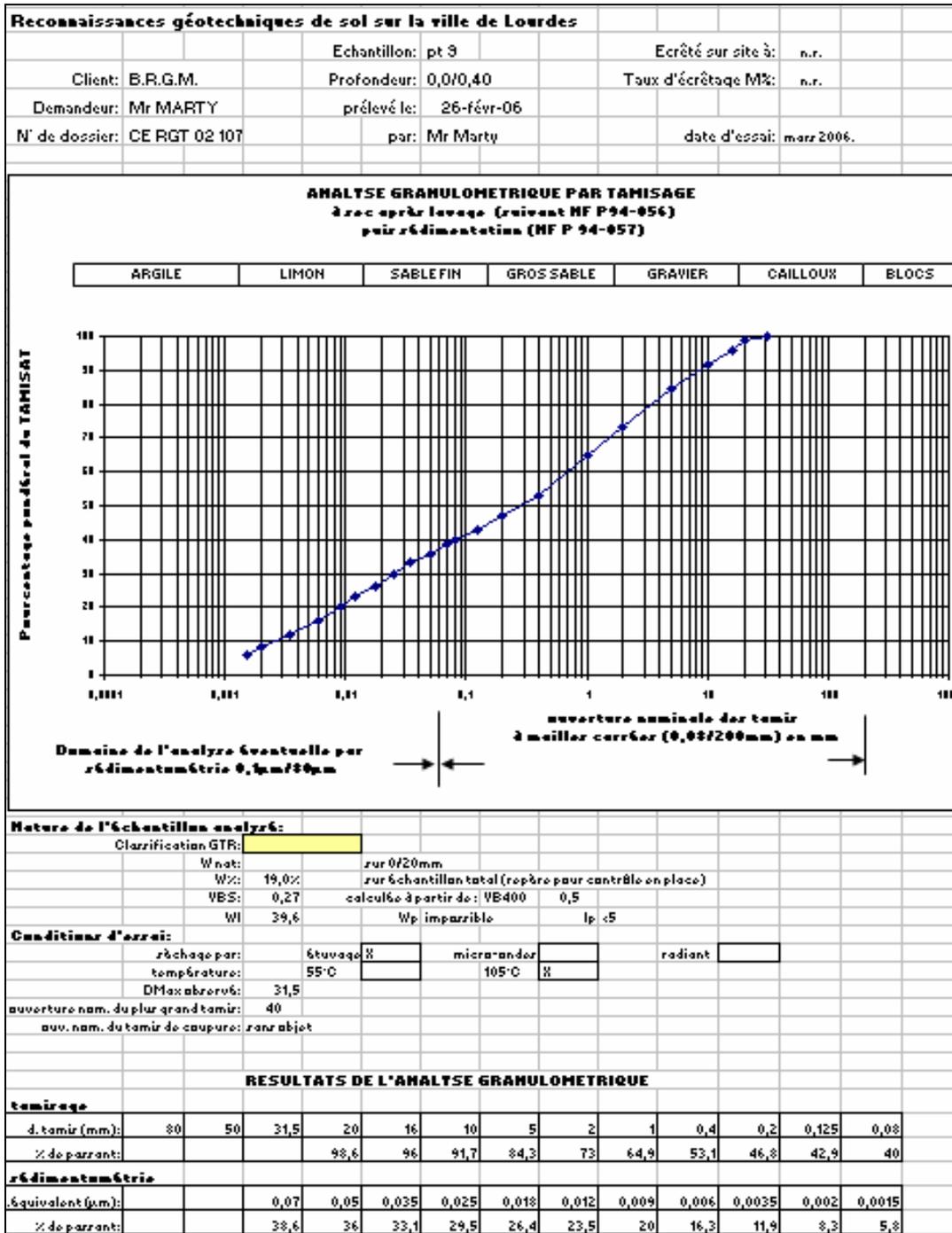
Résultats des analyses granulométriques

Essais en laboratoire de mars 2006

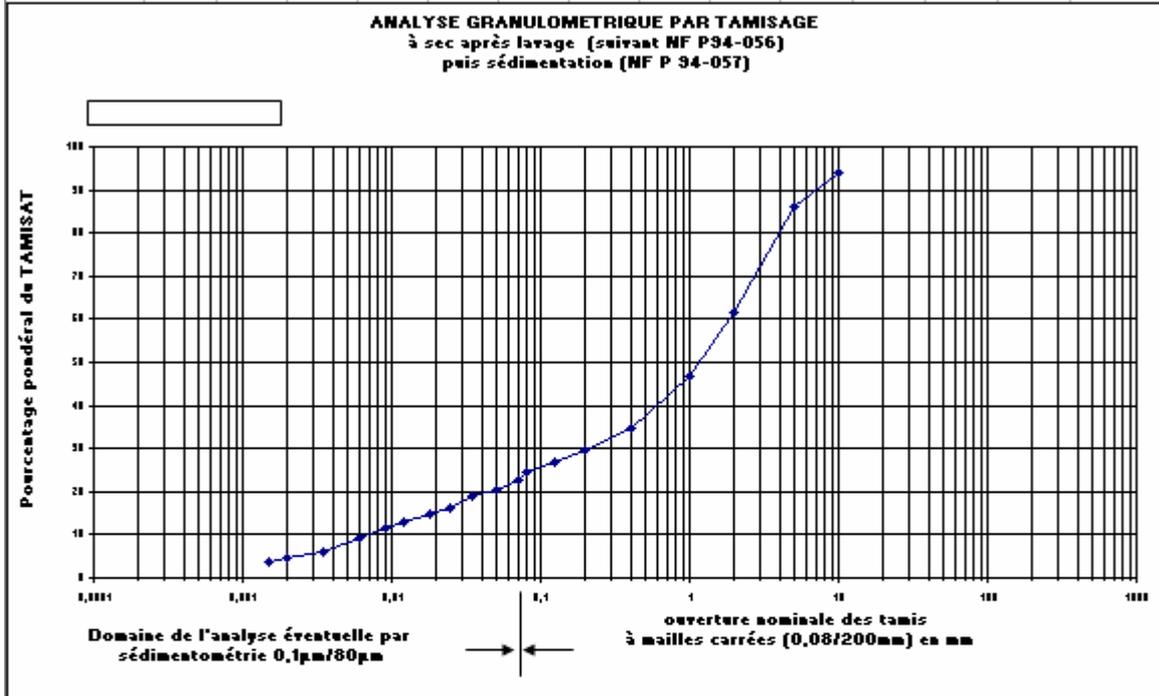
Annexe aux courbes granulométriques

point n°	Profondeur	D ₁₀	D ₆₀	C _u	D ₅₀
9	0,00/0,40	0,0025	0,63	252	0,3
9	0,40/1,10	0,007	1,8	257	1,3
9	1,10/1,60	0,02	4	200	2,3
9	1,60/4,00	0,025	0,92	36,8	0,7
10	0,90/2,40	0,0028	0,8	285	0,48
10	2,40/4,00	0,0028	0,85	303	0,45
10	4,00/5,10	0,002	0,35	175	0,1
13	1,50/2,40	0,002	0,9	450	0,048
13	2,40/5,80	0,001	0,3	300	0,1

Courbes granulométriques

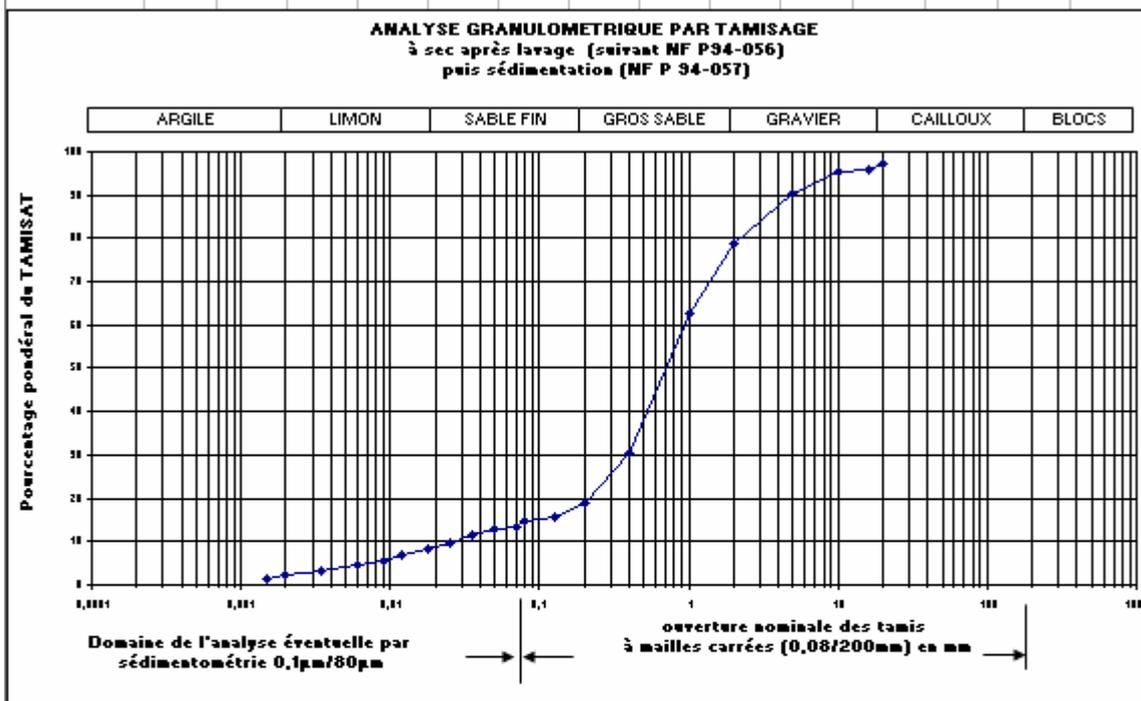


Reconnaitances géotechniques de sol sur la ville de Lourdes			
Client: B.R.G.M.	Echantillon: pt 9	Ecrêté sur site à:	n.r.
Demandeur: Mr MARTY	Profondeur: 0,40/1,10	Taux d'écrêtage M%:	n.r.
N° de dossier: CERGT 02 107	prélevé le: 26-févr-06	par: Mr Marty	date d'essai: mars 2006.



Nature de l'échantillon analysé:			
Classification GTR:			
W nat:	12,6%	sur 0/20mm	
W%:		sur échantillon total (repère pour contrôle en place)	
VBS:	0,08	calculée à partir de :	VB80 0,34
Wl	36,2	Wp impossible	lp <5
Conditions d'essai:			
séchage par:	étuvage	<input checked="" type="checkbox"/>	micro-ondes
température:	55°C		105°C <input checked="" type="checkbox"/>
DMax observé:	16		radiant <input type="checkbox"/>
ouverture nom. du plus grand tamis:	20		
ouv. nom. du tamis de coupure:	sans objet		
RESULTATS DE L'ANALYSE GRANULOMETRIQUE			
tamisage			
d. tamis (mm):	80	50	40
% de passant:			0
sédimentométrie			
d. équivalent (µm):		0,07	0,05
% de passant:		22,3	20,6

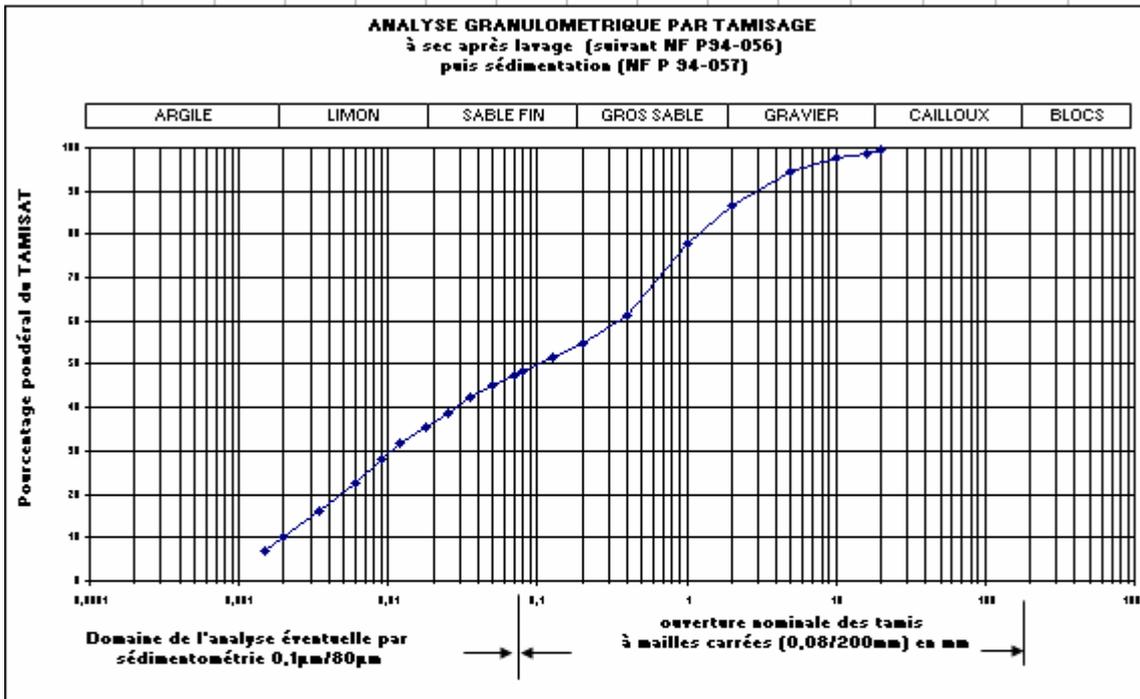
Reconnaitances géotechniques de sol sur la ville de Lourdes			
Client: B.R.G.M.	Echantillon: Pt 9	Ecrêté sur site à:	n.r.
Demandeur: Mr MARTY	Profondeur: 1,60/4,0	Taux d'écrêtage M%:	n.r.
N° de dossier: CE RGT 02 107	prélevé le: 26-févr-06	par: Mr Marty	date d'essai: mars 2006.



Nature de l'échantillon analysé:													
Classification GTR:													
W nat:	12,2%	sur 0/20mm											
W%:	12,2%	sur échantillon total (repère pour contrôle en place)											
VBS:	0,04	calculée à partir de : VB400 0,14											
WI	29	Wp impossible	Ip <5										
Conditions d'essai:													
séchage par:	étuvage	<input checked="" type="checkbox"/> micro-ondes	radiant <input type="checkbox"/>										
température:	55°C	105°C	<input checked="" type="checkbox"/>										
DMax observé:	<31,5												
ouverture nom. du plus grand tamis:	40												
ouv. nom. du tamis de coupure:	sans objet												
RESULTATS DE L'ANALYSE GRANULOMETRIQUE													
tamissage													
d. tamis (mm):	80	50	40	20	16	10	5	2	1	0,4	0,2	0,125	0,08
% de passant:				97,2	96	95,4	90,4	79	62,6	30,6	19	15,6	14,6
sédimentométrie													
d. équivalent (µm):			0,07	0,05	0,035	0,025	0,018	0,012	0,009	0,006	0,0035	0,002	0,0015
% de passant:			13,5	12,7	11,4	9,8	8,2	6,9	5,3	4,4	3,1	2,1	1,5

Reconnaitances géotechniques de sol sur la ville de Lourdes

		Echantillon: pt 10	Ecrêté sur site à: n.r.
Client: B.R.G.M.		Profondeur: 4,0/5,10m	Taux d'écrêtage M%: n.r.
Demandeur: Mr MARTY		prélevé le: 26-févr-06	
N° de dossier: CE RGT 02 107		par: Mr Marty	date d'essai: mars 2006.



