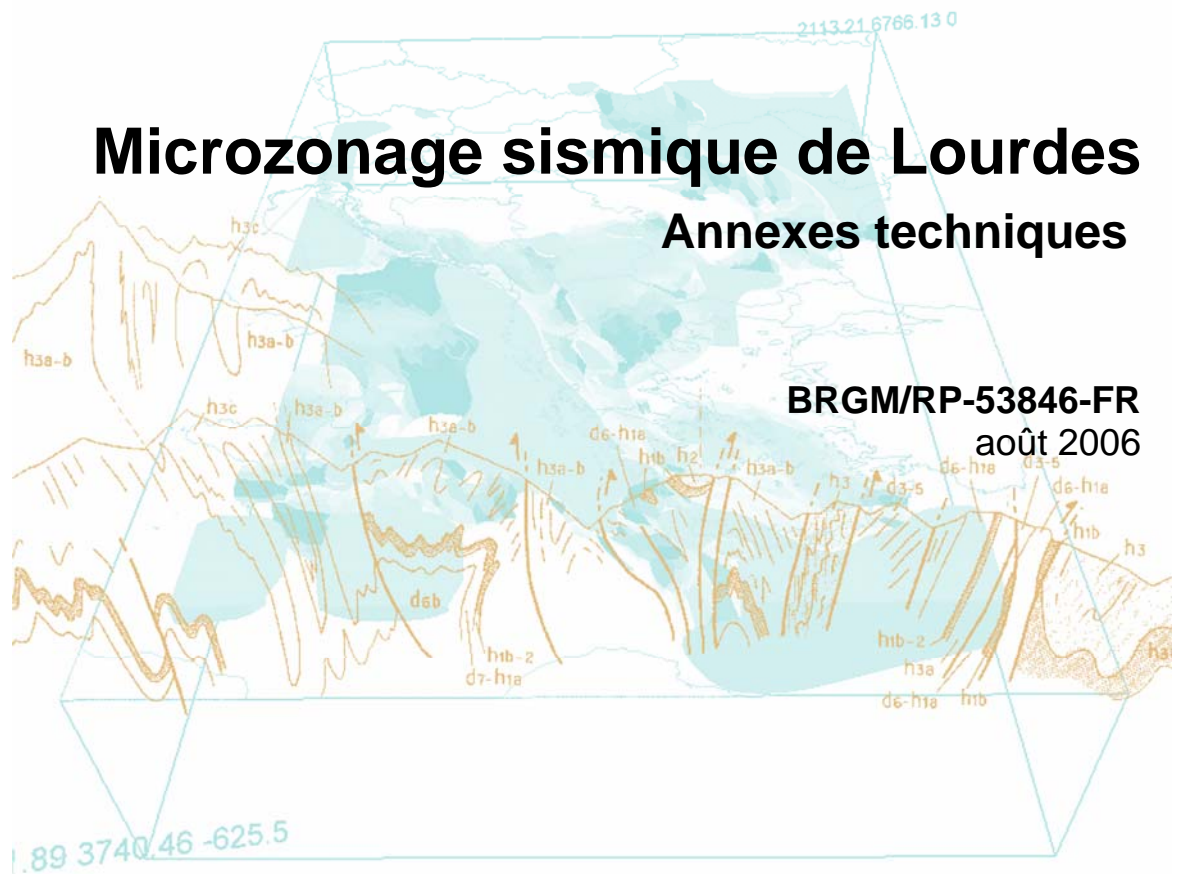




Microzonage sismique de Lourdes

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.

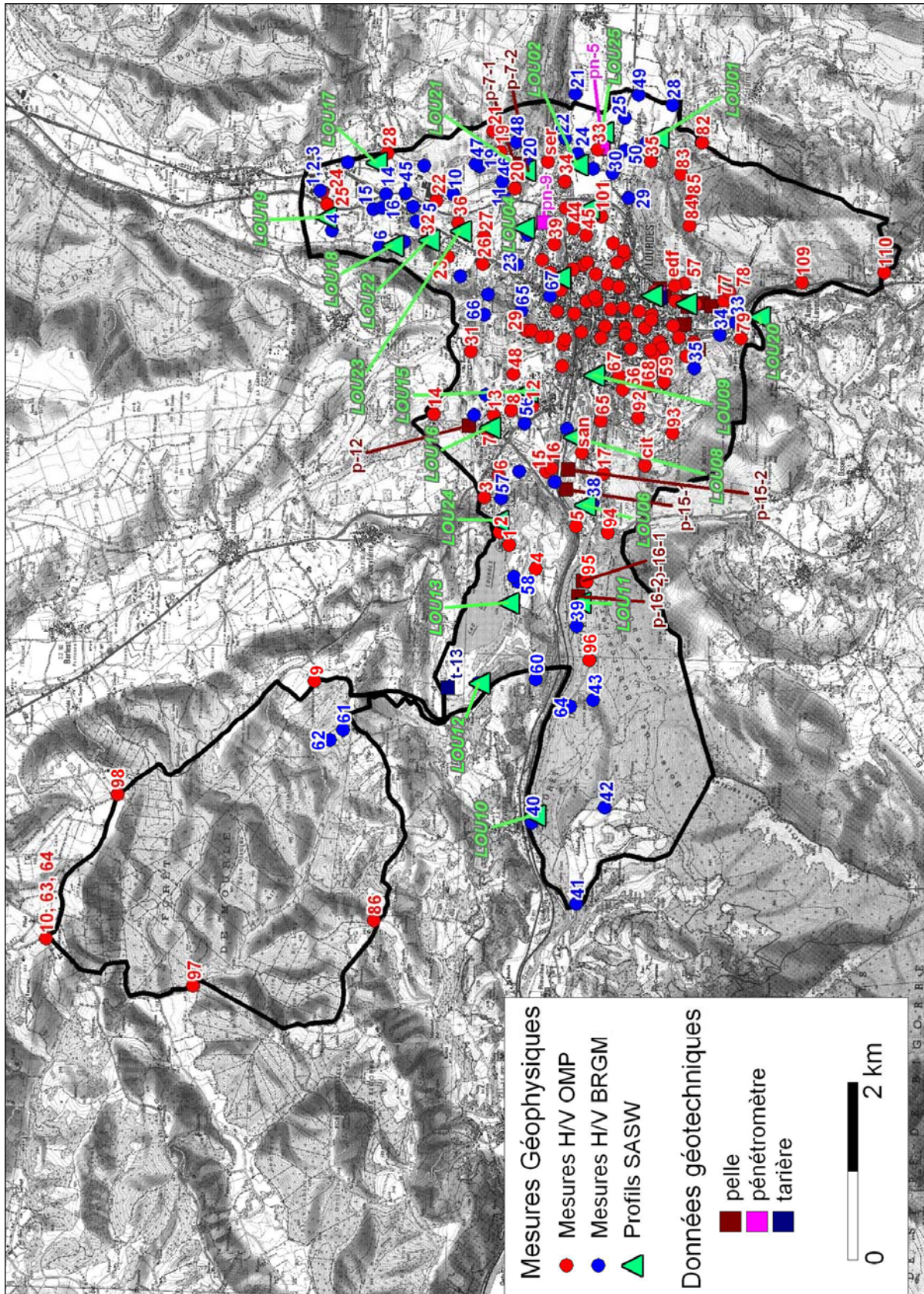


Figure 1 : Localisation des mesures géophysiques et géotechniques réalisées dans le cadre de cette étude