Nature de l'échantillon analysé:

Classification GTR:													
W nat:	35,4%	sur 0/20mm											
W%:	35,4%	sur échantillon total (repère pour contrôle en place)											
VBS:	0,27	calculée à partir de: VB400 0,44											
Wl	53,2	Wp	46	Ip	7,2								

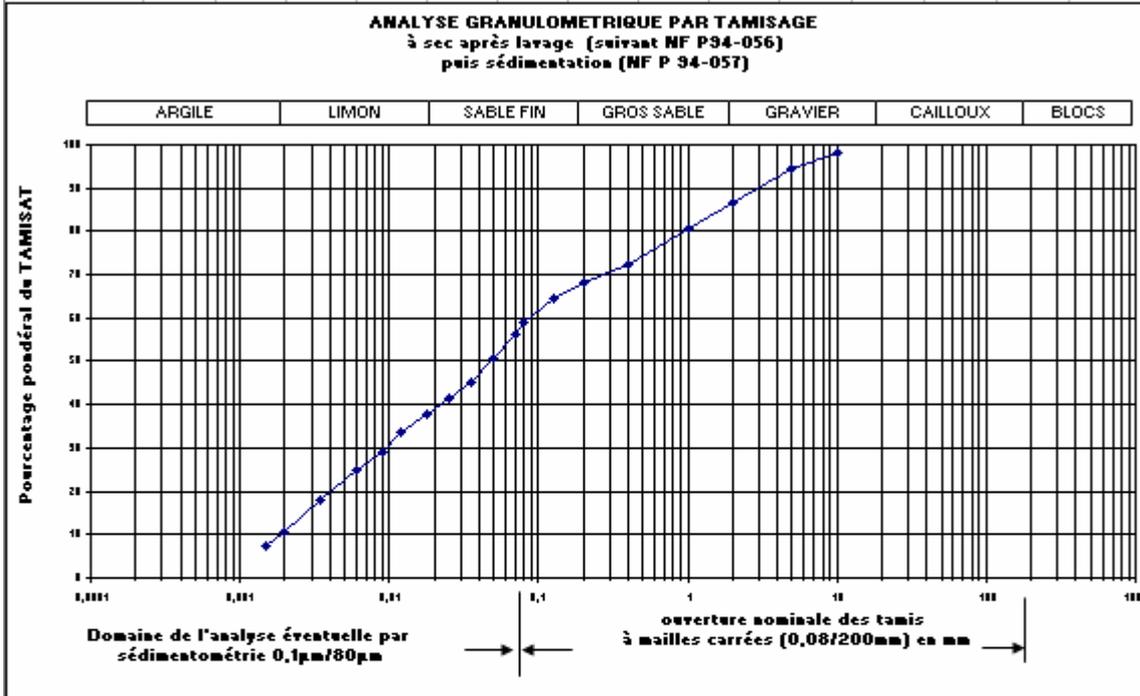
Conditions d'essai:

séchage par:	étuvage	<input checked="" type="checkbox"/>	micro-ondes	<input type="checkbox"/>	radiant	<input type="checkbox"/>
température:	55°C	<input type="checkbox"/>	105°C	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
DMax observé:	20					
ouverture nom. du plus grand tamis:	40					
ouv. nom. du tamis de coupure:	sans objet					

RESULTATS DE L'ANALYSE GRANULOMETRIQUE

tamissage	80	50	40	20	16	10	5	2	1	0,4	0,2	0,125	0,08
d. tamis (mm):													
% de passant:				39,6	36,5	37,6	34,4	26,5	77,7	61,5	54,8	51,8	48,5
sédimentométrie													
d.équivalent (µm):			0,07	0,05	0,035	0,025	0,018	0,012	0,009	0,006	0,0035	0,002	0,0015
% de passant:			47,5	45	42,4	38,6	35,7	31,9	28	22,7	15,3	10	6,8

Reconnaitances géotechniques de sol sur la ville de Lourdes			
		Echantillon: pt 13	Ecrêté sur site à: n.r.
Client: B.R.G.M.		Profondeur: 1,50/2,40	Taux d'écrêtage M%: n.r.
Demandeur: Mr MARTY		prélevé le: 26-févr-06	
N° de dossier: CE RGT 02 107		par: Mr Marty	date d'essai: mars 2006.



Nature de l'échantillon analysé:			
Classification GTR:			
w nat:	37,7%	sur 0/20mm	
w%:		sur échantillon total (repère pour contrôle en place)	
VBS:	0,55	calculée à partir de : VB400	0,77
wl	47,3	wp impossible	lp <5
Conditions d'essai:			
séchage par:	étuvage	<input checked="" type="checkbox"/>	micro-ondes <input type="checkbox"/> radiant <input type="checkbox"/>
température:	55°C	<input type="checkbox"/>	105°C <input checked="" type="checkbox"/>
DMax observé:	13		
ouverture nom. du plus grand tamis:	20		
ouv. nom. du tamis de coupure:	sans objet		
RESULTATS DE L'ANALYSE GRANULOMETRIQUE			
tamisage			
d. tamis (mm):	80	50	40
% de passant:		0	0
		98	94,6
		86,8	80,6
		72,4	68,3
		64,4	59,1
sédimentométrie			
d. équivalent (µm):		0,07	0,05
% de passant:		56	50,9
		45,1	41,4
		37,9	33,7
		29	24,7
		17,9	10,5
		7,5	

résultats de limites d'Atterberg

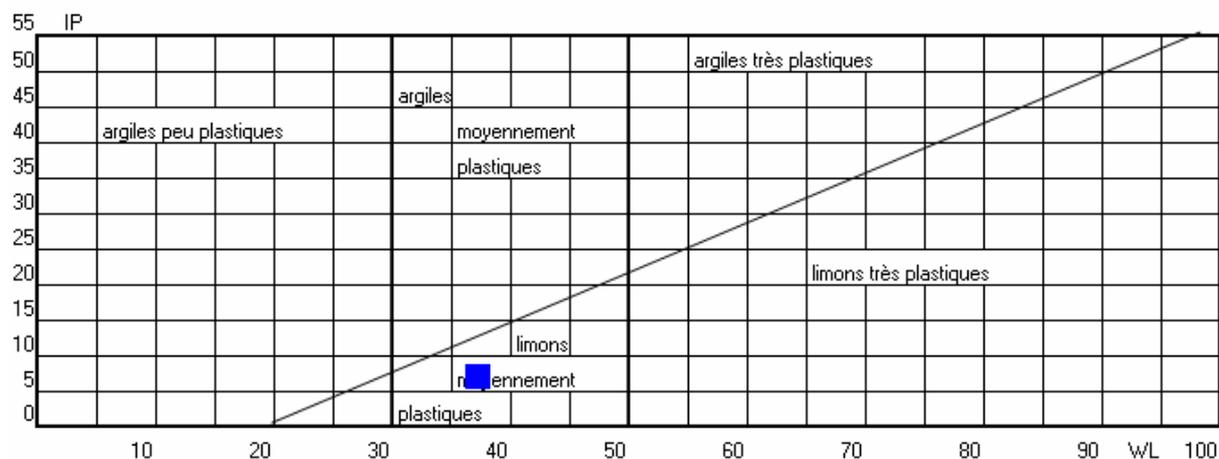
Référence: CE RGT 02 107

date : février-mars 2006

Chantier Reconnaissances géotechniques de sol sur la ville de Lourdes

échantillons	prof	w(%)	wl(%)	wp(%)	Ip	Ic	repère	observations
Pt10	0,90/2,40m	19,0	37,2	30,1	7,1		■	

w=teneur en eau naturelle;wl=limite de liquidité;wp=limite de plasticité;Ip=indice de plasticité
Ic=indice de consistance;



résultats de limites d'Atterberg

Référence: CE RGT 02 107

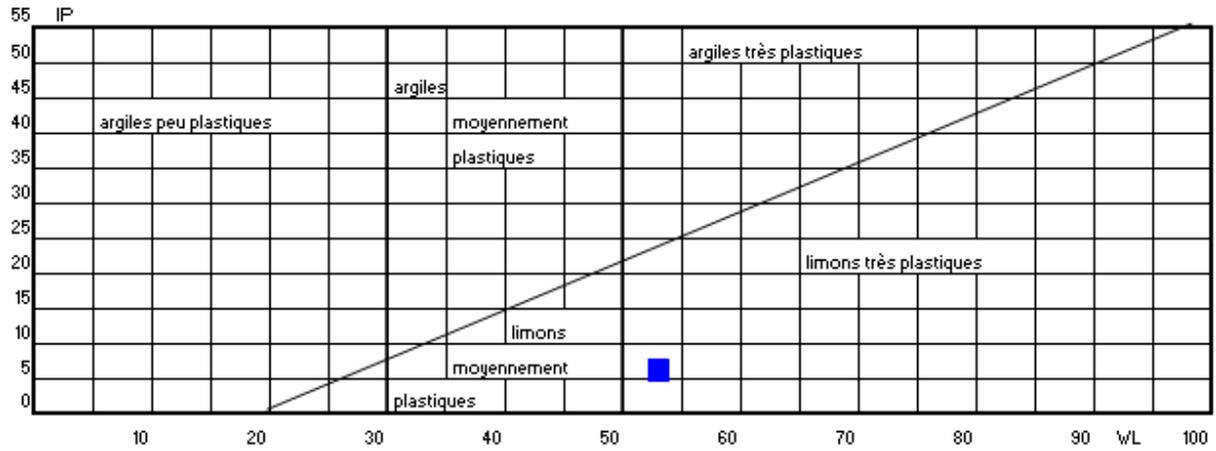
date : février-mars 2006

Chantier : Reconnaissances géotechniques de sol sur la ville de Lourdes

échantillons	prof	w(%)	wl(%)	wp(%)	lp	lc	repère	observations
Pt10	4,0/5,10m	35,4	53,2	46,0	7,2	*	■	

w=teneur en eau naturelle;wl=limite de liquidité;wp=limite de plasticité;lp=indice de plasticité

lc=indice de consistance;



Synthèse des sondages à la pelle et à la tarière

N° Point	Profondeur	Lithologie 1	Lithologie 2	Cohésion	Saturation eau	Commentaires	Lithologie carte géologique
p-5-1	1,1	sables légèrement argileux à grave roulée	galets cm à dm				Fya : alluvions du Wurm
	1,5	sables légèrement argileux à 70% de blocs roulés	galets cm à dm	moyenne			
	2,8	sables graveleux à grave roulée	galets cm à dm	nulle			
		au delà de 2,8 m : sous cavage dans granit décomposé					
p-5-2	1,3	sables graveleux	galets	faible			Fya : alluvions du Wurm
	4,05	sables					
				nulle			
p-7-1							Gx : Vallum et moraines du Riss
	0,9	alluvions (?) limoneux	galets cm à dm				
	2,6	limono-graveleux	galets cm à dm (granite)	moyenne			
	4,2	argile	galets dm à xdm	forte			

N° Point	Profondeur	Lithologie 1	Lithologie 2	Cohésion	Saturation eau	Commentaires	Lithologie carte géologique
p-7-2	0,6	limono-graveleux	galets cm roulés	nulle			Gx : Vallum et moraines du Riss
	3,3	argileux	graviers, galets, blocs (<20cm)				
	4,3	argile	galets cm à dm	forte			
p-10-1	3,6	argilo-sableux	quelques galets	moyenne		ordures = remblais	Gya : Vallum et moraines du Würm 1
	3,8	argile			forte à la base		
	4,1	sables		nulle			
p-11-1	0,6	remblais					Gya : Vallum et moraines du Würm 1
	3	sables	galets cm à dm	nulle		sous-cavage	
	3,6	limons argilo-sableux		moyenne			
	4,5	sablo-graveleux		nulle	forte		

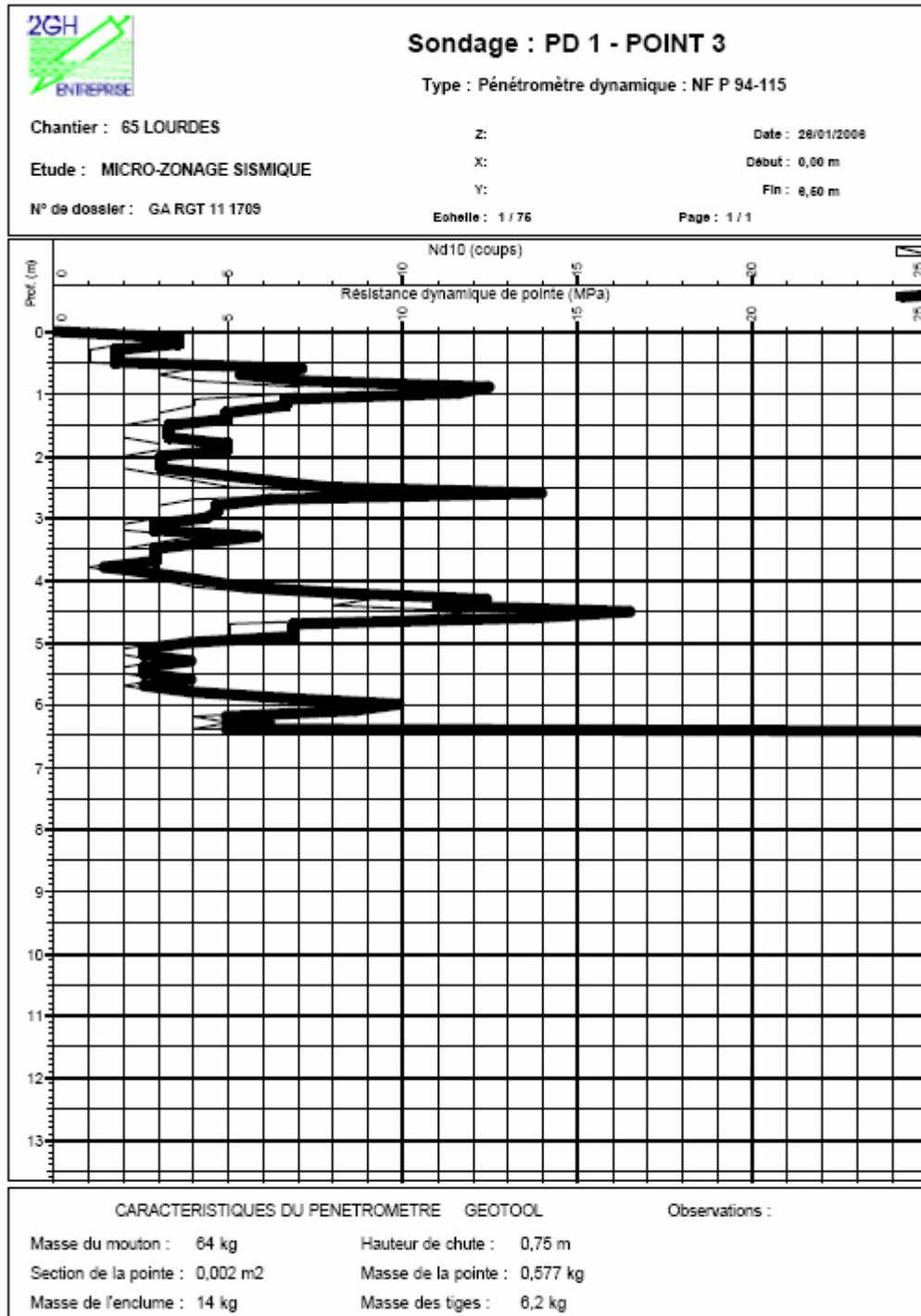
N° Point	Profondeur	Lithologie 1	Lithologie 2	Cohésion	Saturation eau	Commentaires	Lithologie carte géologique
p-12	1,5	remblais					
	3,8	argile compacte		forte	venue d'eau contact sables		
	4,5	sable graveleux	galets cm à dm	null	forte		
p-14-1	2,5	remblais					Fya : alluvions du Wurm
	3,7	limons sablo-argileux		moyenne			
	3,9	blocs roulés (alluvions?)			forte	bordure de gave	
p-15-1	1,4	limon argileux fin		moyenne			Fz : alluvions et moraines du Würm 3
	2,5	grave sableuse à sable argileux			forte		
		blocs roulés			forte	bordure de gave	

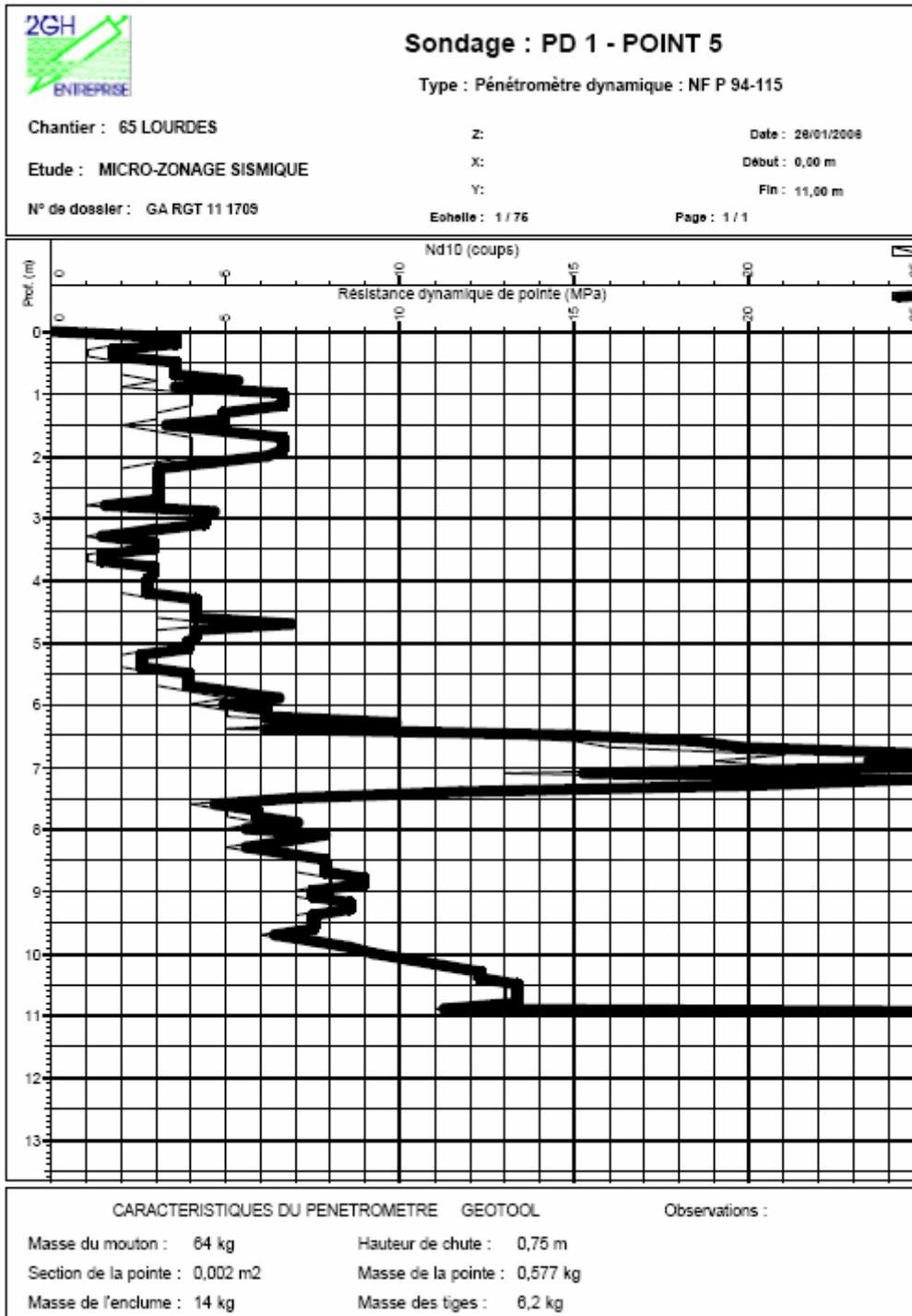
N° Point	Profondeur	Lithologie 1	Lithologie 2	Cohésion	Saturation eau	Commentaires	Lithologie carte géologique
p-15-2	1,5	limons fins		faible			Fz : alluvions et moraines du Würm 3
	4	grave sableuse granoclassée venues d'eau (bordure de gave)	galets cm à dm		progressive		
p-16-1	0,4	terre végétale					Fx : alluvions anciennes du Riss
	4,3	sable	galets cm à dm	Null			
p-16-2	0,5	terre végétale					Fx : alluvions anciennes du Riss
	1,9	argile sableuse	galets cm à dm	moyenne			
	4,1	sables bruns blocs xdm à la base (moraines?)	galets cm à dm				
p-19-1	0,9	argile limoneuse compacte		Forte			Gya : Vallum et moraines du Würm 1
	2	argile limoneuse compacte	galets cm	Forte			
	3,6	sable argileux	lits sable fin	moyenne			
	4,2	sable très légèrement argileux		faible			

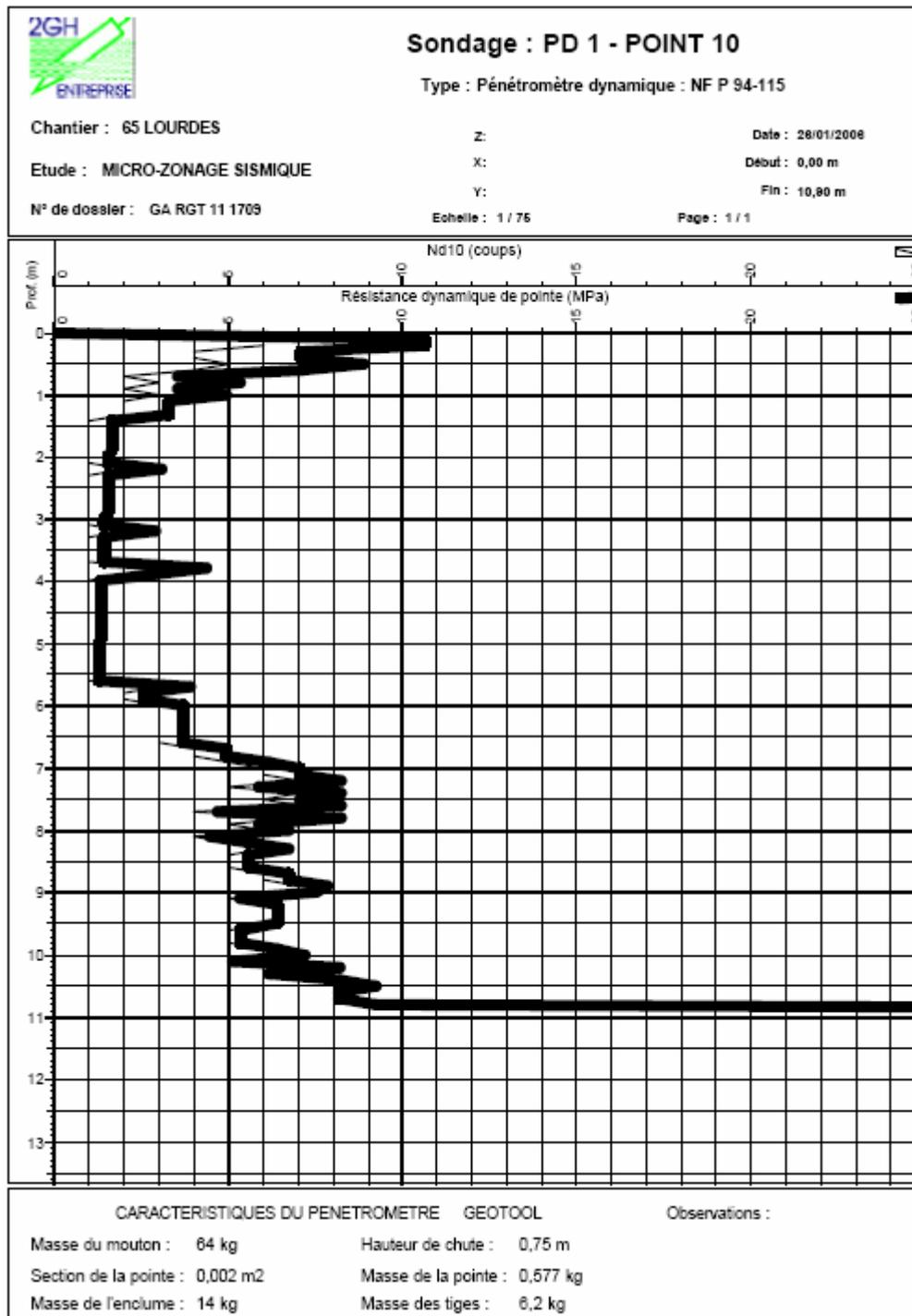
N° Point	Profondeur	Lithologie 1	Lithologie 2	Cohésion	Saturation eau	Commentaires	Lithologie carte géologique
p-19-2	1,2	sable	galets cm à dm	faible	faible		Gya : Vallum et moraines du Würm 1
	1,9	sable	galets cm à dm	faible	faible		
	3,3	sable et blocs à la base		nulle		sous-cavage	
p-20-1	0,9	limon sableux		moyenne	faible		Gya : Vallum et moraines du Würm 1
	1,7	sablo-graveleux	galets cm à dm	faible	faible		
	3,5	sable		nulle	faible		
p-20-2	3,3	argile limoneuse compacte	galets cm à dm	forte			Gya : Vallum et moraines du Würm 1
	4,15	sables					
p-21-1	1,2	limono-graveleux, légèrement argileux	galets cm à dm	moyenne			Gya : Vallum et moraines du Würm 1
	2,1	sable graveleux	galets cm à dm	faible			
		sable	galets cm à dm	nulle	moyenne	sous-cavage	
p-21-2	0,7	limon graveleux		moyenne			Gya : Vallum et moraines du Würm 1
	1,4	sable grossier	galets cm à dm	faible			
	2,5	sable	rare galets cm à dm	nulle	moyenne		
	3,4	argile verte		forte	forte		
	4,1	sable		nulle	forte		

N° Point	Profondeur	Lithologie 1	Lithologie 2	Cohésion	Saturation eau	Commentaires	Lithologie carte géologique
t-9	0,4	limons bruns	rare graves				
	1,1	limons plus ou moins sableux	gravelles				
	1,6	sables limoneux	gravelles (1cm maxi)				
	4	sables humides	gravelles (mm à xcm au fond)		faible		
	5,8	argile sableuse			forte		
	6,6	argile vaseuse			forte (eau)		
	9,5	argile vaseuse			moyen-fort		
	11,5	argile vaseuse	rare gravelles		moyen-fort		
t-10	0,9	remblais					
	2,4	argiles plus ou moins sableuse	quelques gravelles (<cm)		faible		
	4	argile sableuse à sable argileux	quelques gravelles (<cm)	moyenne	faible-moyen		
	5,1	argiles gris-bleu		faible-moyenne	faible		
	5,6	argile sableuse	quelques gravelles (<2cm)	forte			
	13,5	sable très fin ?			moyen	bleu, tache au doigt, aucune récupération	
t-13	1,5	terre argileuse			faible	tache au doigt	
	2,4	argile		forte	croissante		
	5,8	argile compacte	quelques gravelles	forte	forte		
	8	argile		nulle	forte	boue liquide, sans récupération	
	10,5	argile très fine			forte		

Sondages au pénétromètre dynamique







Annexe 2

Vulnérabilité des bâtiments de classes C et D par le Cete Méditerranée

L'Annexe 2 présente les résultats de l'analyse faite par CETE Méditerranée d'Aix en Provence pour les bâtiments de classes C, D et quelques bâtiments de classe B de la commune de Lourdes. La méthode utilisée pour cette étude est Vulnéralp 1.1 du LCPC/LGIT qui s'appuie sur les méthodes GNDT et RISK-UE. Comme pour la méthode RISK-UE, plus la valeur de l'Indice de Vulnérabilité (IV) du tableau suivant est grande, plus le bâtiment est vulnérable. Les bâtiments qui ont l'indice IV supérieur à 50 vont faire l'objet d'une étude ultérieure.

ID_NUM	IV moy	IV min	IV max	Classement
Ateliers Municipaux	63	58	69	D
Hôtel de Ville	61	44	79	D
Caserne pompiers	51	51	51	D
Centrale téléphonique	42	42	42	D
Gendarmerie	33	30	35	D
Collège Peyramale St Joseph	86	74	98	C
CAT L'envol	80	63	98	C
Groupe scolaire AUZON	80	67	92	C
Hôtel Lecuyer la Source	78	72	85	C
Accueil JEAN PAUL II Bureaux de l'hospitalité	78	60	95	C
Accueil JEAN PAUL II Chapelle de la réconciliation	74	56	92	C
Eglise ND Rosaire	74	56	92	C
Monoprix N° 1 (ancien)	67	55	79	C
Collège Primaire Lapacca	62	55	69	C
Discothèque la Frégate	61	44	79	C
Basilique supérieure	59	43	76	C
Salus Informorum Unitalsi (hôtel + dispensaire)	57	42	72	C
Sacré Cœur	55	51	59	C
Lycée la Serre de Sarsan	51	46	57	C
Stade BEGUERE Tribune Nord	51	51	51	C
Stade BEGUERE Tribune Sud	51	51	51	C
Palais des Congrès	48	32	65	C
Complexe sportif de la Coustete 2	48	35	60	C
Hôtel Christina	47	47	47	C
lycée L'Arrouza	44	44	44	C
Cinéma Ste Bernadette	44	32	57	C
ID_NUM	IV moy	IV min	IV max	Classement
Monoprix N° 2 (alimentaire)	42	30	55	C
Piscine couverte	41	41	41	C
Défi Mode (commerce)	40	34	45	C
Hôtel Esplanade EDEN	39	38	41	C
Cairn Cité St Pierre	38	32	43	C
Parking Merlasse 1	37	35	39	C

Basilique Pie X	37	31	42	C
Hôtel Méditerranée	33	31	35	C
Complexe sportif de la Coustete 2 (gymnase)	30	26	34	C
Salle de Trinquet (sport)	30	22	37	C
Collège la Serre de Sarsan	27	20	35	C
Salle des fêtes	27	25	28	C
LIDL Commerce	23	17	28	C
Usine SEB	23	17	28	C
Supermarché Champion	21	14	28	C
Cafétéria ISARD (Champion)	21	14	28	C
Halles	19	16	22	C
Agop rue du sacré cœur salles de cours	90	84	95	B
Château Fort Pyrénéisme expo A	86	74	99	B
Château Fort Expo temporaire C	85	78	92	B
Agop rue du sacré cœur Internat	84	78	90	B
Agop villa la Toue	77	65	90	B
Cana Bethleen et Bethanie	76	58	94	B
Château Fort Tour de garde B	74	56	92	B
Notre dame des apôtres	74	56	92	B
CMS Le Béroi	71	64	78	B
AGOP IME Biscaye	70	53	88	B
Las Néous	68	51	86	B
Cana Cana	63	51	76	B
Crèche la souris verte	56	44	69	B
Le Mas des cimes	55	42	67	B
Centre de dialyse	55	42	67	B
Cana NAZARETH	52	47	58	B
RPA La Madonne	36	28	43	B
RPA La Pastournelle	34	26	41	B

Annexe 3

Mesures d'effet de site dans la ville de Lourdes effectuées par l'Observatoire Midi-Pyrénées



**Mesures d'effet de site dans la ville de Lourdes
effectuées par l'Observatoire Midi-Pyrénées**

Rapport pour le BRGM

Annie Souriau
22 juin 2005

-
- 1- Méthode de mesure et instruments
 - 2- Choix des points et campagnes de mesure
 - 3- Traitement des données
 - 4- Résultats et commentaires
 - 5- Conclusion

1- Méthode de mesure et instruments.