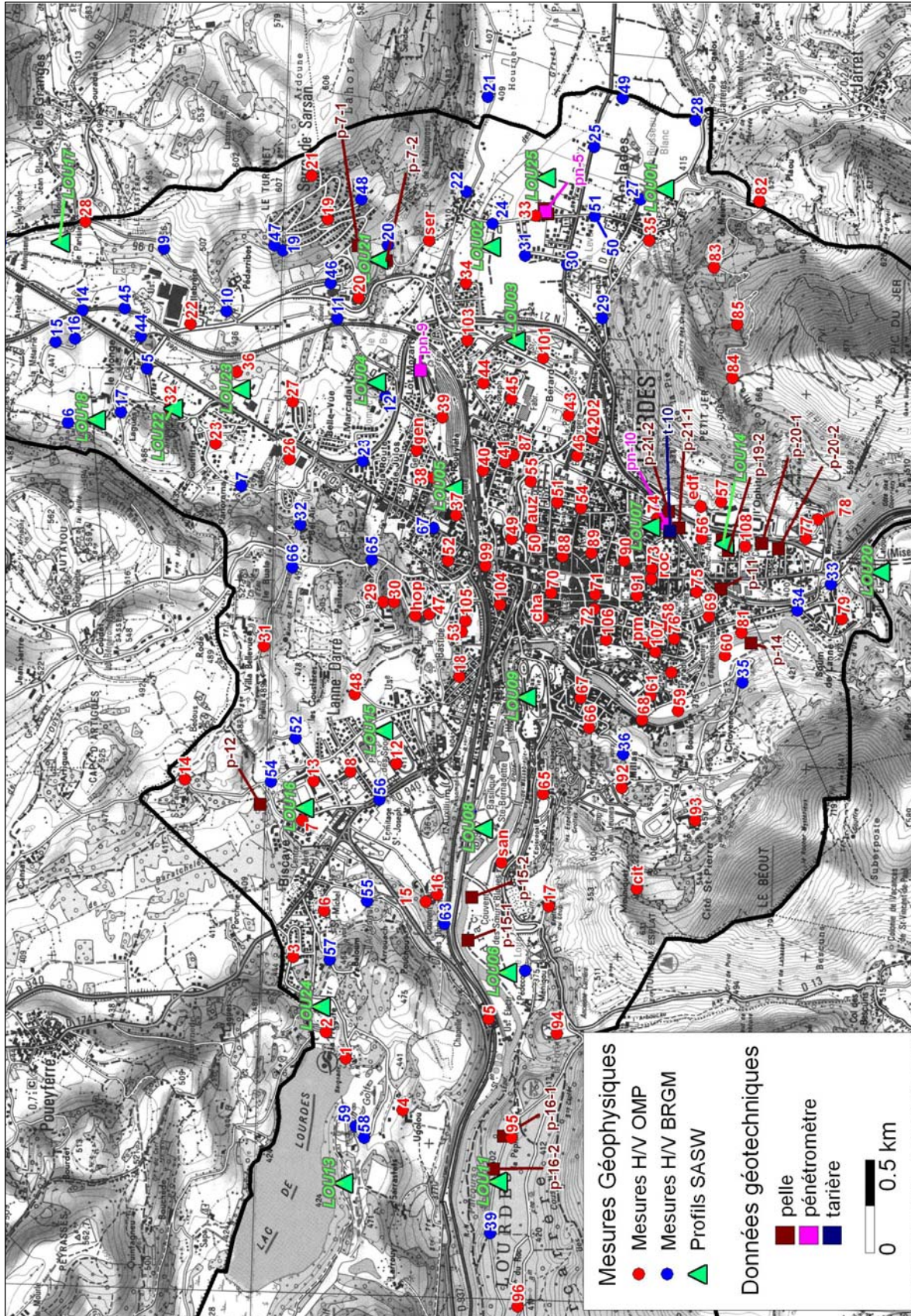
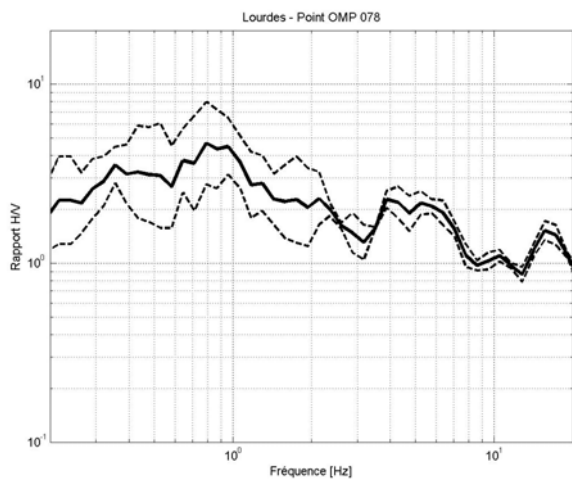
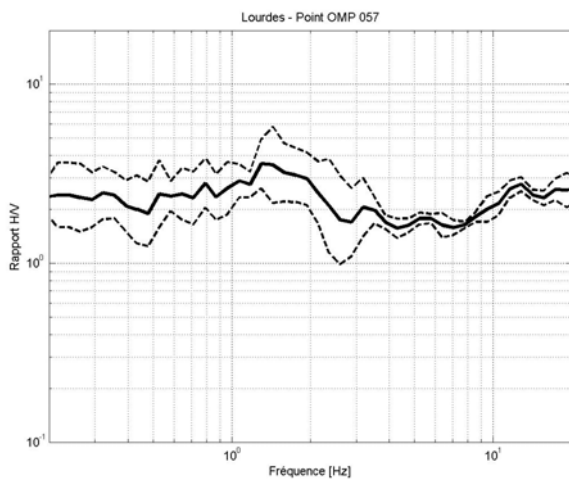
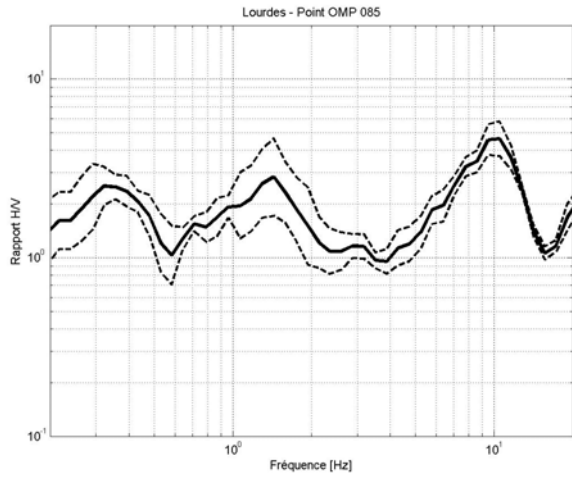
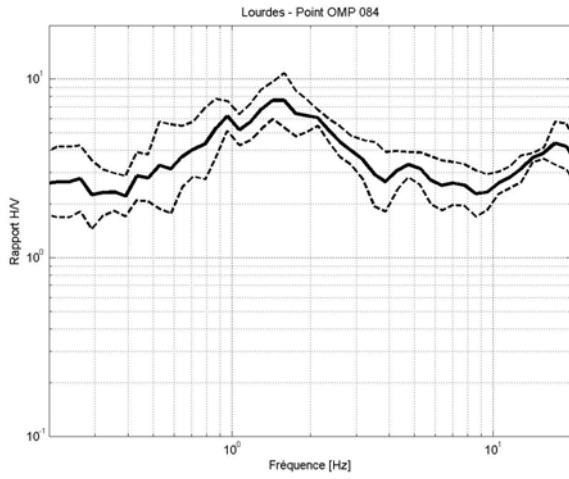
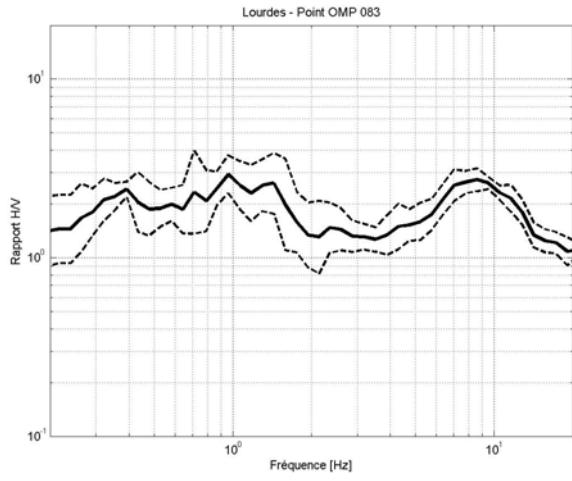
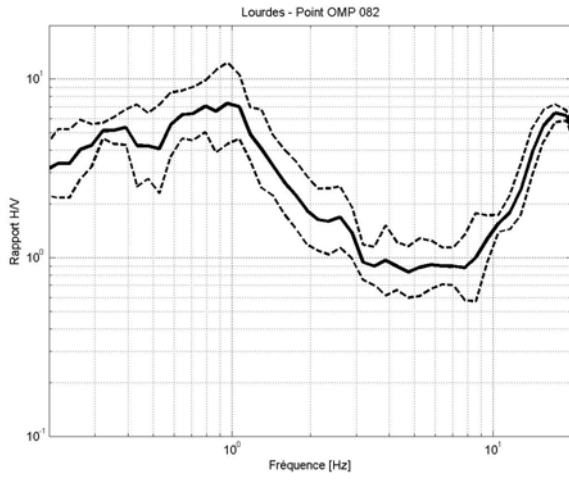
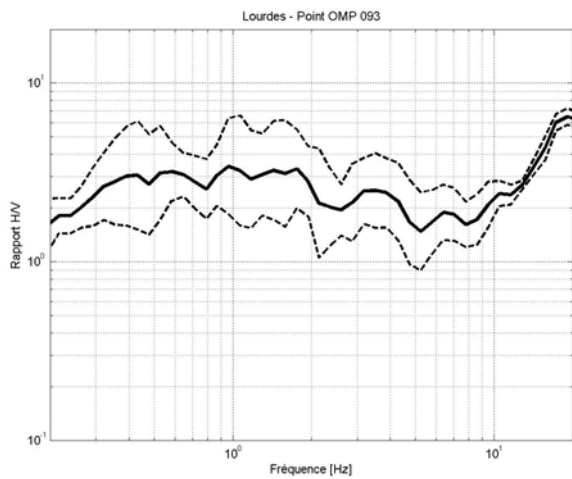
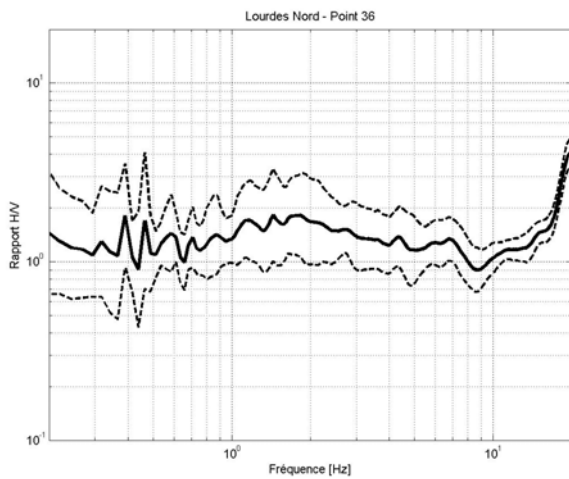
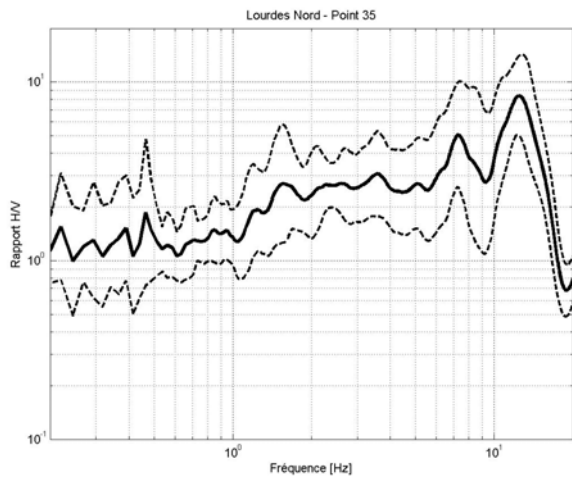
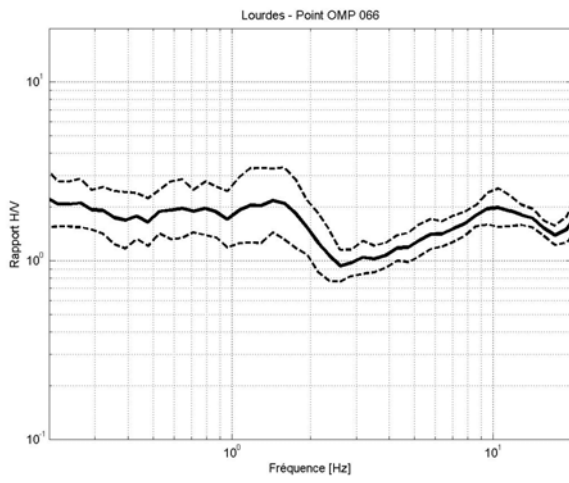
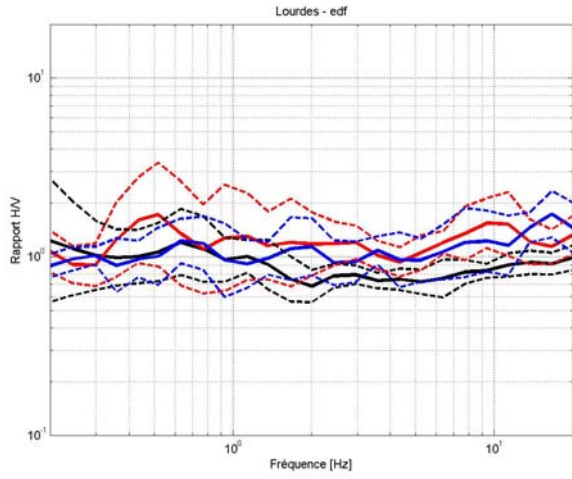
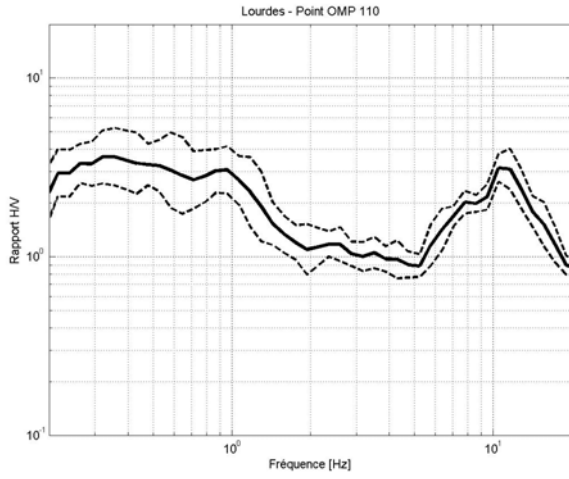
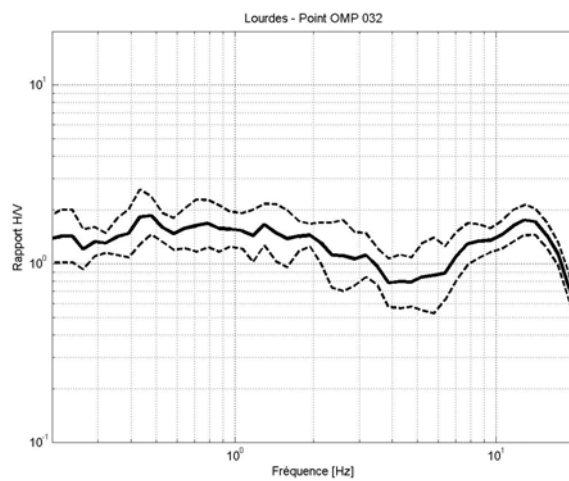
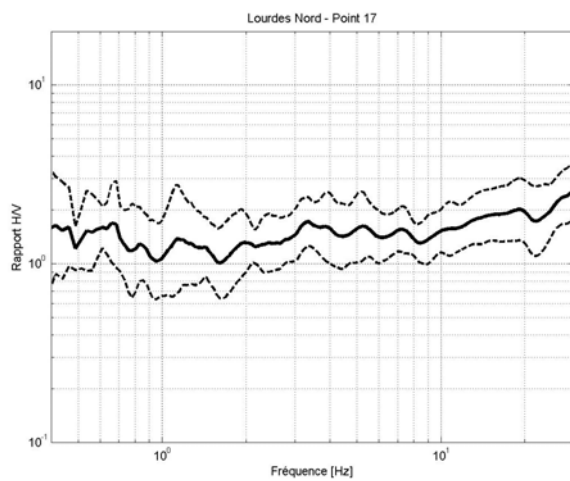
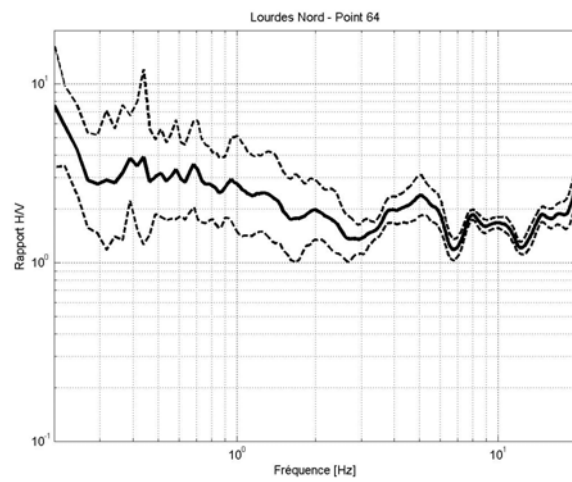
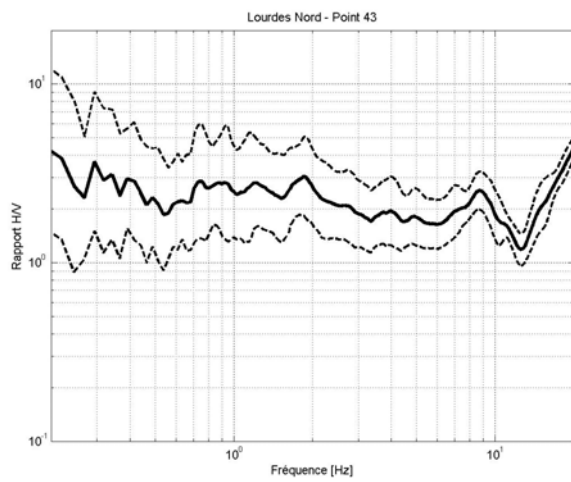
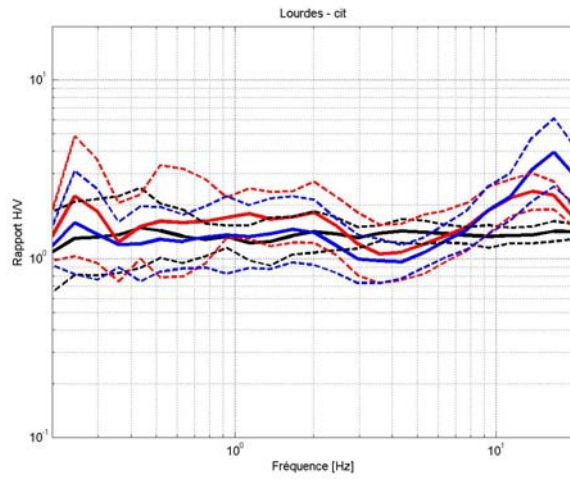