La méthode H/V (ou méthode de Nakamura, 1989) consiste à mesurer le rapport entre les composantes horizontale et verticale d'un signal afin d'en déduire des informations sur la réponse locale du sol (ou effet de site). Le signal peut être soit issu d'un tremblement de terre, soit issu du bruit naturel (microséismes), soit du bruit urbain. Dans tous les cas, la source doit être à distance suffisante du site d'enregistrement pour que des ondes de surface aient pu être engendrées dans les couches du sol à caractériser. Des bruits trop proches (passages de voitures par exemple) sont donc à éliminer. La principale information que donne cette méthode est la localisation du pic de résonance le plus grave, mais ni les amplitudes, ni la position des autres pics ne peuvent être considérés comme fiables, même s'ils donnent parfois des indications intéressantes.

En chaque site de mesure, l'OMP a installé deux appareils à faible distance (quelques mètres) l'un de l'autre, orientés de façon similaire. L'intérêt de ce dispositif est de détecter des perturbations proches (canalisations par exemple) pouvant affecter le signal, ces perturbations donnant généralement un signal différent sur les deux appareils. Si un tel signal est détecté, les appareils sont déplacés. Dans le cas contraire, on obtient généralement des rapports spectraux très voisins pour les deux appareils (Fig. 1).

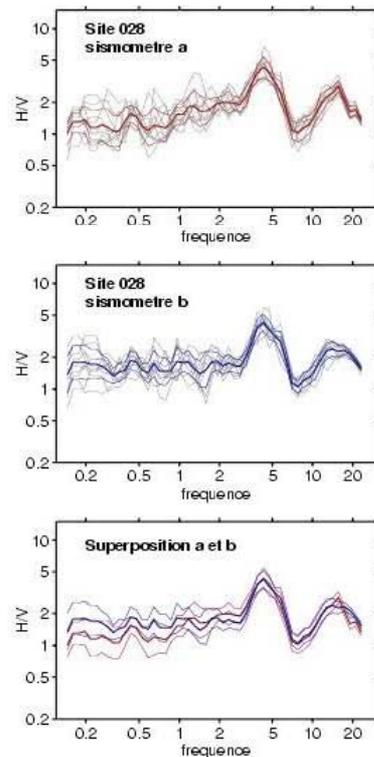


Fig. 1. Comparaison des rapports H/V obtenus pour deux sismomètres identiques installés à quelques mètres l'un de l'autre au site 028. Sur les deux figures supérieures sont reportés les spectres des différentes fenêtres de 4096 points, ainsi que la moyenne et le domaine de confiance à un écart-type. Sur la figure du bas, la bonne cohérence entre les deux résultats (compte tenu de la barre d'incertitude) montre qu'il n'y a pas de perturbation proche (canalisation souterraine, moteur de chaufferie, écoulements d'eaux, etc...)

Les appareils sont soit installés sur pieds sur les surfaces dures (bitume), soit semi-enterrés dans les surfaces meubles. Le couplage avec le sol est dans ce cas meilleur, et la prise au vent moindre. A titre d'exemple, la Fig. 2 montre des spectres obtenus au même site (point 063) avec un sismomètre enterré et un sismomètre sur pieds. Ce dernier fait apparaître une fréquence de résonance due au couplage pieds-sismomètres. Cette fréquence dépend du type d'instrument. Dans le cas présent, la Fig. 2 montre que les fréquences supérieures à 25 Hz ne doivent pas être considérées comme représentatives des fréquences de résonance du sol.

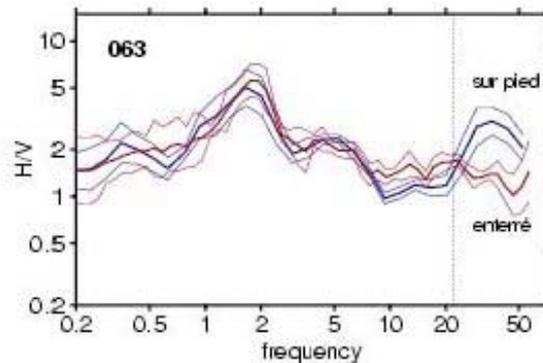


Fig. 2. Comparaison des rapports H/V obtenus pour deux sismomètres identiques installé au même site, l'un sur pieds, l'autre semi-enterré. On note qu'aux fréquences supérieures à 25 Hz, le spectre peut être affecté par le couplage entre le sol et l'appareil. Ces fréquences ne doivent donc pas être considérées comme significatives.

Plusieurs types de sismographes ont été testés : 1- des sismomètres chinois CDJ-S2A de Chongqing Geological Instrumental factory, dont la bande passante est élargie vers les basses fréquences par un amplificateur (modification apportée par J.F. Fels, OMP); 2- des appareils CMG-40 de Guralp, 3- un sismomètre Lenhartz LE3D-5s. Dans ces trois cas, les capteurs sont couplés à des stations Minititan3 de Agécodagis. Les divers appareils donnent des résultats comparables. Les instruments Lenhartz, et surtout Guralp, donnent un signal de meilleure qualité à basse fréquence. Cependant, la lenteur de stabilisation des sismomètres Guralp, et des problèmes de couplage électronique entre le sismomètre Lenhartz et l'enregistreur Agécodagis, ont fait préférer les sismomètres CDJ-S2A amplifiés, faciles d'installation et conviviaux.

La Fig. 3 donne une intercomparaison des rapports H/V obtenus lors de tests à l'OMP avec la chaîne d'acquisition OMP (capteur CDJ-S2A amplifié) et celle du BRGM (capteur Lenhartz), les deux appareils étant placés à quelques mètres l'un de l'autre. Les résultats sont compatibles compte tenu des incertitudes, la différence entre les deux résultats n'est pas plus grande que celle obtenue avec deux appareils de même type placés dans des conditions similaires.

En chaque site, les mesures de l'OMP comportent une à trois séries de 300 secondes (selon le niveau de bruit), avec un pas d'échantillonnage de 125 Hz. L'objectif est d'avoir plusieurs segments de 4096 points (~33 secondes) sans perturbations proches (passages de voitures, piétons, coups de vent), en vue du traitement futur. La visualisation du signal pendant l'expérience permet de voir si ces conditions sont remplies.

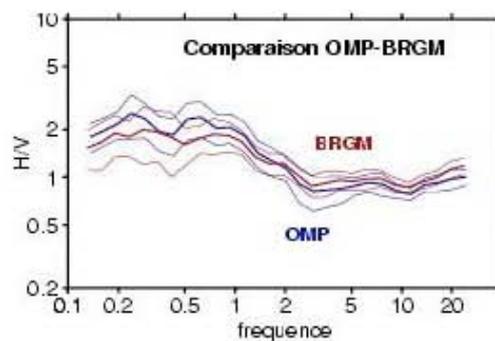


Fig. 3. Comparaison des rapports H/V obtenus par le BRGM et l'OMP avec une série commune de mesures d'inter-calibration à Toulouse le 15/03/2005 (données BRGM communiquées par A. Roullé). On note que la cohérence est aussi bonne que dans le cas des Fig. 1 et 2, où les appareils sont identiques.

2- Choix des points et campagnes de mesures

Les points ont été choisis en tenant compte des variations géologiques et topographiques, et en concertation avec le BRGM. Ils assurent une bonne couverture de l'ensemble de la commune, avec une densité moindre dans les secteurs appelés à rester peu peuplés (Forêt de Mourle, Forêt de Lourdes, Bois de Subercarrère et Cousteaux, sud du Béout et Pic du Jer). 109 points ont été mesurés par l'OMP, auxquels s'ajoutent les 68 points du BRGM, principalement situés dans les parties nord et est de la commune. Il s'y ajoutent aussi 10 points mesurés précédemment par l'OMP (Dubos et al., 2003), principalement au centre. En ces points ont été faits plusieurs types de mesure, à savoir le rapport H/V sur bruit, le rapport H/V sur les ondes S des séismes régionaux, et le rapport spectral avec station de référence H/H_{ref} , mesuré sur les ondes S des séismes régionaux. La station de référence est "roc" (voir Tableau 1). Certains de ces points ont été remesurés lors de la campagne 2005.

Les mesures se sont déroulées en 7 campagnes de 1 à 3 jours (ou jours-nuits), choisis en fonction de conditions météorologiques calmes (sauf la dernière, destinée à la vérification de certains points, pour laquelle il y avait de la pluie et du vent). Quatre opérateurs, utilisant strictement le même protocole, y ont participé : C. Ponsolles et S. Benahmed, techniciens, S. Drouet, étudiant-doctorant, et A. Souriau, chercheur.

La figure 4 donne l'ensemble des points mesurés.

3- Calcul des spectres

Les données sont sélectionnées manuellement afin d'éliminer les passages perturbés, et afin d'extraire des fenêtres d'enregistrement de bonne qualité de longueur 4096 points au moins, soit 32.8 s. Cette longueur permet un calcul fiable des spectres jusqu'à 8s (4 longueur d'ondes, $f = 0.13$ Hz). Pour chaque fenêtre, on enlève la moyenne et la dérive, et on applique à chaque extrémité une apodisation sur 1/10 de la longueur du signal pour éviter les phénomènes de Gibbs. Le spectre est calculé sur chaque composante (verticale V, nord N et est E), chacun de ces spectres est lissé sur une fenêtre dont la largeur représente 20% de la fréquence centrale. Le spectre de la composante horizontale est obtenu par combinaison des spectre N et E par : $H = ((N^2 + E^2)/2)^{1/2}$, relation qui suppose qu'il n'y a pas de cohérence de phase entre les composantes N et E. Une courbe H/V en fonction de la fréquence est obtenue pour chaque fenêtre de 4096 points. Par cohérence avec la procédure du BRGM, les incertitudes sur la moyenne à 1_ sont calculées non pas sur H/V, mais sur $\log_{10}(H/V)$, à partir des spectres obtenus pour les différentes fenêtres de 4096 points. Par contre, les

spectres de Dubos et al. (2003), ainsi que les tests de calibration (Fig. 3) ont été lissés sur des fenêtres plus larges (60% de la fréquence centrale) et ont des barres d'incertitude calculés sur H/V (ce qui conduit, sur les graphiques, à des incertitudes apparentes plus grandes).



Fig. 4. Points mesurés à Lourdes par l'OMP (points en rouge) et le BRGM (points en bleu). La partie ouest a été tronquée, elle comporte 4 points OMP en forêt de Mourle (063, 086, 097, 098, voir Tableau 1), et 3 points BRGM au sud du Gave (LOU040, LOU041, LOU 042). Document fourni par A. Roullé et G. Delpont.

4 Résultats

Les spectres obtenus par l'OMP, classés par ordre de numérotation des points, sont reportés dans la Fig. 5. L'ensemble de tous les spectres classés par régions géographiques sont reportés dans la Fig. 6. Cette figure donne les spectres H/V de l'OMP (sigles à 3 chiffres), ceux du BRGM (LOUxxx.dat), et les spectres de Dubos et al., 2003 (symboles à 3 lettres). De façon générale, les spectres tendent vers 1 à basse fréquence, conformément à ce que l'on attend. Les cas où H/V garde

des valeurs élevées à basse fréquence correspondent en général à des mesures faites par conditions venteuses (fort signal sur les composantes horizontales).

Un ou plusieurs pics sont généralement observés, l'amplitude maximum dépassant rarement 10 (quelques exceptions : 058, 071, 076, 079, 81, 107). Très peu de points correspondent à un effet de site nul ($H/V \sim 1$ à toutes fréquences), même les sites dits "au rocher", ce qui prouve l'existence assez générale d'effets topographiques. Il n'est cependant pas aisé de séparer les effets topographiques des effets géologiques, ces deux effets étant souvent associés. Ceci est illustré, par exemple, par les points 021, 019, 020 sur la colline de Serre de Sarsan, ou par les points 035, 83, 085 et 084 sur le versant nord du Pic du Jer. De même, les points 080 et 081, très proches l'un de l'autre sur la carte, correspondent l'un à la rive du Gave (081), l'autre au haut de la falaise le surplombant (080), et donnent des rapports spectraux très différents.

De façon générale, on suit assez facilement l'évolution des spectres d'un site à l'autre : affaiblissement d'un pic, apparition d'un autre pic, etc... C'est le cas, par exemple, pour les points au voisinage du Sanctuaire, avec une fréquence dominante vers 7 Hz dans le spectre pour les points 015, 016, LOU63, 005, et un élargissement et déplacement vers les basses fréquences pour LOU37, san, 017. On suit le même type d'évolution pour les points au voisinage de la gendarmerie : 037, 038, gen, 039, 040.

Conclusion

Des mesures H/V ont été effectuées par l'OMP en 119 sites (10 publiés en 2003, 109 mesurés en 2005). Les rapports spectraux indiquent une bonne qualité des mesures due d'une part à la sélection de journées à météorologie favorable pour effectuer les mesures (pas de vent fort en particulier), d'autre part à l'élimination manuelle, dans les séries de mesures, des sections bruitées par des sources proches (passages de véhicules, vibrations de chaudières, etc). Bien que les sites les plus bruités aient été mesurés de nuit, il n'a pas été possible de s'émanciper totalement de perturbations dues à l'activité humaine, en particulier dans les zones industrielles et dans le centre ville, où des appareils et machines fonctionnent en permanence. La répétition de plusieurs séries de mesure, et l'utilisation de deux sismomètres simultanément, permet cependant de s'affranchir partiellement de ce problème.

Une interprétation géophysique est en dehors des objectifs de ce rapport. Les spectres obtenus montrent cependant une assez bonne continuité géographique. Dans certains cas, le lien avec la géologie de subsurface semble évident, mais dans de nombreux cas, une étude plus poussée s'appuyant sur les données du sous-sol sera nécessaire pour proposer une interprétation.

Enfin, la cohérence avec les rapports spectraux H/H_{ref} mesurés sur signal sismique par rapport à la station de référence "roc" (station au rocher) semble bonne, et indique que ces spectres pourront être utilisés pour le calage des résultats H/V, au moins dans le centre ville.

Références bibliographiques:

- Dubos, N., Souriau, A., Ponsolles, C. and Fels, J.F., 2003. Etude des effets de site dans la ville de Lourdes (Pyrénées, France) par la méthode des rapports spectraux. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, **174**, 33-44.
- Nakamura, Y., 1989. A method for dynamic characteristics estimations of subsurface using microtremors on the ground surface. *Quarterly RTRI*, **30**, 25-33.

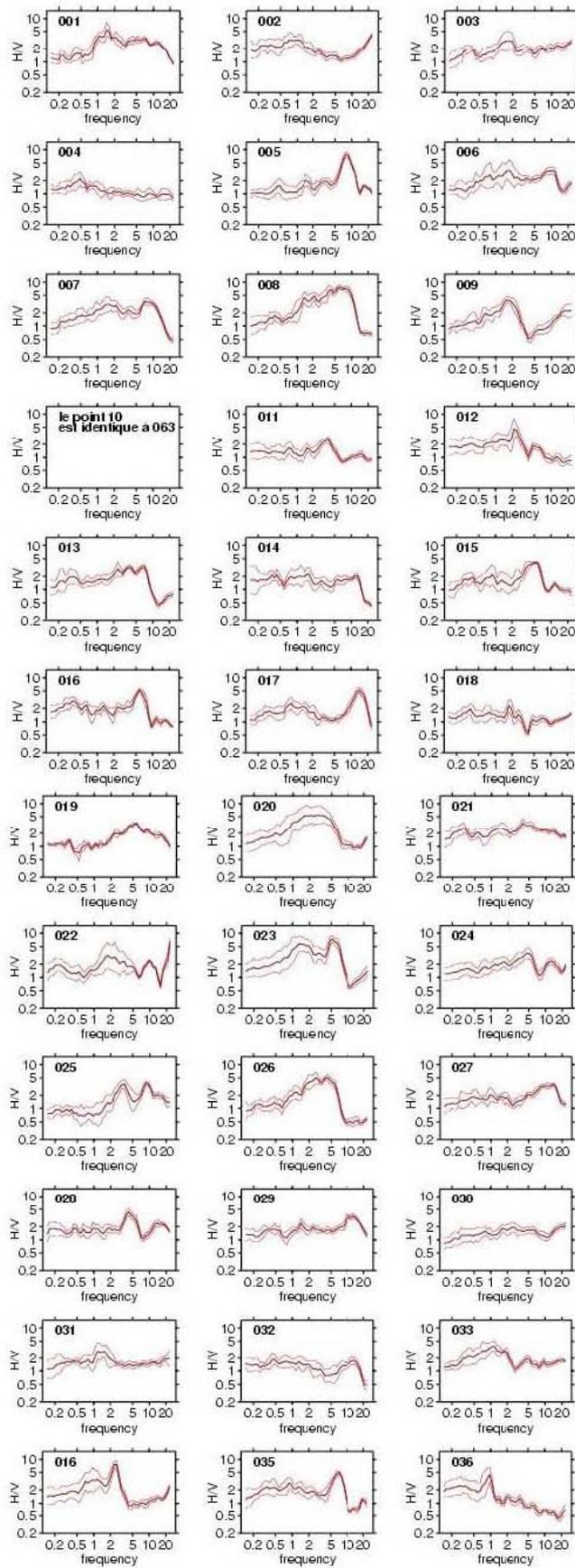


Fig. 5-1

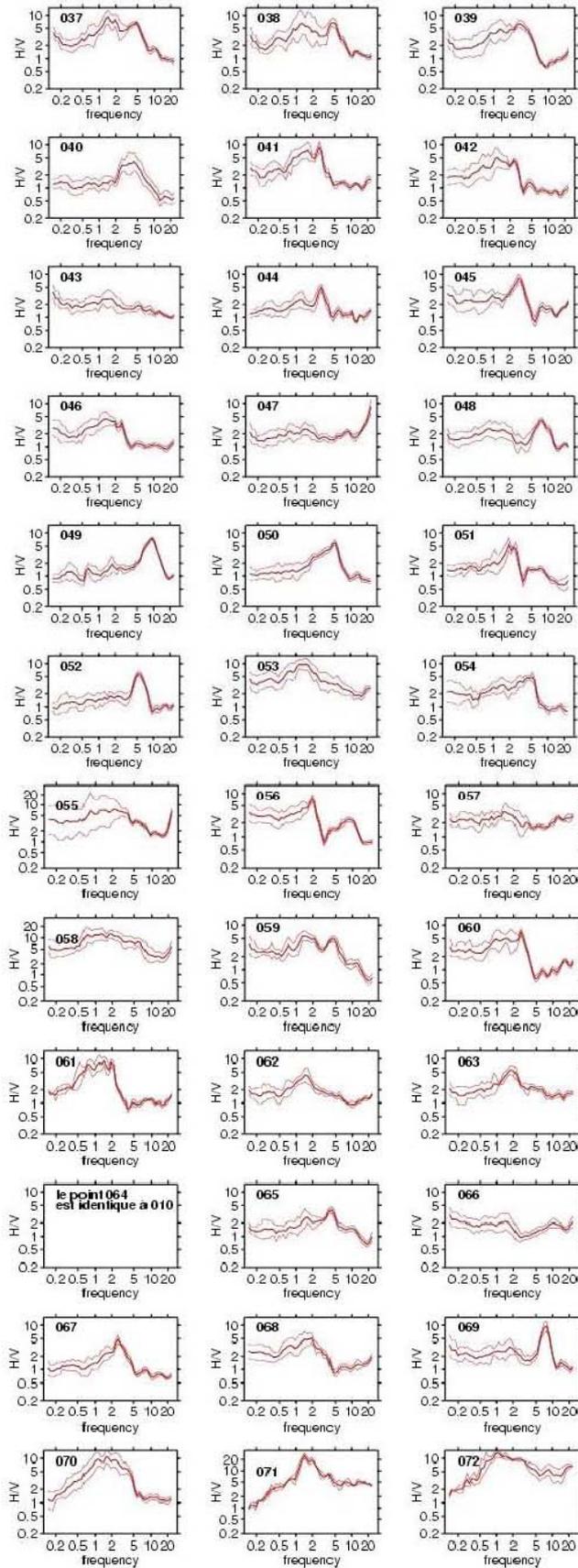


Fig. 5-2

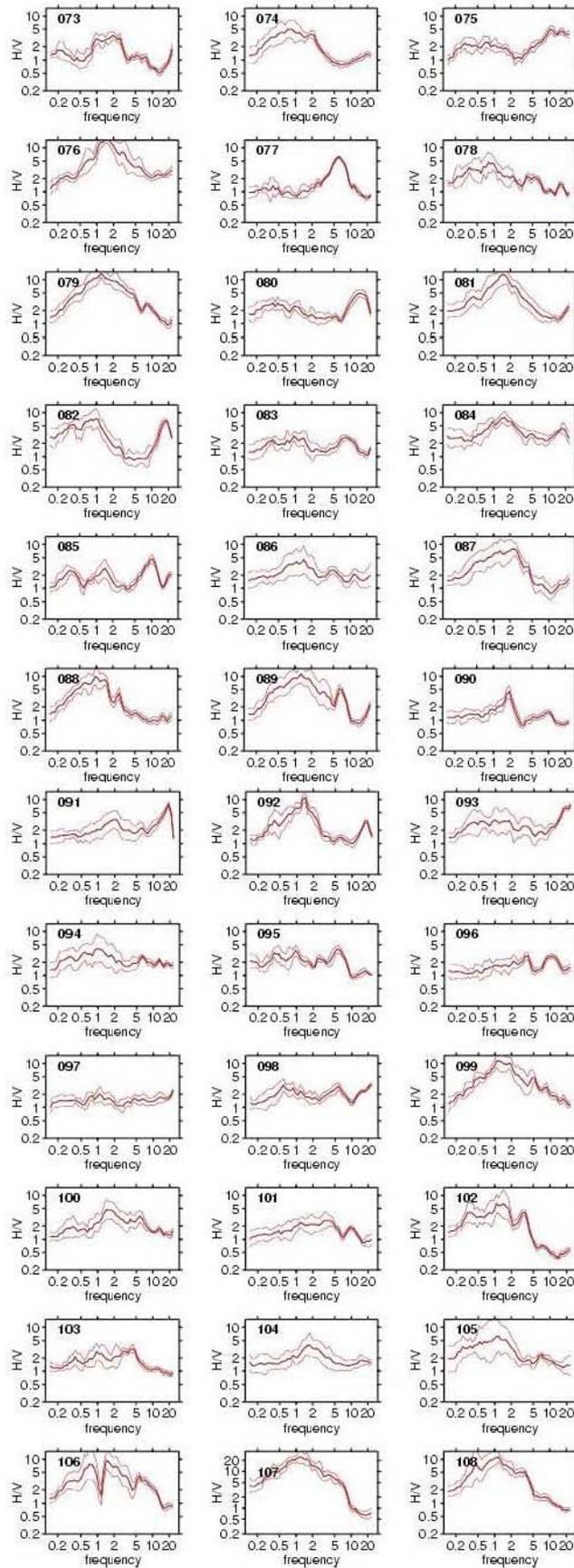


Fig. 5-3

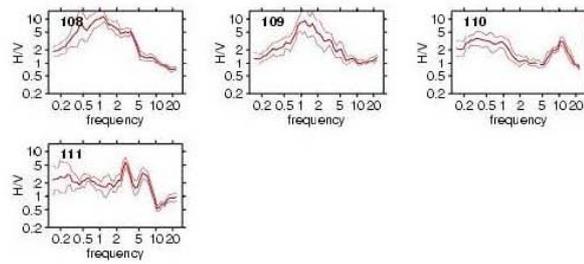


Fig. 5-4

Fig. 5. Rapports spectraux H/V obtenus sur le bruit de fond (classés par numéros croissants). Mesures OMP, janvier-avril 2005. Le lissage est effectué sur des fenêtres dont la largeur est 20% de la fréquence centrale, et le domaine de confiance correspond à 1_ pour $\log_{10}(H/V)$. Pour la localisation des points, se reporter au tableau 1 et à la figure 4.