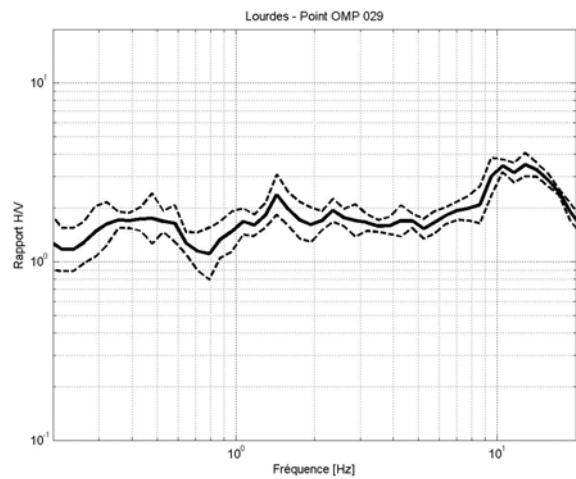
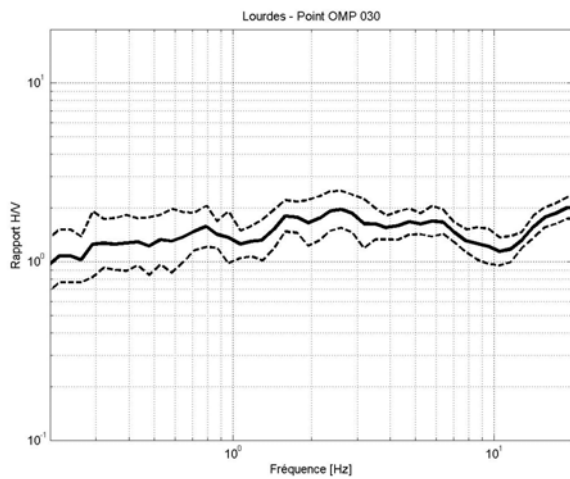
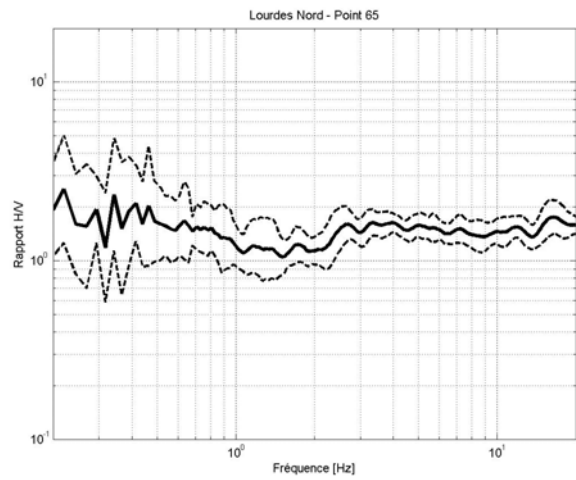
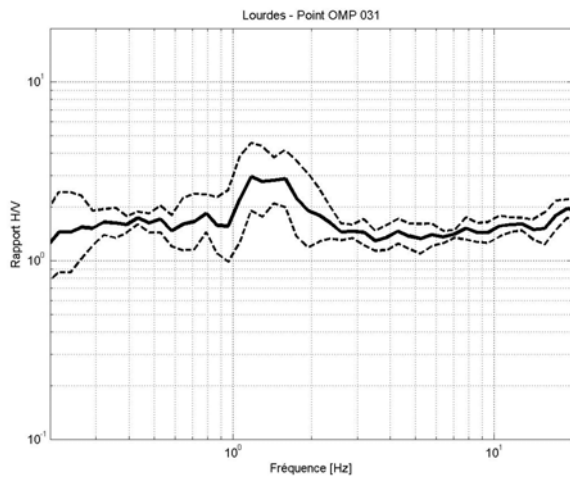
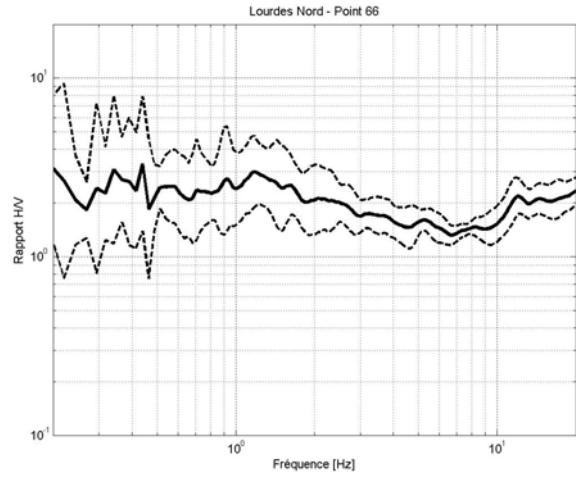
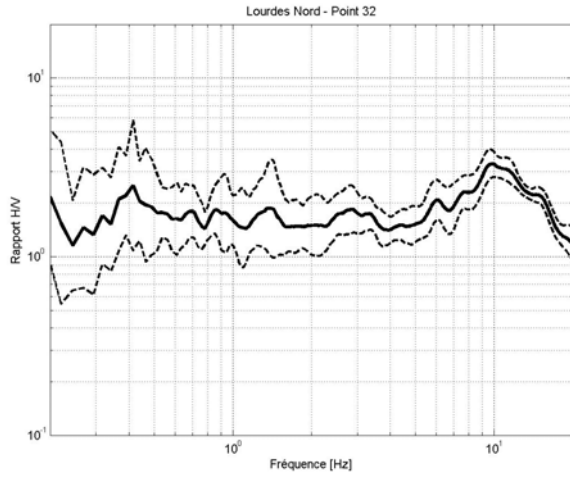
Figure 2 : Localisation des mesures géophysiques et géotechniques réalisées dans le cadre de cette étude (zoom)

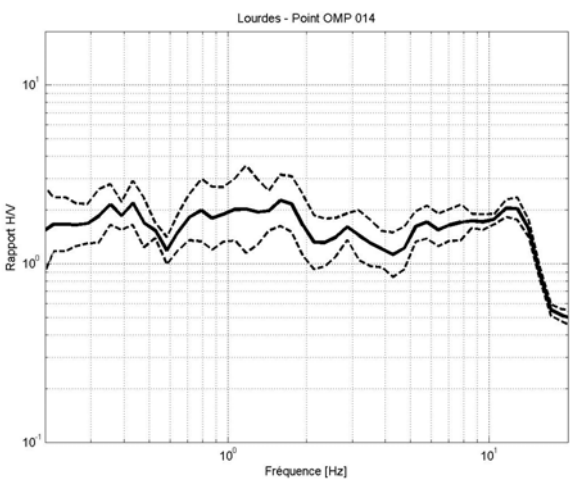
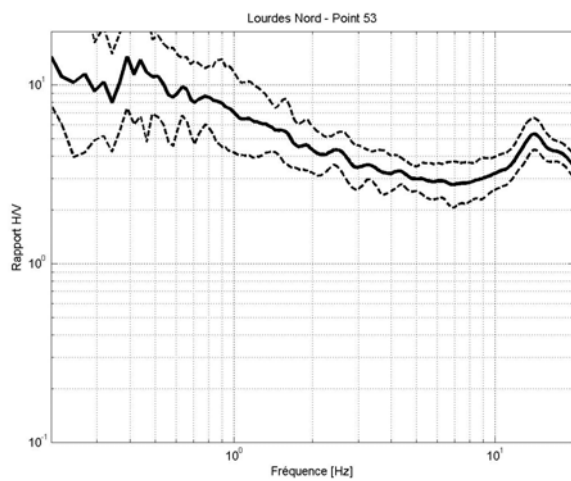
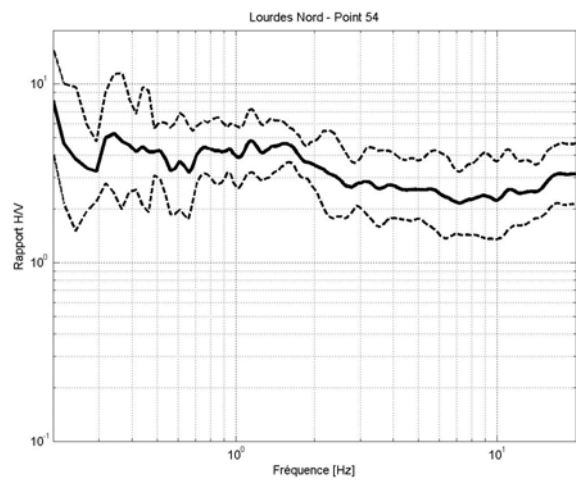
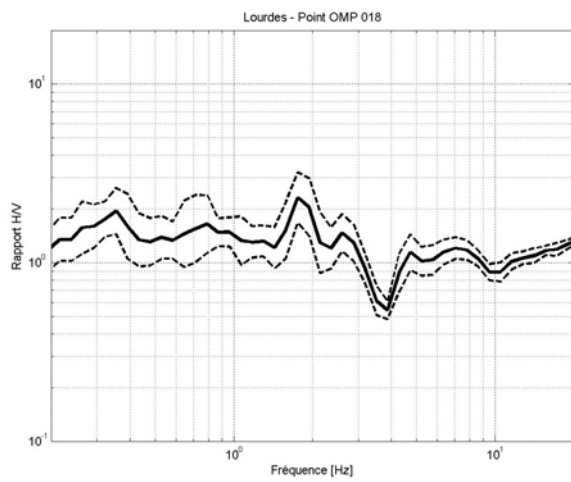
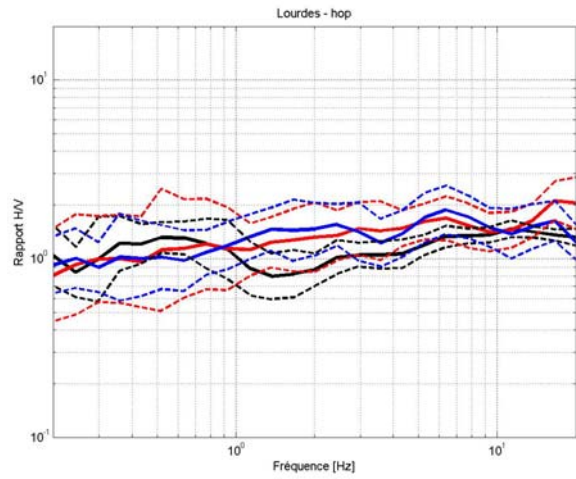
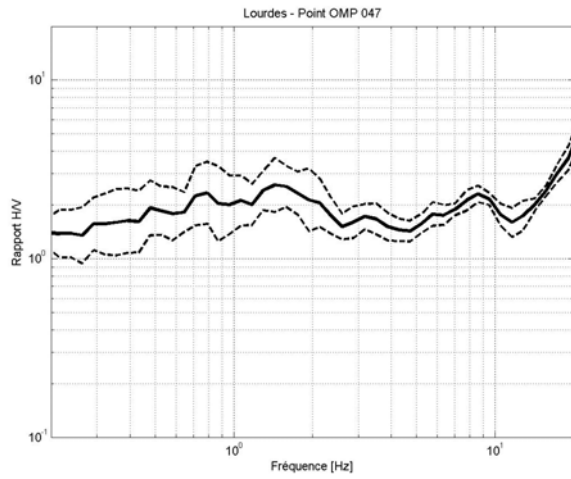
1.1 ZONE 0 : ROCHER