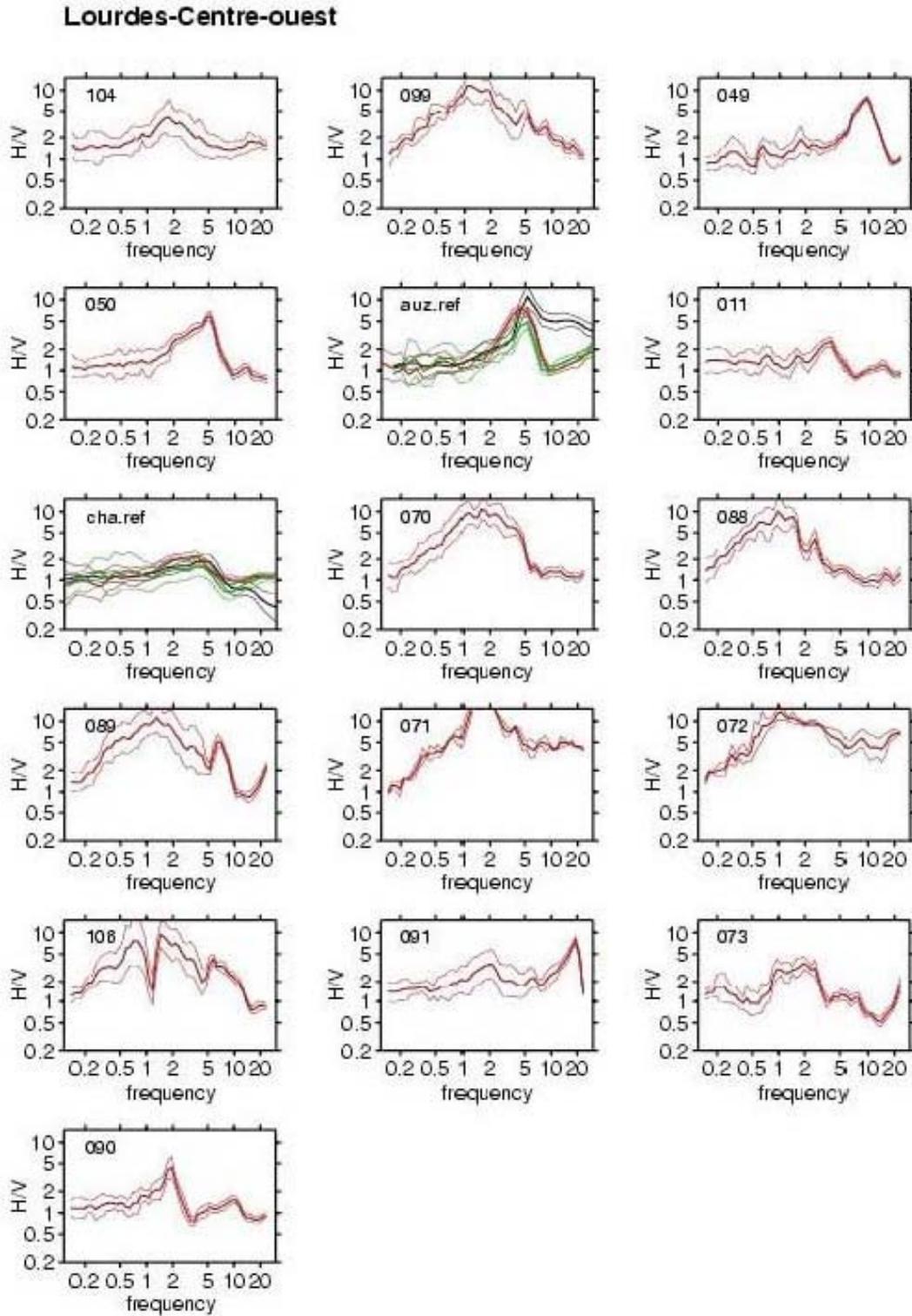


Fig 6-1

Lourdes-Centre-Nord

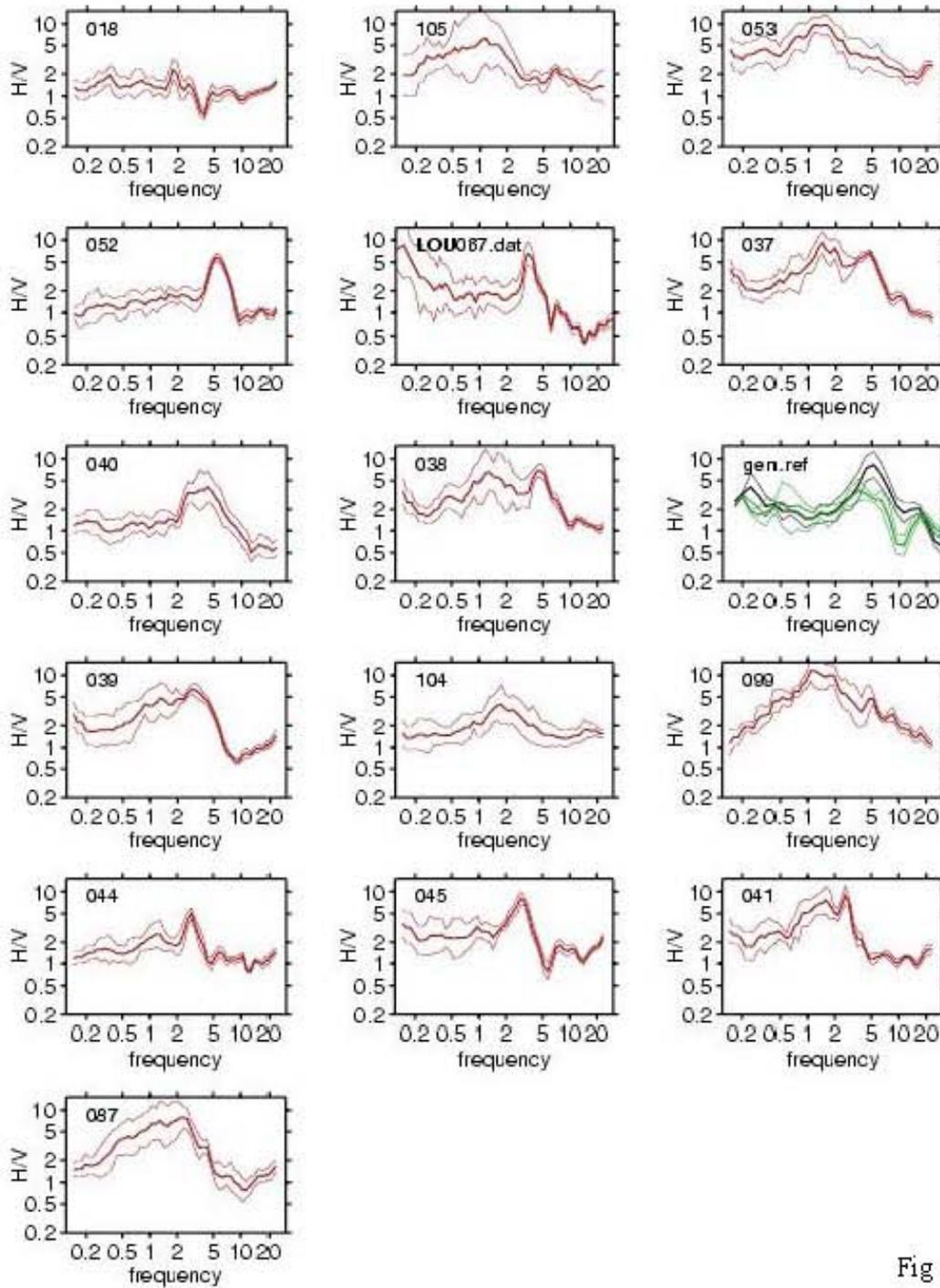


Fig 6-2

Lourdes-Centre-est

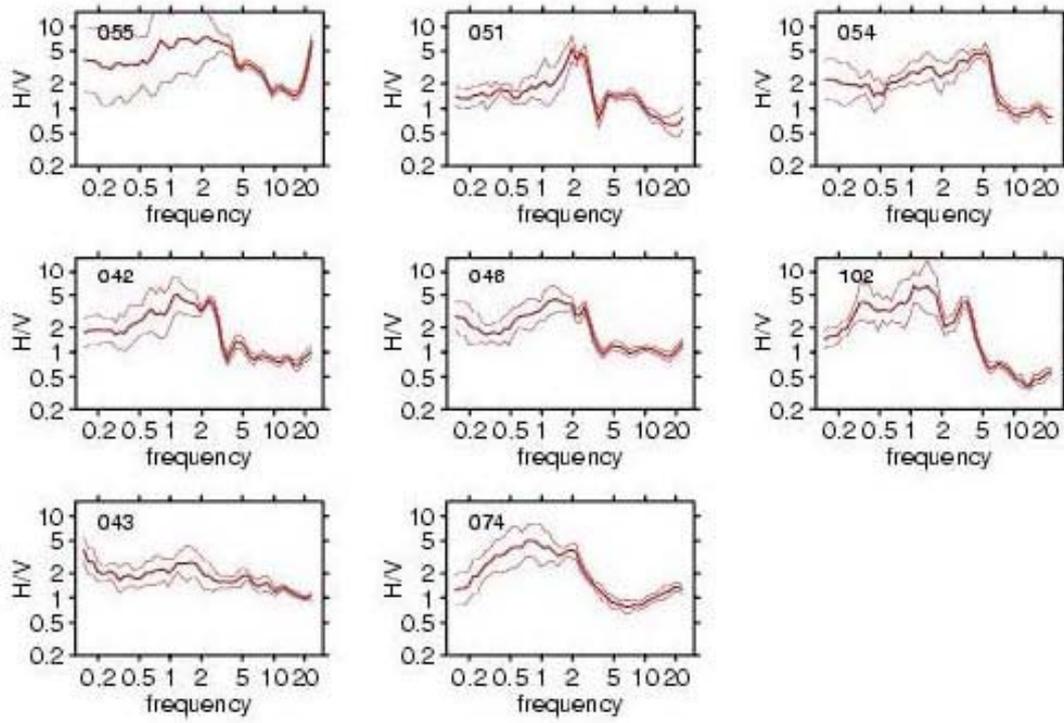


Fig 6-3

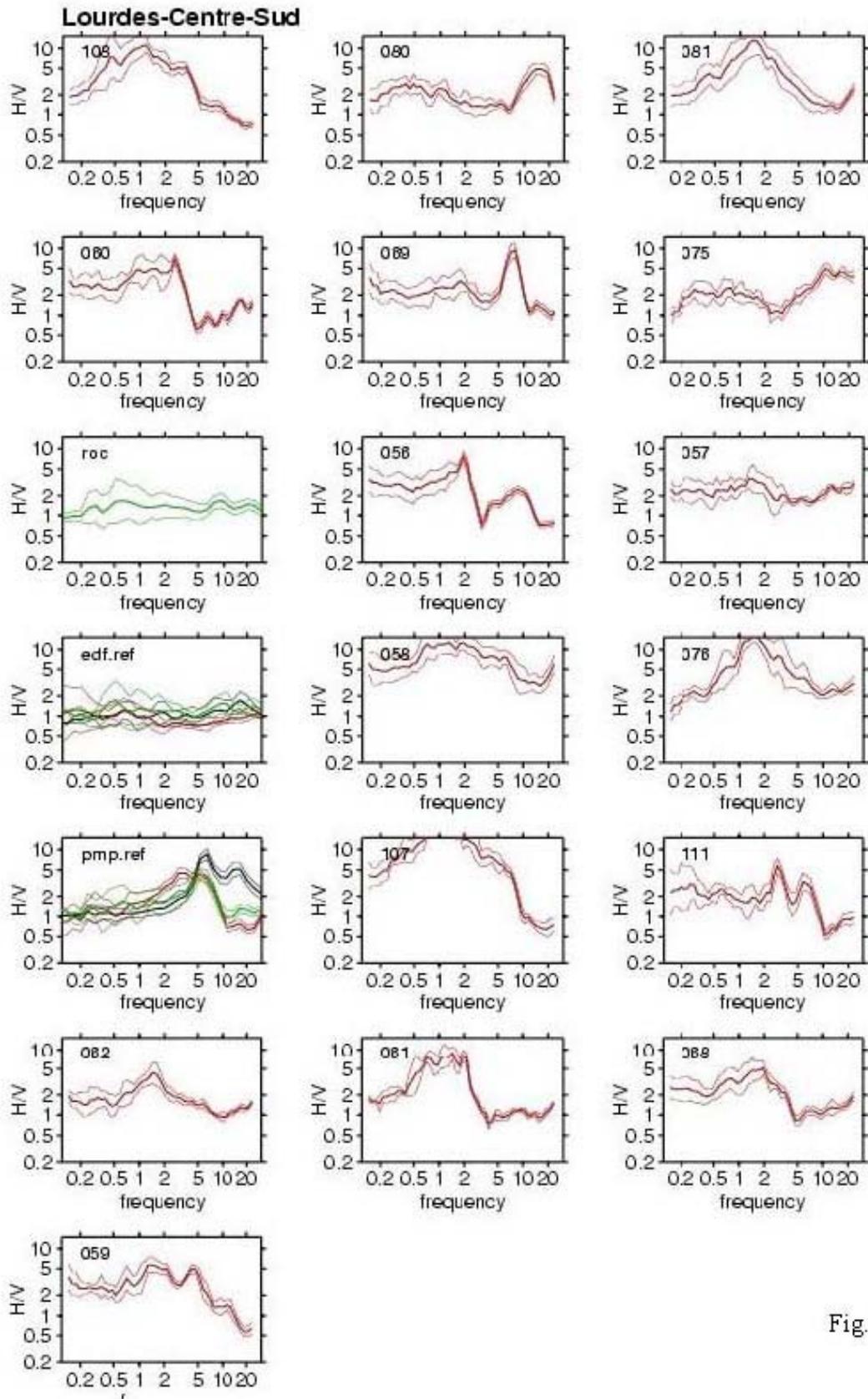


Fig. 6-4

Lourdes-W--Mourles-Foret-de-Lourdes

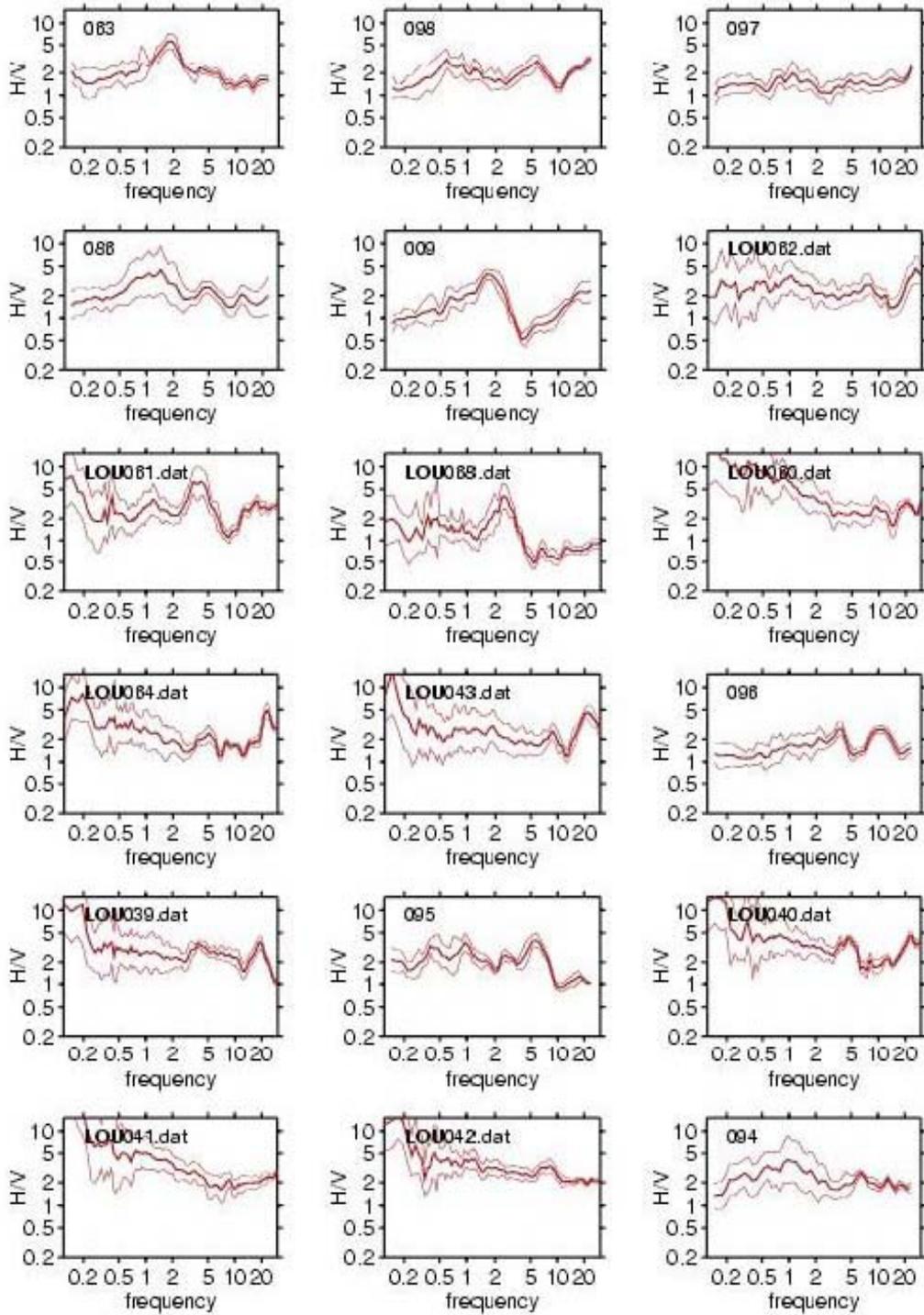


Fig. 6-5

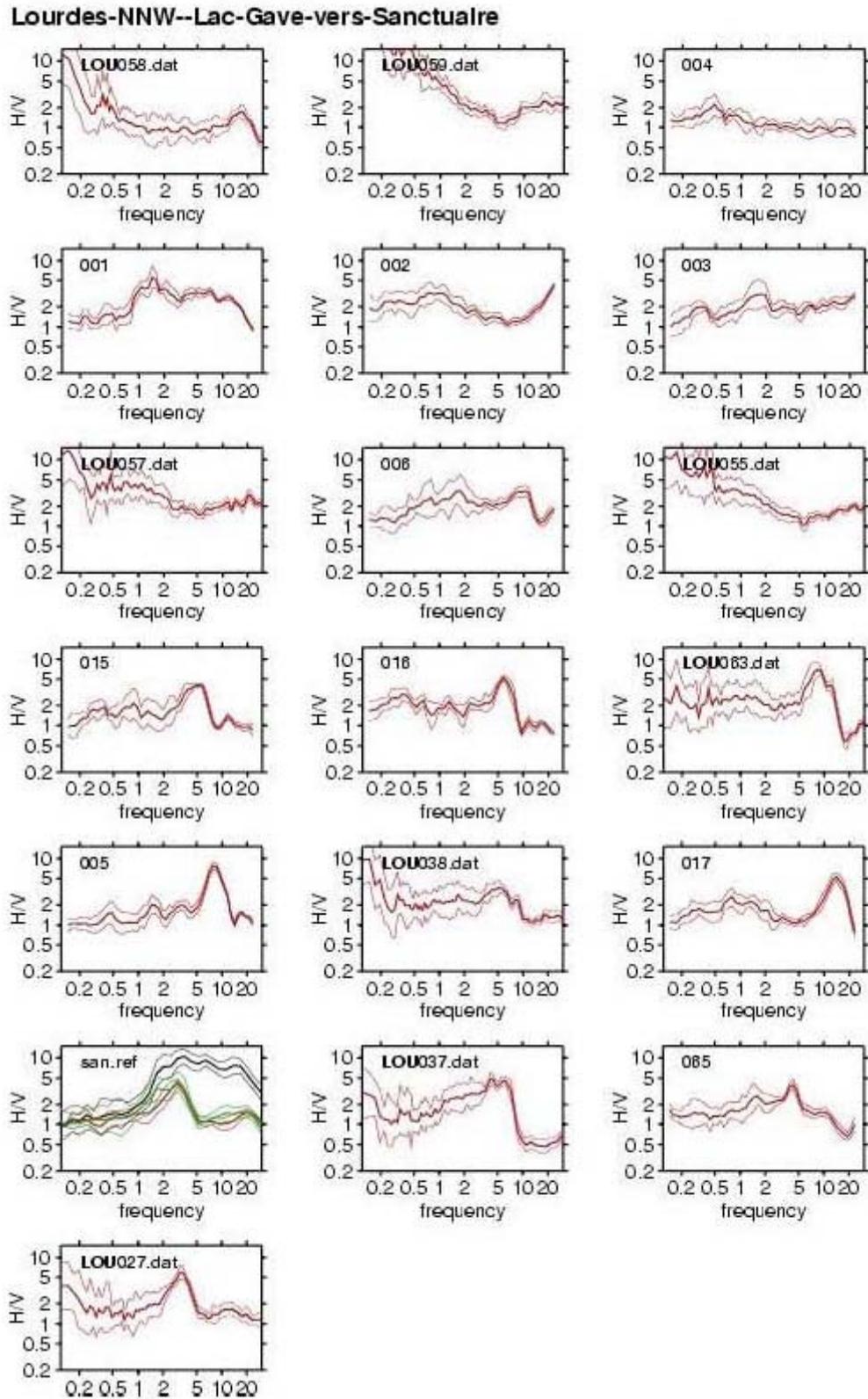


Fig. 6-6

Lourdes-Nord-Lannedarre

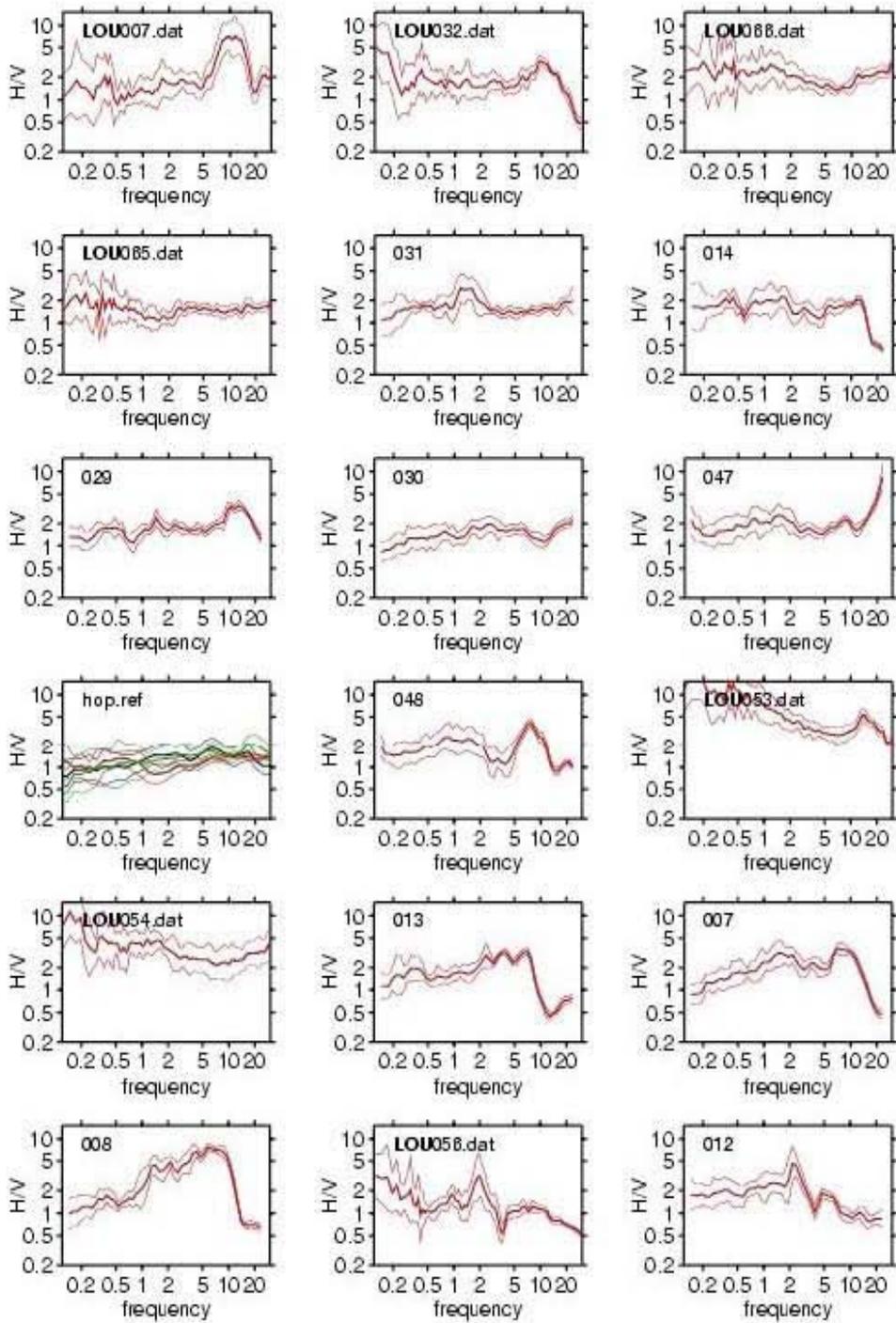


Fig. 6-7

Lourdes-NNE-Rte-de-Tarbes

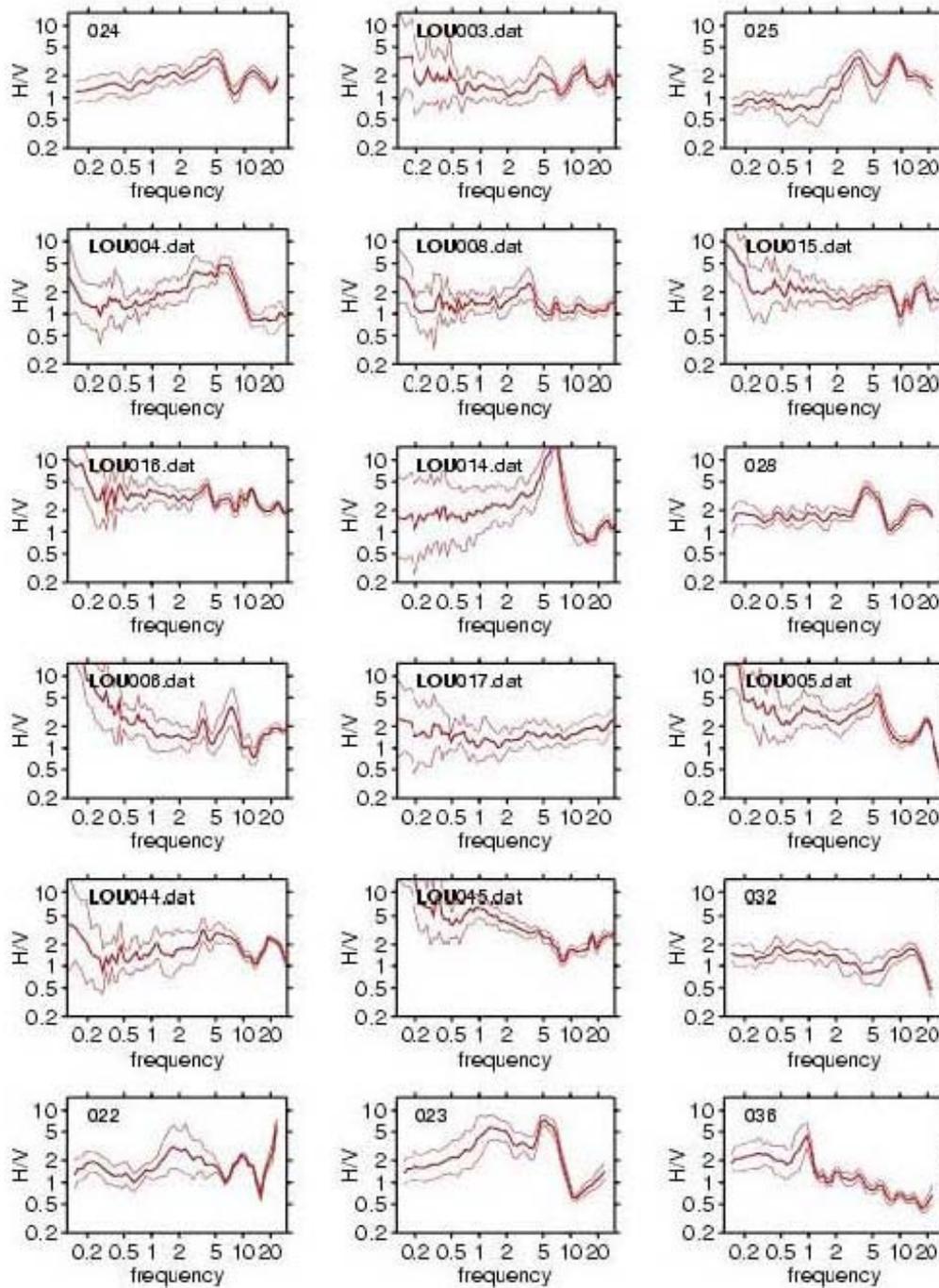


Fig. 6-8

Lourdes-NE-Sarsan

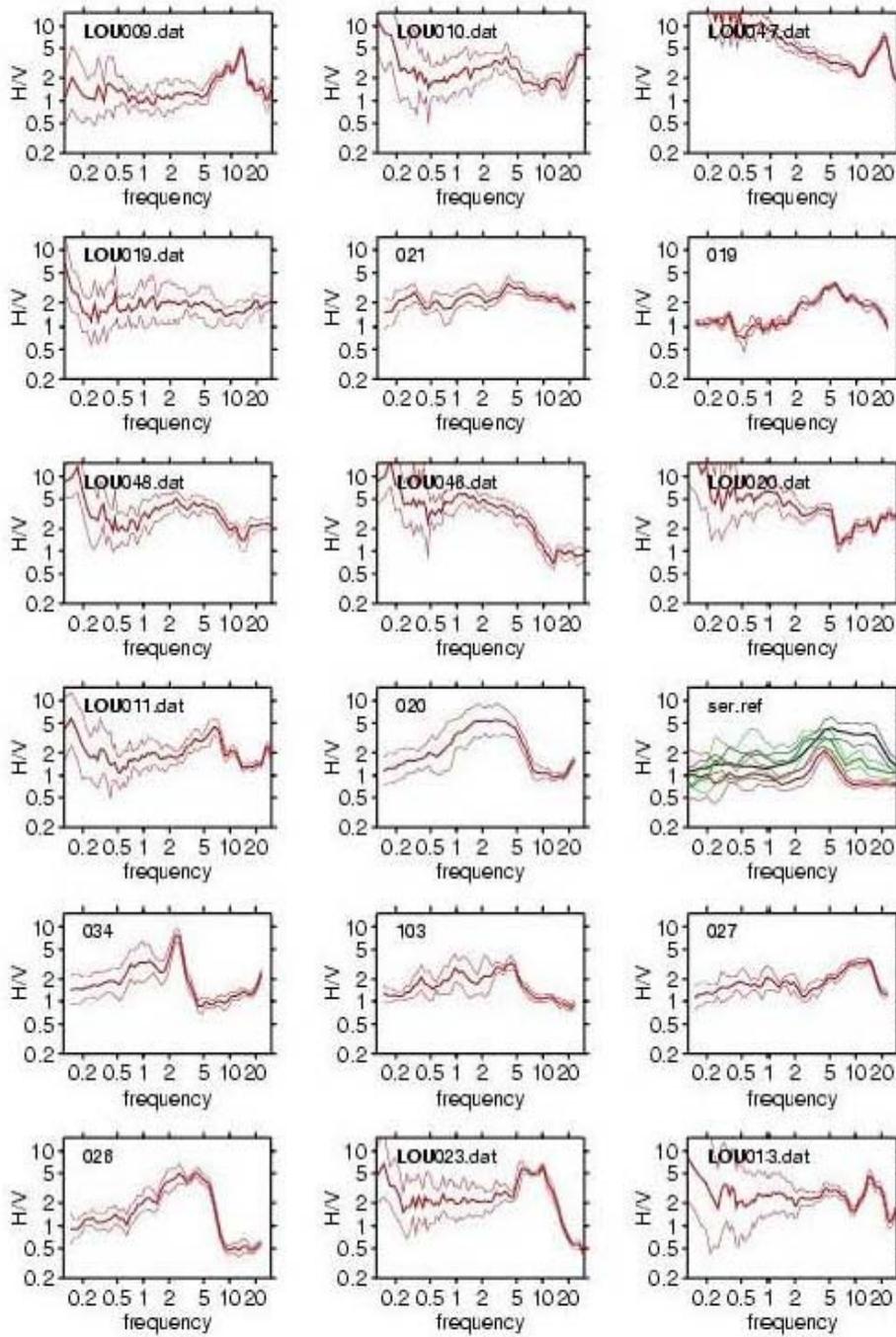


Fig 6-9

Lourdes-Est-Anclades

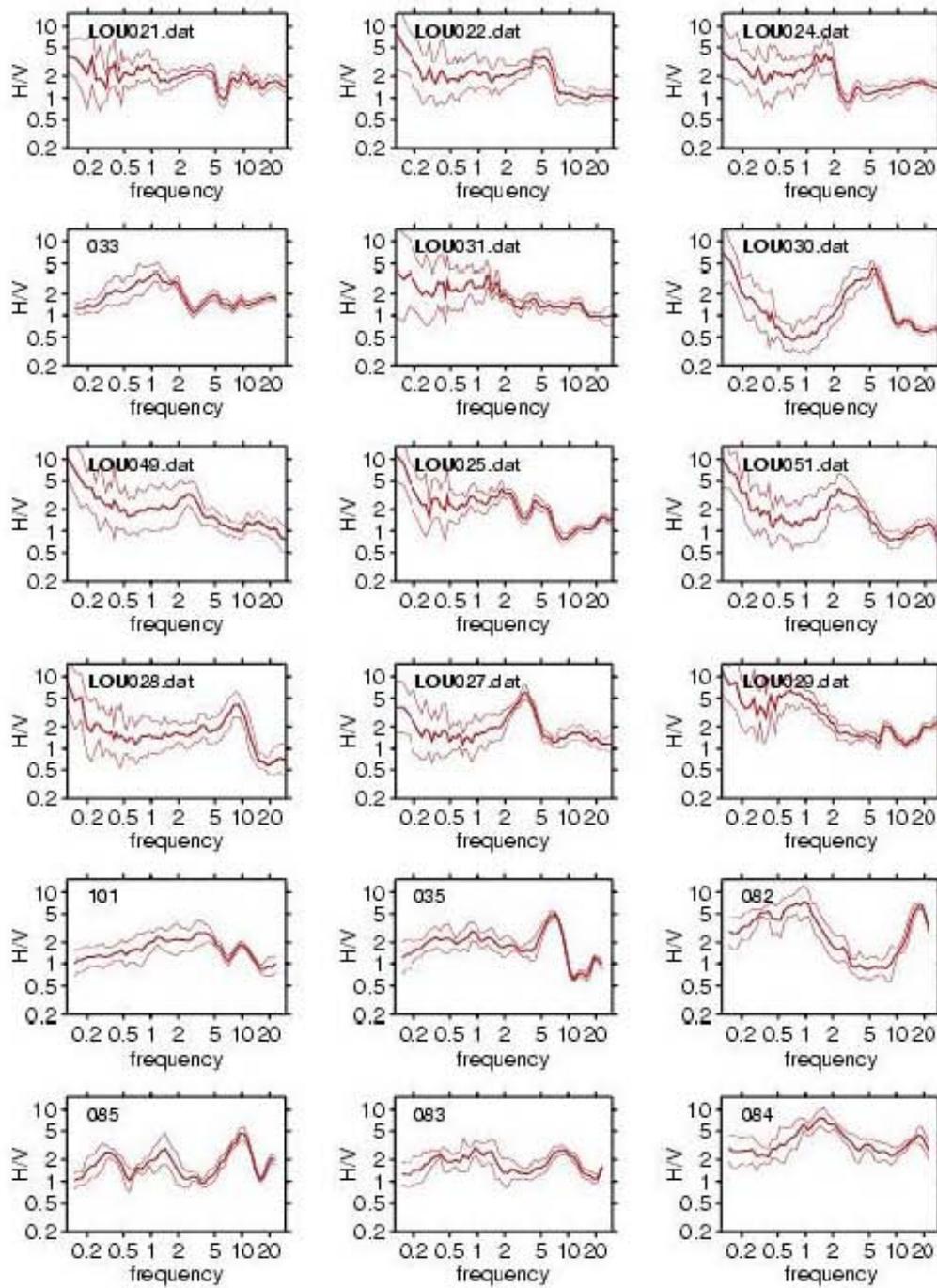


Fig 6-10

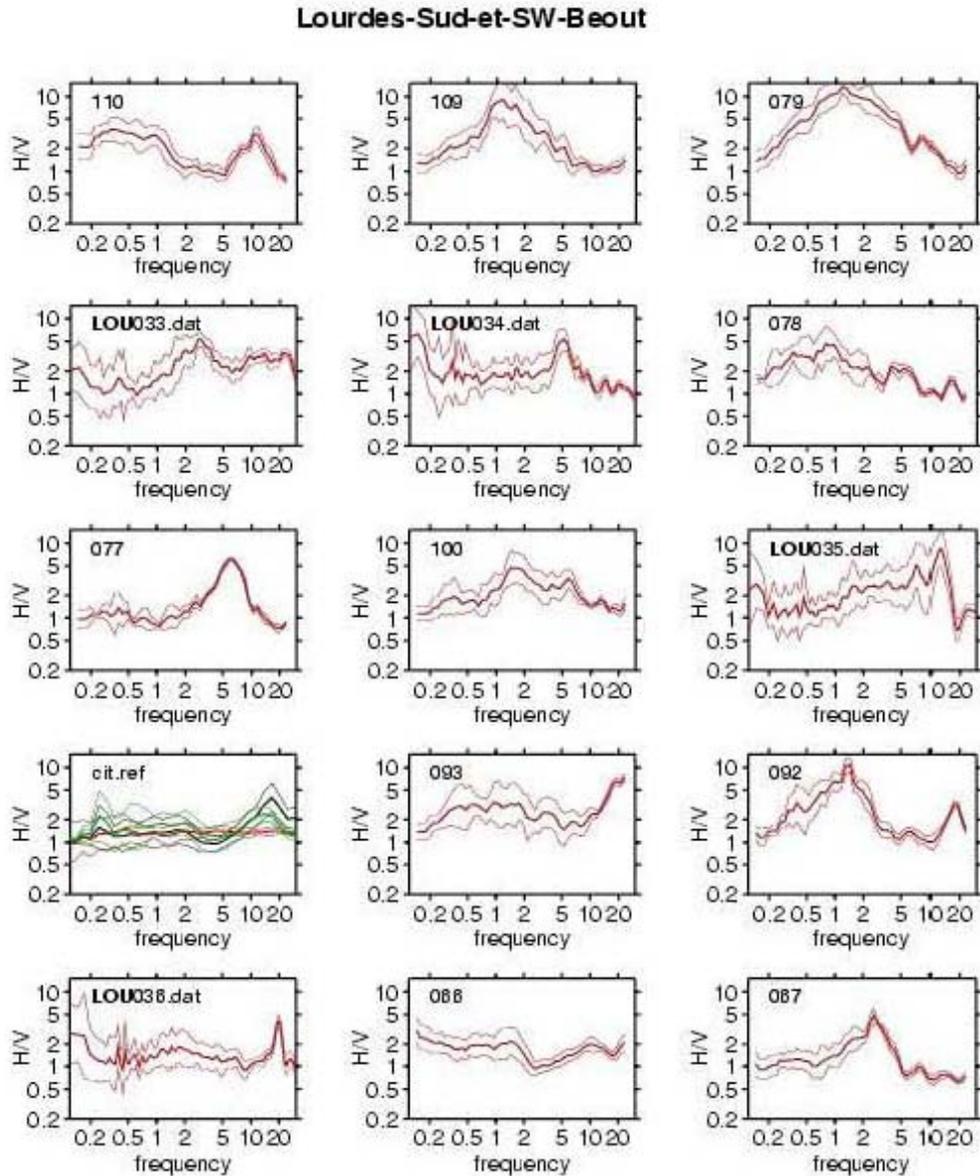


Fig. 6-11

Fig. 6. Ensemble des points pour lesquels des mesure H/V sur bruit de fond ont été effectuées, classés par région géographique. Les sites à 3 chiffres sont les mesures OMP de janvier-avril 2005, les points LOUxxx.dat sont les points BRGM d'avril 2005, les sites à 3 lettres (xxx.ref) sont les mesures OMP de Dubos et al., 2003. Pour ces dernier points, le lissage et la barre d'erreur sont calculés différemment (voir texte), et on a également reporté les mesures H/V calculés sur l'onde S des séismes régionaux (en vert), et le rapport H/H_{ref} de l'onde S par rapport à une station de référence (en noir), qui servira au calage des spectres.

Site	lat (°N)	long (°E)	localisation
001	43.1059	-0.0783	Café du Lac
002	43.1069	-0.0766	Discothèque "La Frégate"
003	43.1086	-0.0717	Lotissement Biscaye
004	43.1031	-0.0815	Restaurant du golf ("Le Frelon")
005	43.0991	-0.0754	Station d'épuration - Voie ferrée
006	43.1072	-0.0686	Institut Médico-éducatif St-Michel
007	43.1083	-0.0627	ADAPEI Mas des cimes
008	43.1061	-0.0595	Ecole maternelle Lannedarre
009	43.1254	-0.0981	Usine traitement déchets
011	43.0971	-0.0490	Château site de PYLO
012	43.1039	-0.0588	Stade Tribune de presse (tribune nord)
013	43.1078	-0.0602	HLM Lannedarre
014	43.1140	-0.0604	Déchetterie
015	43.1023	-0.0678	Couvent des Dominicaines, Nord
016	43.1018	-0.0674	Couvent des Dominicaines, Sud (au dessus du Gave)
017	43.0964	-0.0679	Grotte du Loup
018	43.1010	-0.0531	Rue de Bourgogne
019	43.1080	-0.0234	Sarsan Rue Alexis Carrel
020	43.1064	-0.0284	Lycée de Sarsan
021	43.1088	-0.0205	Haut de Serre de Sarsan
022	43.1144	-0.0305	Usine SEB, parking visiteurs
023	43.1130	-0.0383	Lotissement de l'av. du Monge, rue Jean Monnet
024	43.1265	-0.0291	Zone industrielle de Saux, parking
025	43.1255	-0.0314	Zone industrielle de Saux, voie ferrée