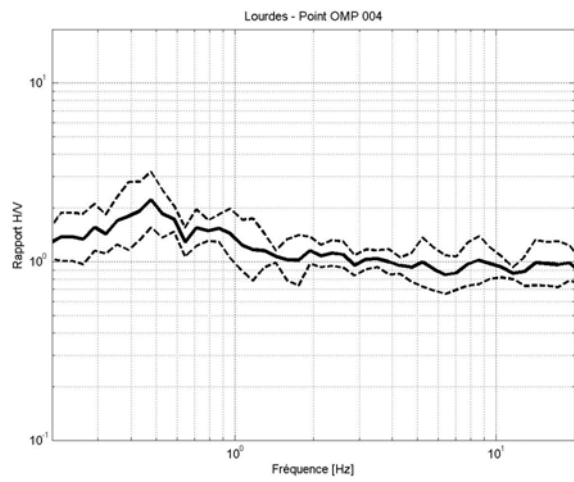
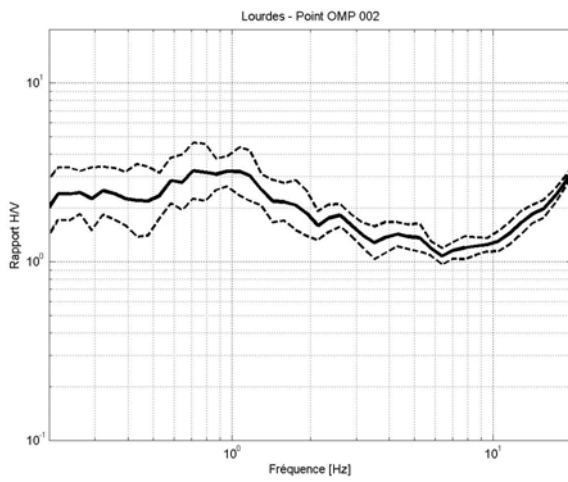
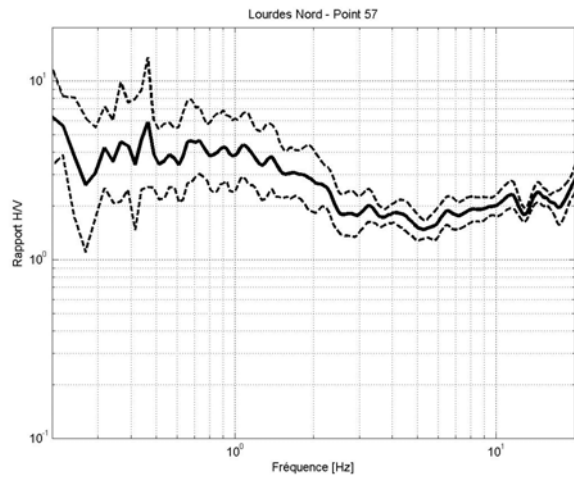
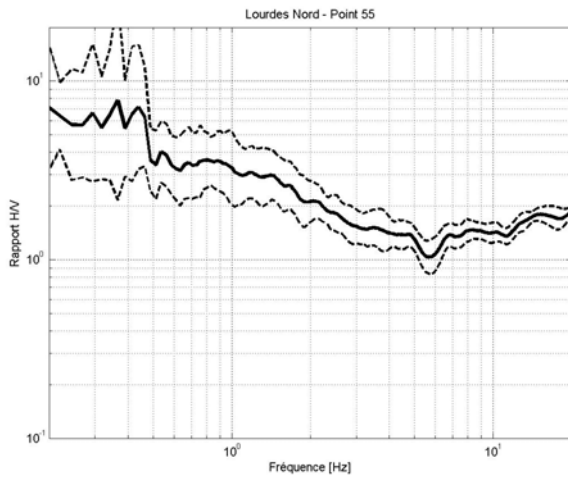
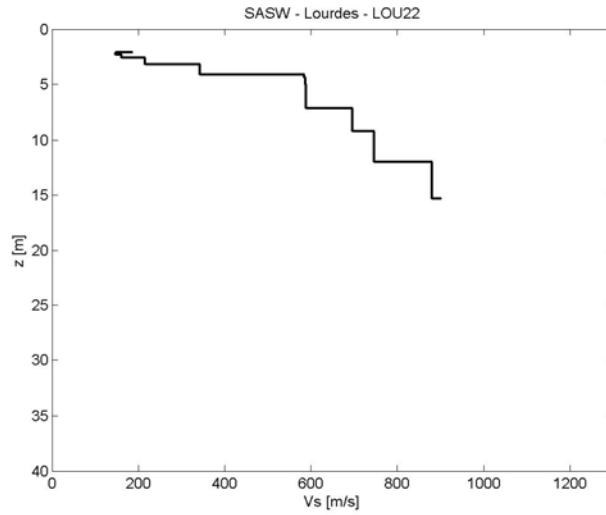


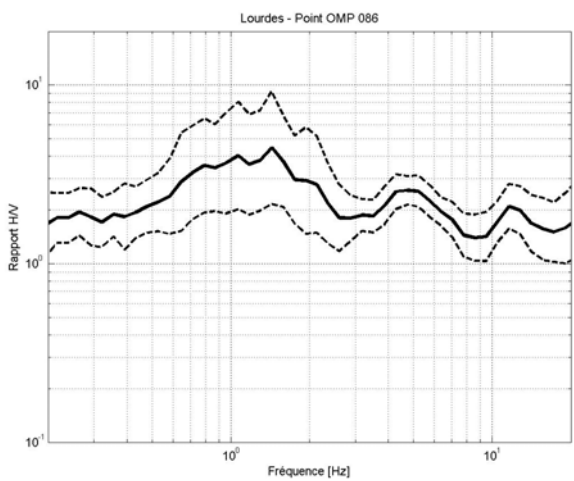
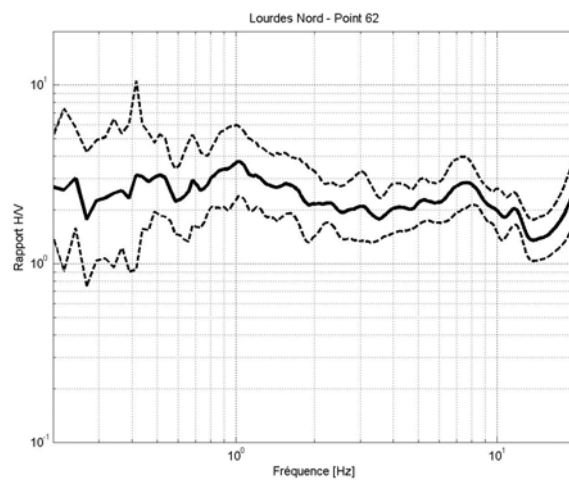
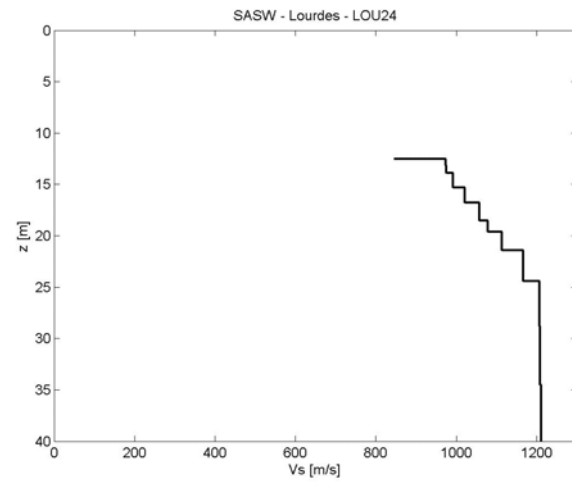
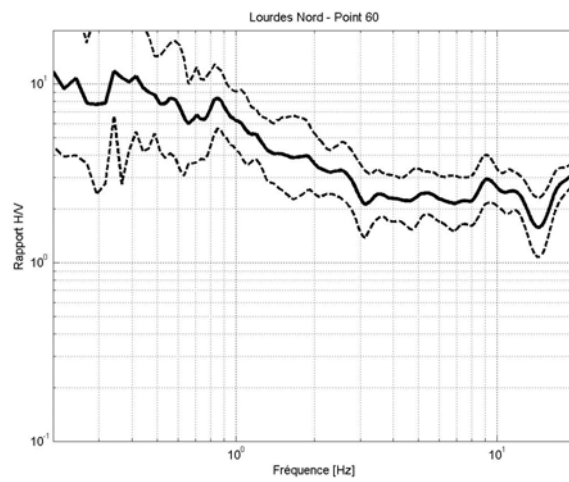
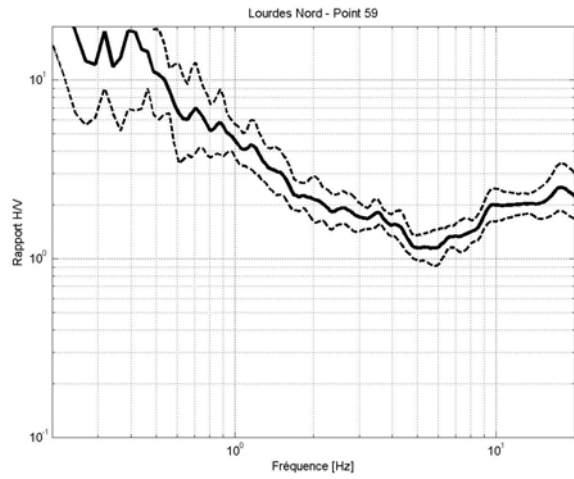
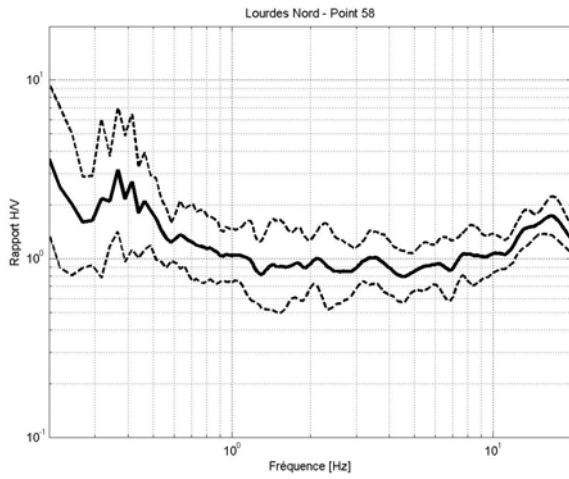