026	43.1095	-0.0392	Parking centre Leclerc, rte de Tarbes
027	43.1094	-0.0353	Rue Lamartine
028	43.1195	-0.0240	Hameau "Les Granges", rte de Julos
029	43.1048	-0.0483	Résidence Astazou (haut)
030	43.1049	-0.0479	Résidence Astazou (bas)
031	43.1104	-0.0514	Centre de dialyse
032	43.1152	-0.0354	Derrière Mr Bricolage
033	43.0980	-0.0227	Ecole d'Anclades
034	43.1013	-0.0273	Rue des tailleurs de pierre
035	43.0926	-0.0241	Hameau d'Anclades
036	43.1121	-0.0335	Aquarium
037	43.1014	-0.0425	Salle des fêtes
038	43.1026	-0.0401	Rue J.B. Estrade
039	43.1022	-0.0361	Entre les voies ferrées et le lotissement Mozart
040	43.1002	-0.0395	Gare SNCF (parking bus)
041	43.0991	-0.0389	Rue du Gabizos (impasse)
042	43.0950	-0.0372	Place de l'Abattoir (Chanteurs Montagnards)
043	43.0962	-0.0357	La Poudrière
044	43.1003	-0.0337	St Joseph (rue du Prince Noir)
045	43.0989	-0.0347	St Joseph (derrière l'usine)
046	43.0957	-0.0386	C.E.S., fronton
047	43.1026	-0.0490	Hôpital
048	43.1063	-0.0562	Chemin des Coustères (Lannedarre)
049	43.0987	-0.0439	Parking rue du Callat (vers la piscine)
050	43.0975	-0.0437	Ecole d'Auzon
051	43.0966	-0.0415	Maison de retraite La Pastourelle, rue de Langelle
052	43.1017	-0.0455	Cite Albert Premier
053	43.1010	-0.0501	HLM Labastide, Turon de la Gloire
054	43.0954	-0.0418	Rue de Bagnères

055	43.0979	-0.0401	Parking bus au pied du cimetière, bd du Lapacca
056	43.0896	-0.0439	Ecole Soum, rue des Trois-Croix
057	43.0873	-0.0419	Cite de l'Ophite (fond de la cite)
058	43.0911	-0.0492	Maternelle Darrespouey (1)
059	43.0905	-0.0548	Bord du Gave, esplanade du Paradis
060	43.0883	-0.0511	Bord du Gave, deuxième parking
061	43.0918	-0.0539	Rue Louis Pomes
062	43.0909	-0.0523	Chemin de l'Arrouze
063	43.1520	-0.1353	Foret de Mourle Nord (Marrac)
065	43.0968	-0.0605	Ave Monseigneur Théos
066	43.0947	-0.0561	Place de la Merlasse (parking en cuvette)
067	43.0952	-0.0542	Rue Saint-Félix
068	43.0922	-0.0555	Parking Ave du Paradis
069	43.0892	-0.0486	L.P. de l'Arrouza
070	43.0968	-0.0474	Place du Commissariat
071	43.0946	-0.0474	Chaussée du Bourg
072	43.0945	-0.0485	rue du Garnavie (impasse)
073	43.0920	-0.0456	Place de la Mairie
074	43.0918	-0.0423	Jardin de l'Yiou
075	43.0898	-0.0470	Palais de Justice (derrière le palais)
076	43.0908	-0.0500	Maternelle Darrespouey (2)
077	43.0849	-0.0426	Ecole maternelle Ophite (1)
100	43.0841	-0.0421	Ecole maternelle Ophite (2)
078	43.0828	-0.0485	Ecole maternelle Ophite (3) au dessus (site au rocher)
079	43.0876	-0.0492	Rue du Pibeste, halte-garderie
080	43.0876	-0.0496	Bd Georges Dupierris
081	43.0874	-0.0213	Bord du Gave, sous le point 080
082	43.0894	-0.0258	Chemin du Petit Jer, sud d'Anclades
083	43.0884	-0.0329	Chemin du Petit Jer, lacet
084	43.0882	-0.0294	Col des Trois-Croix
085	43.1185	-0.1313	Chemin du Petit Jer, grange
086	43.0988	-0.0385	Foret de Mourle, sud
087	43.0962	-0.0450	Impasse Capdangelle
088	43.0949	-0.0447	Rue de l'Eglise
089	43.0930	-0.0445	Impasse Joffre
090	43.0926	-0.0474	Place Capdevielle
091	43.0931	-0.0600	Chemin des Rochers
092	43.0895	-0.0620	Maison des Jeunes, Emmaüs
093	43.0958	-0.0762	Institut Saint-Pierre
094	43.0979	-0.0831	Camping "La Forêt"
095	43.0973	-0.0940	Sapinière
096	43.1368	-0.1412	Pavillon du Roc
097	43.1452	-0.1148	Ouest Foret de Mourle, Coustau
098	43.0999	-0.0457	Nord Foret de Mourle, Chemin Henri IV
099	43.0853	-0.0428	Hôpital
101	43.0975	-0.0320	Station de pompage
102	43.0951	-0.0367	Place de l'Abattoir, Assedic
103	43.1011	-0.0310	Rue du Vignemale
104	43.0992	-0.0482	Rue Saint-Louis
105	43.1008	-0.0494	HLM Labastide (plus pres du rocher que 053)
106	43.0940	-0.0503	Cimetière de l'Egalité
107	43.0918	-0.0509	Caserne des Pompiers (parking sur le côté)
108	43.0875	-0.0440	Parking du "Champion"
109	43.0767	-0.0404	Source captée
110	43.0683	-0.0387	La Poussia

111	43.0919	-0.0506	Caserne des Pompiers (intérieur)
auz	43.0975	-0.0437	Ecole d'Auzon
cha	43.0971	-0.0490	Château
cit	43.0922	-0.0666	Cité Saint-Pierre
edf	43.0897	-0.0414	EDF
gen	43.1034	-0.0383	Gendarmerie
hop	43.1032	-0.0491	Hôpital
pmp	43.0920	-0.0504	Pompiers
roc	43.0905	-0.0466	Rocher
san	43.0987	-0.0651	Sanctuaire
ser	43.1031	-0.0246	Serres Municipales

Tableau 1. Liste des sites de mesures H/V effectuées par l'Observatoire Midi-Pyrénées.

Les sites à 3 chiffres sont ceux pour lesquels des mesures H/V sur bruit de fond ont été effectuées en janvier – avril 2003. Ceux à 3 lettres (fin de la liste), mesurés par Dubos et al. (2003), comportent des mesure H/V sur bruit, et/ou H/V sur l'onde S, et H/Hres mesuré sur l'ondes S par rapport à la station de référence "roc".

Coordonnées en degrés décimaux par rapport au méridien origine fournies par G. Delpont, BRGM. Latitude positive vers le Nord et vers l'Est (toutes les valeurs sont négatives, donc à l'ouest du méridien origine).



Géosciences pour une Terre durable

brgm

**Centre scientifique et technique
Service ARN**

3, avenue Claude-Guillemin
BP 36009 – 45060 Orléans Cedex 2 –
France – Tél. : 02 38 64 34 34

SGR/MPY

Parc technologique du Canal
3, rue Marie Curie – Bât. Aruba – BP 49
31527 Ramonville Saint Agne – France -
Tél. : 05 62 24 14 50