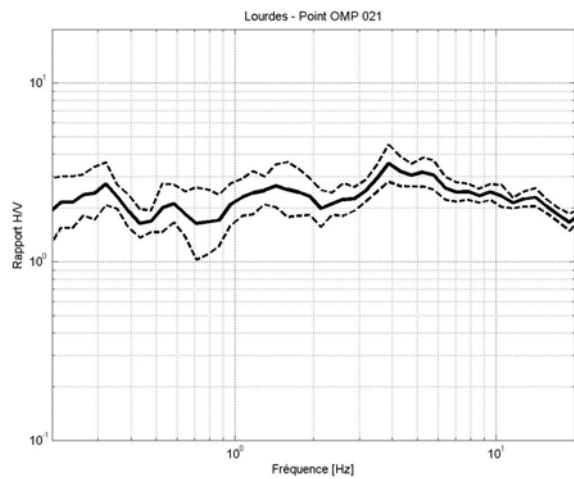
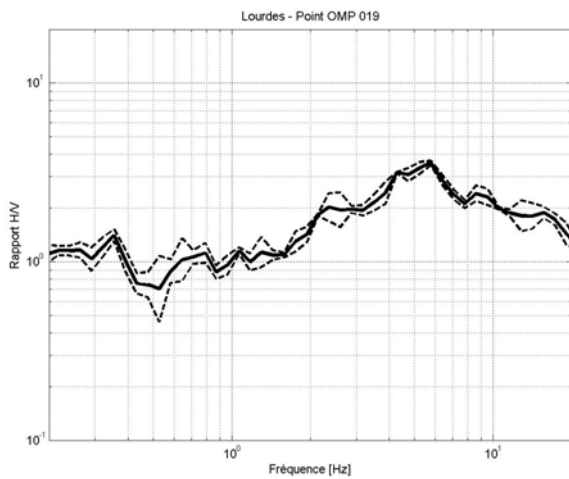
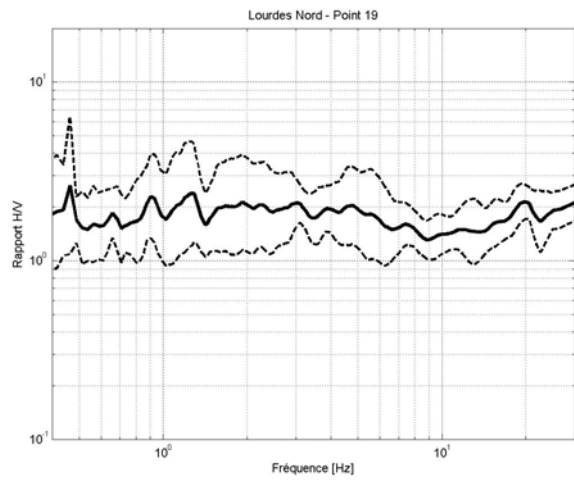
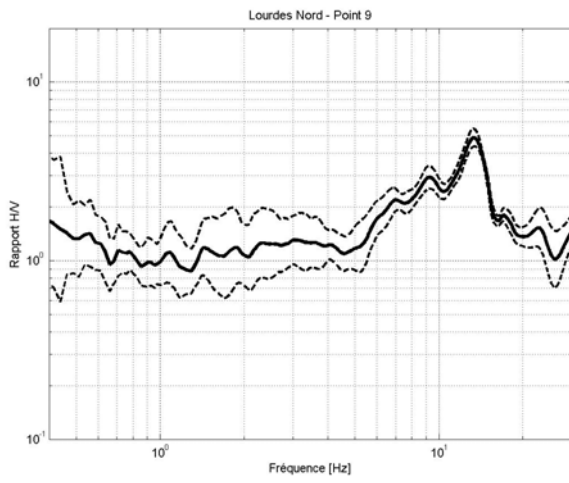
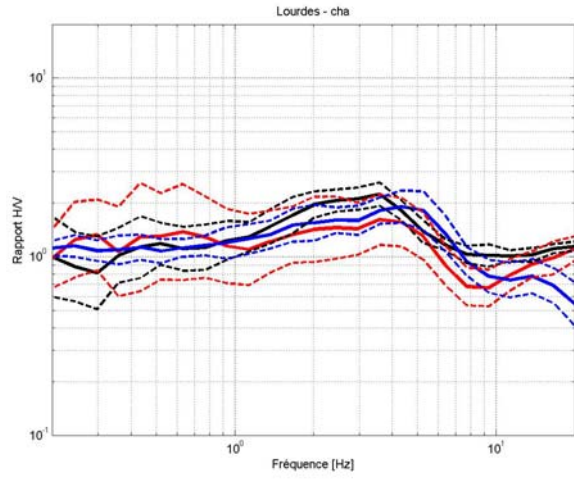
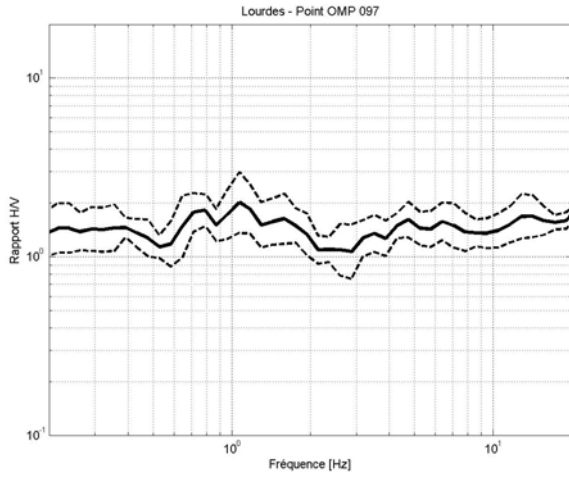


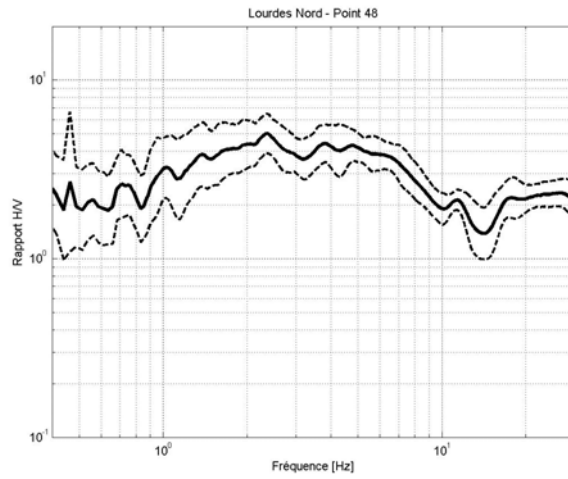




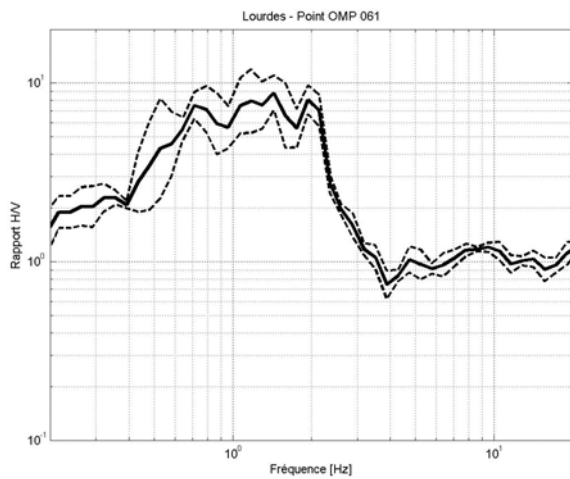
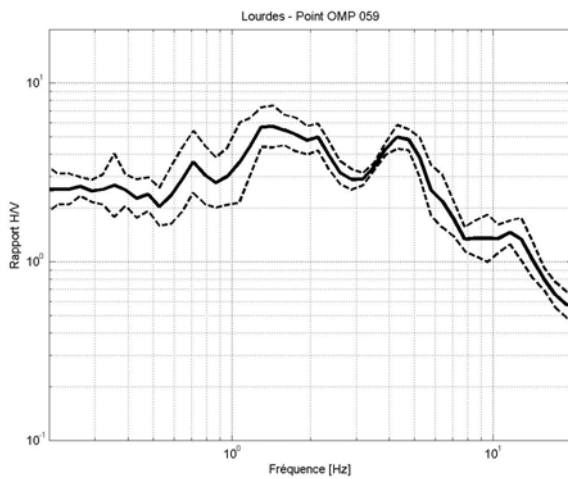
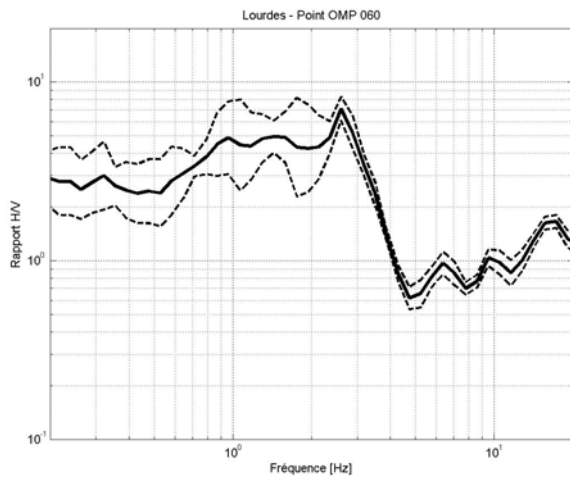
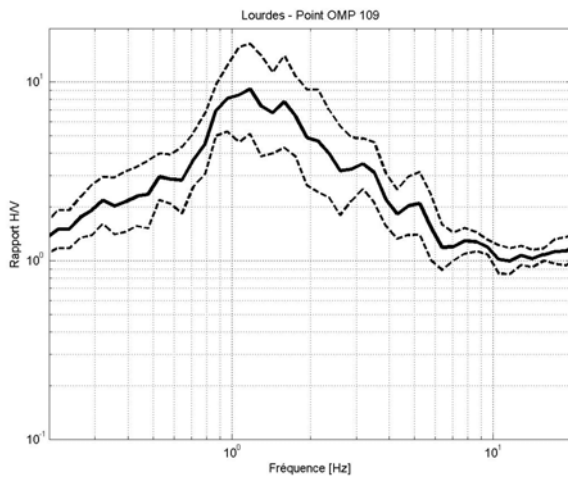


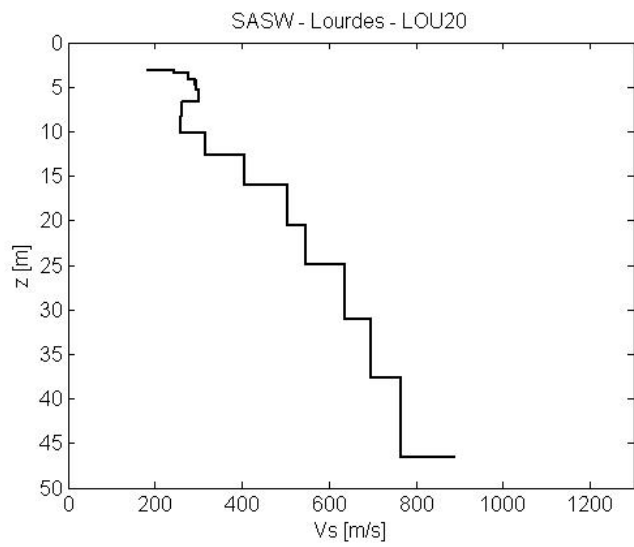
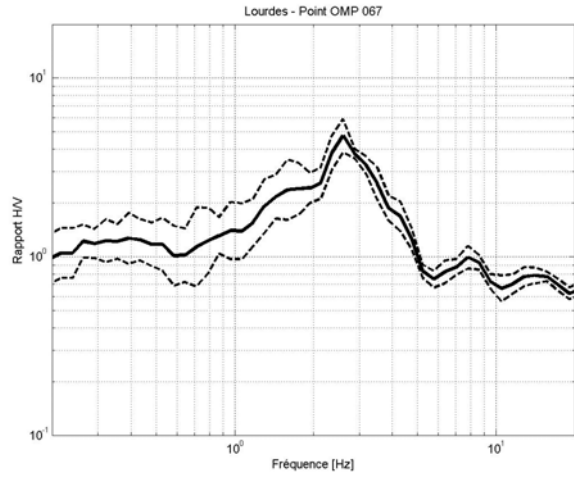
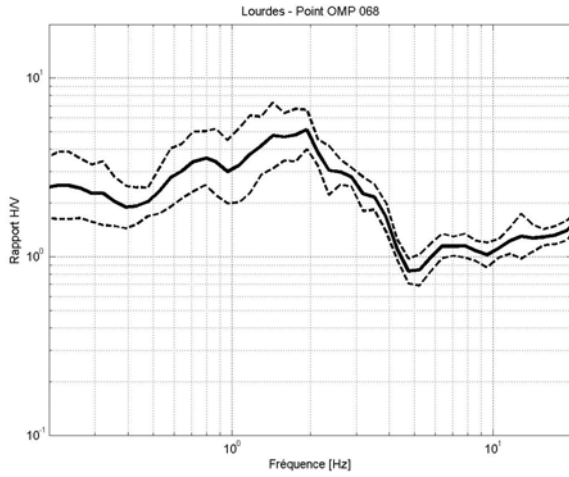




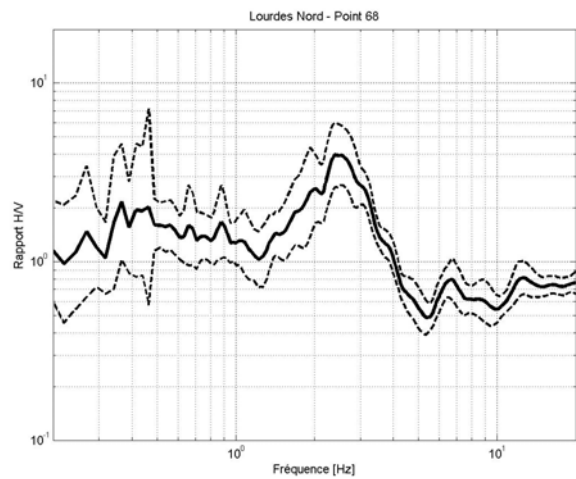
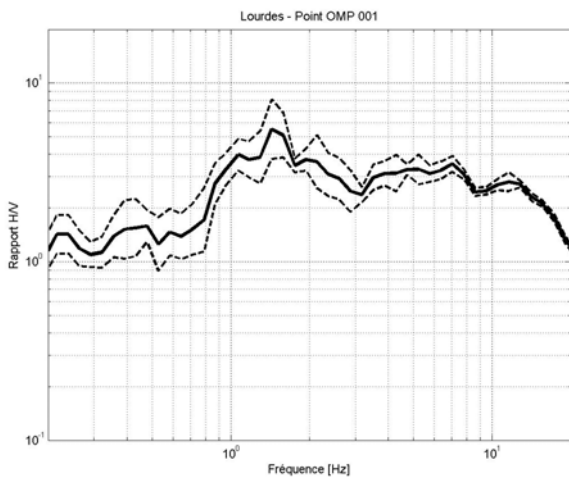


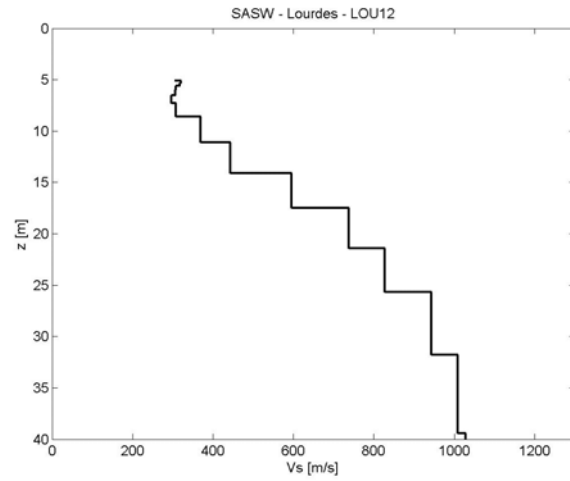
1.2 ZONE 1 : GAVE SUD



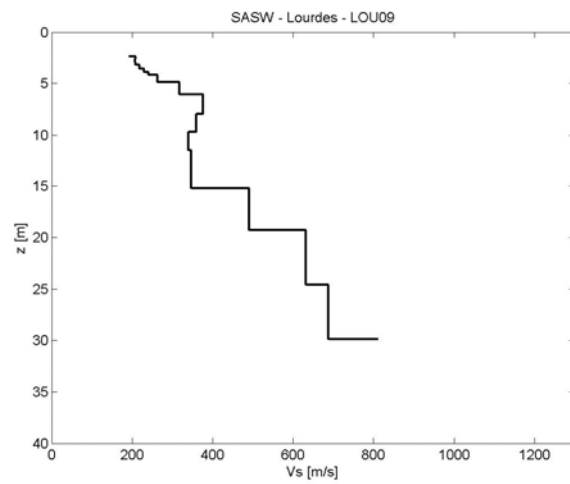


1.3 ZONE 2 : LAC DE LOURDES

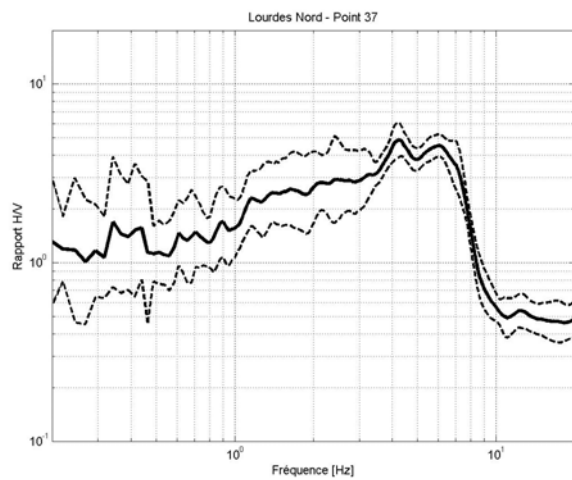
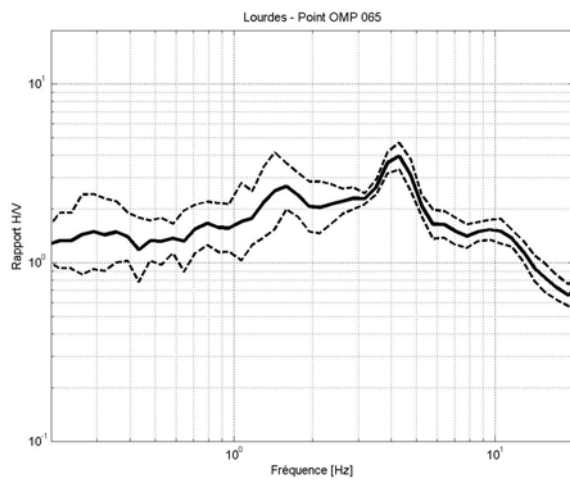


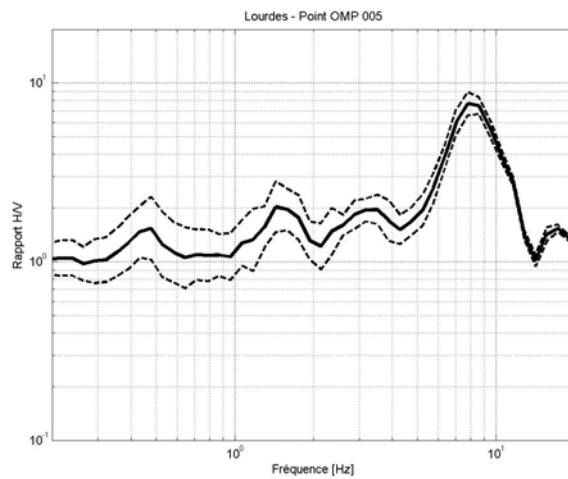
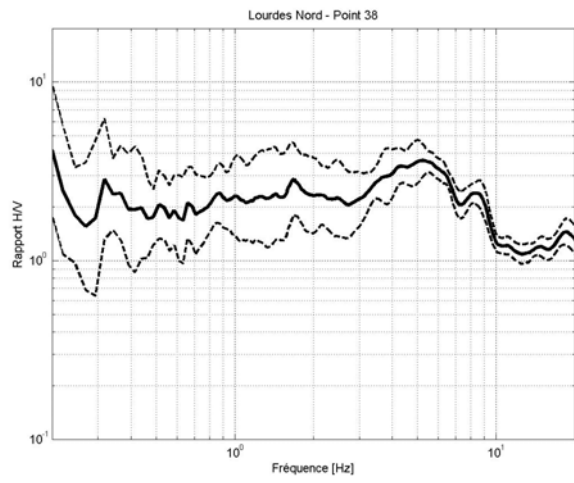
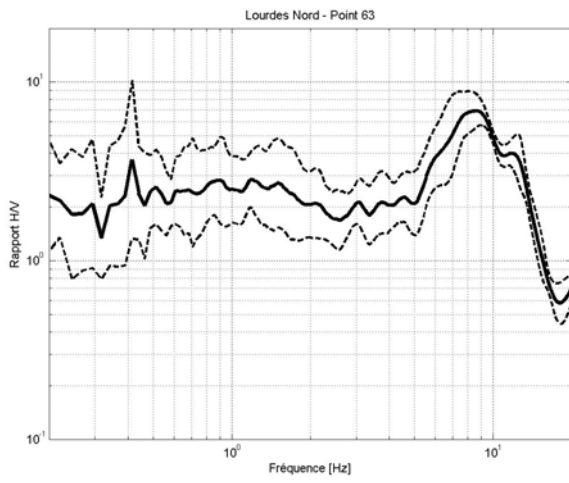
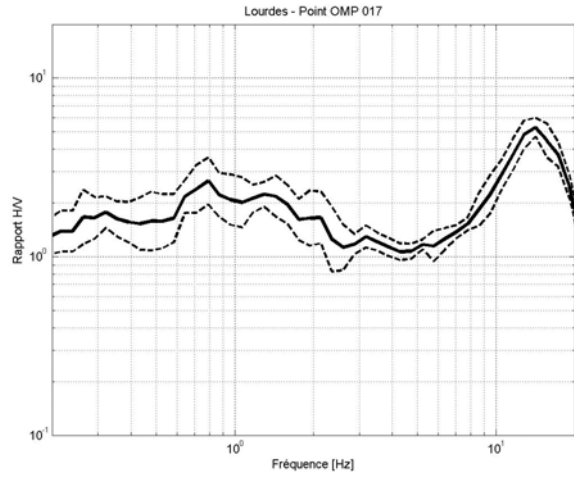
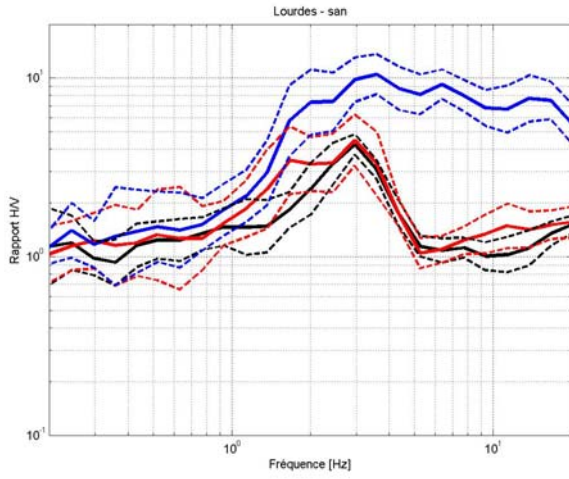


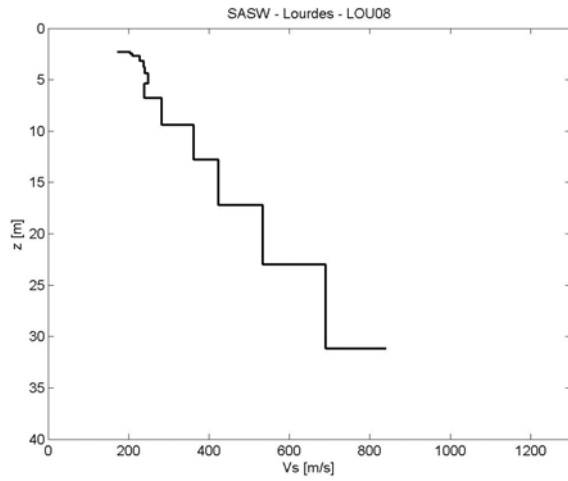
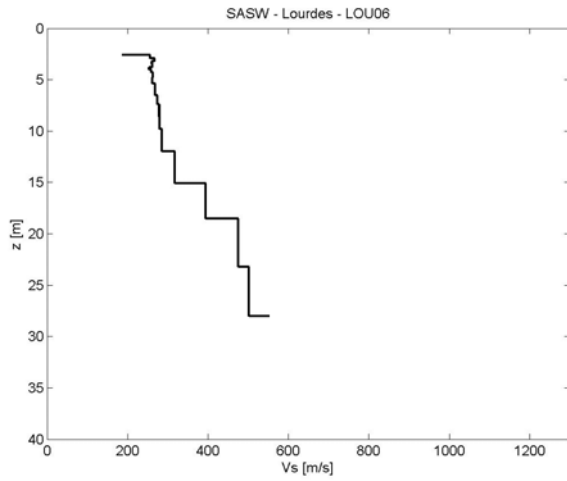
1.4 ZONE 3 : GAVE BASILIQUE



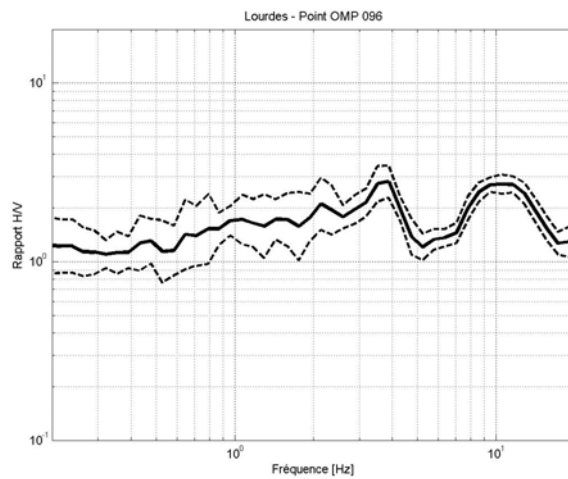
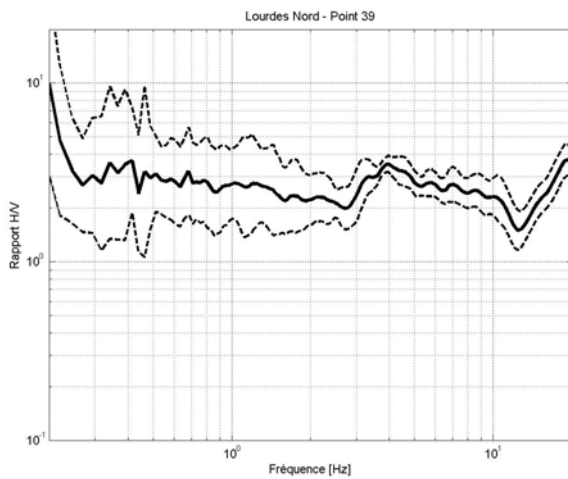
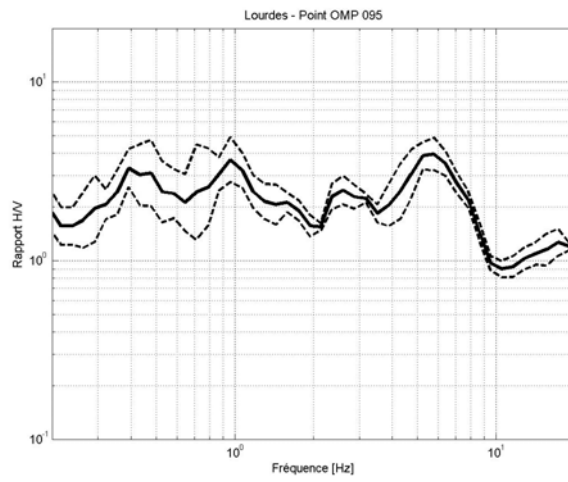
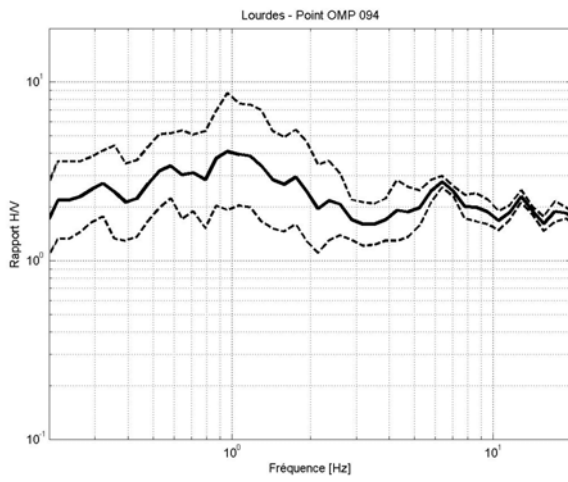
1.5 ZONE 4 : GAVE OUEST

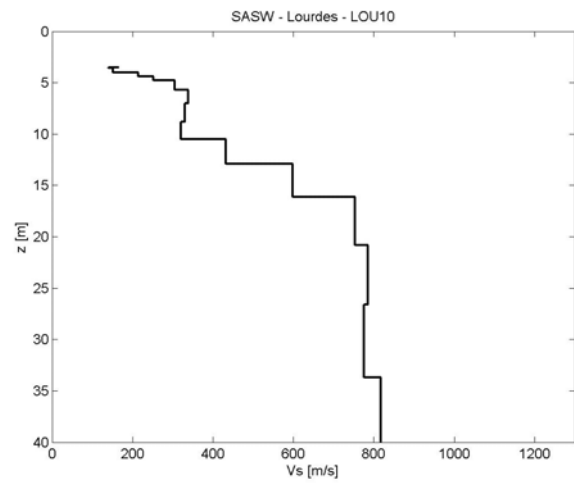
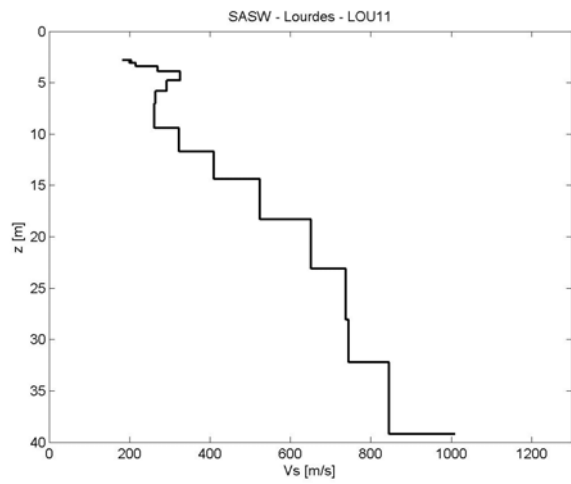
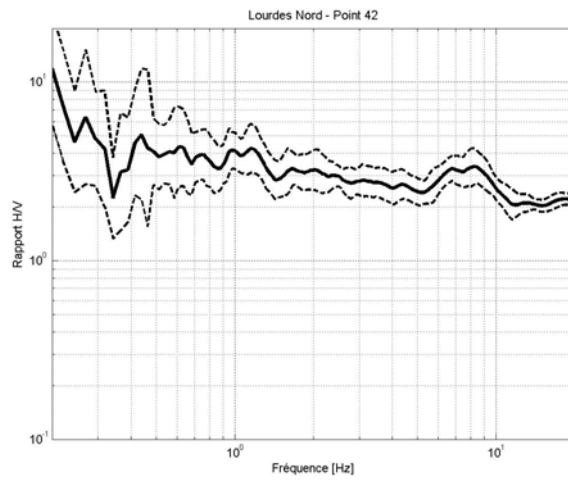
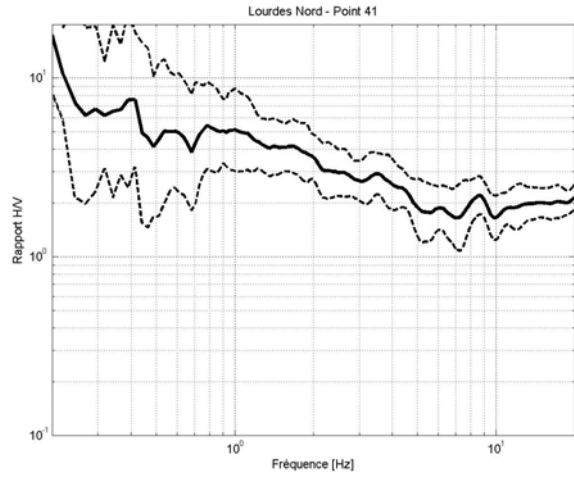
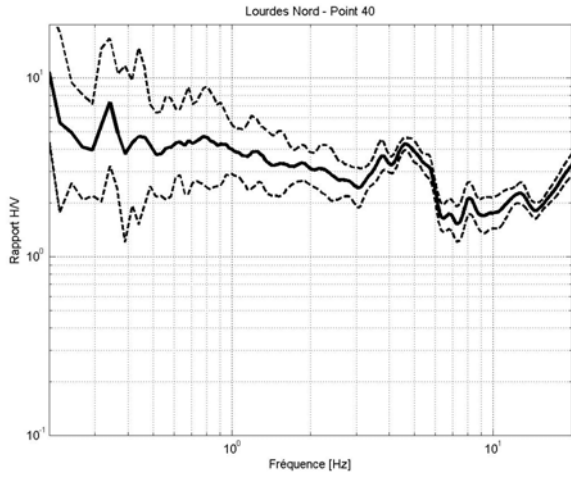




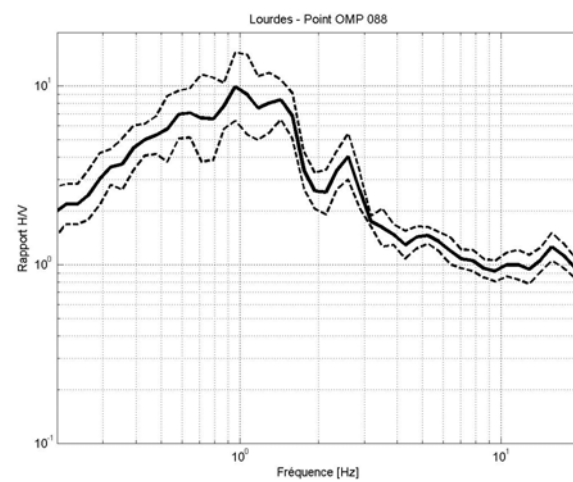
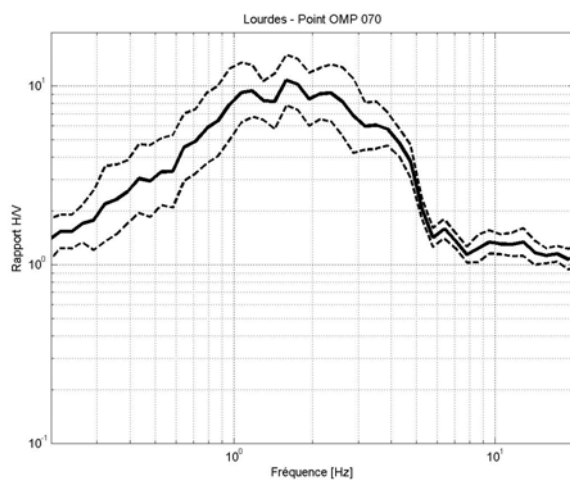
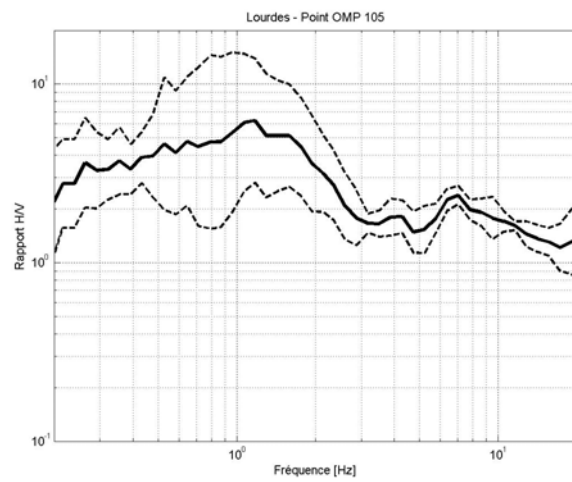
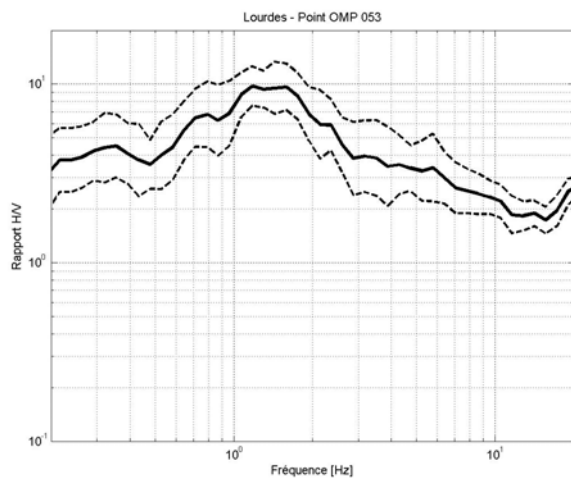
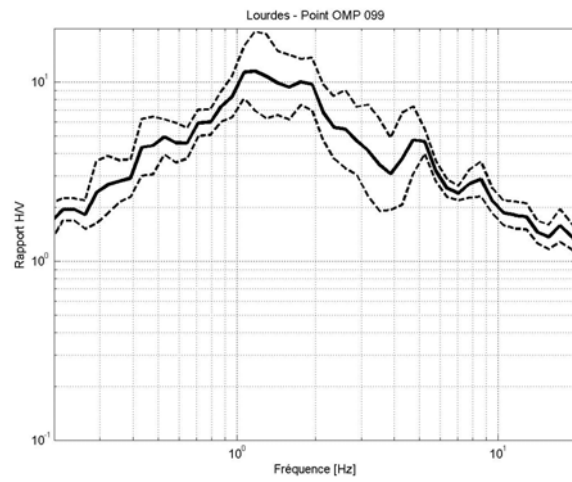
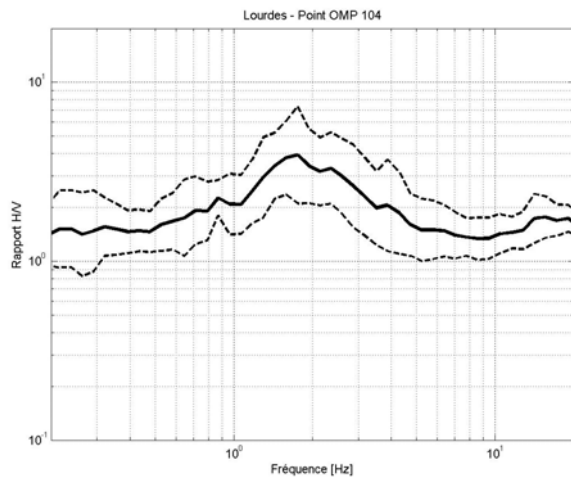


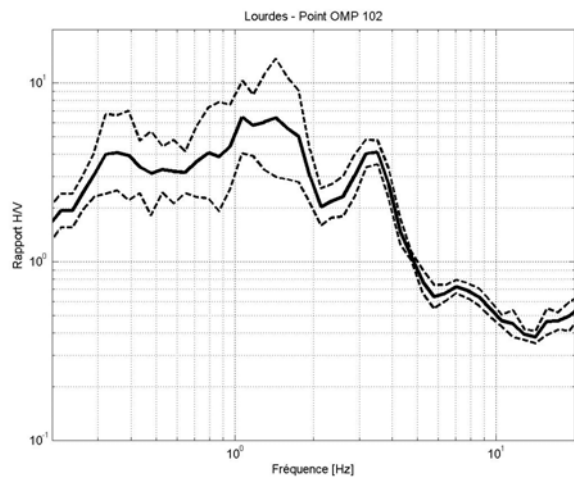
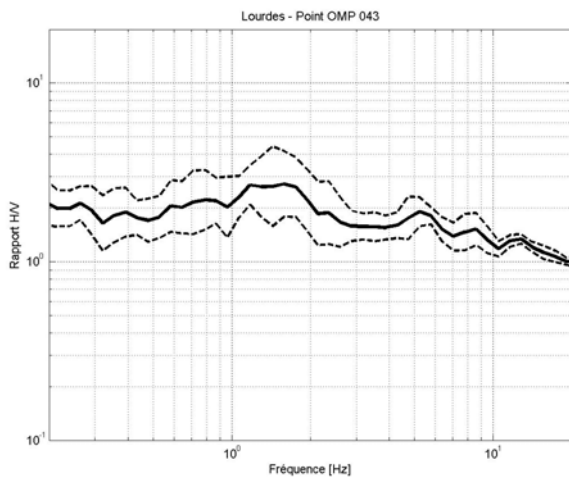
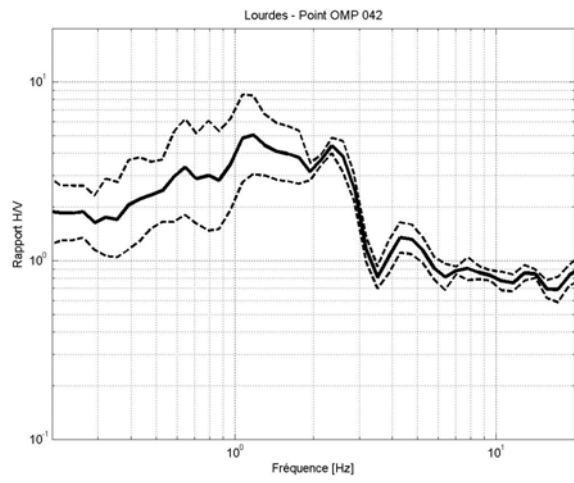
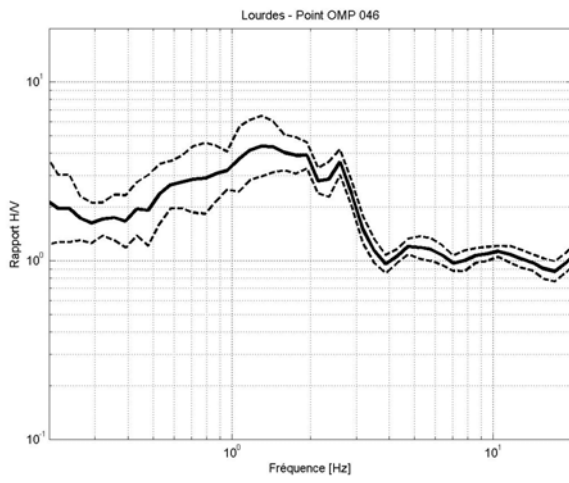
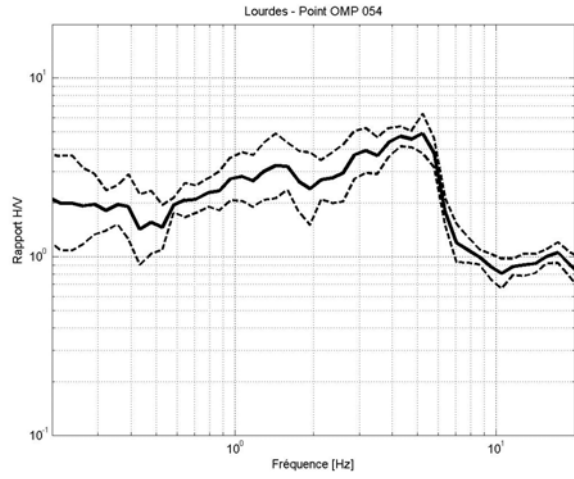
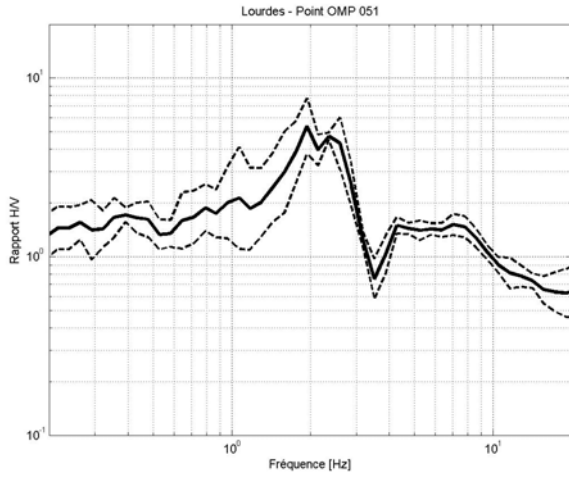
1.6 ZONE 5 : MORAINES ABBADIE

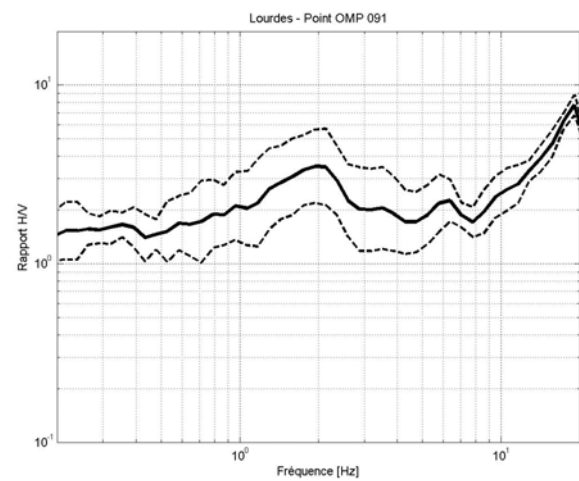
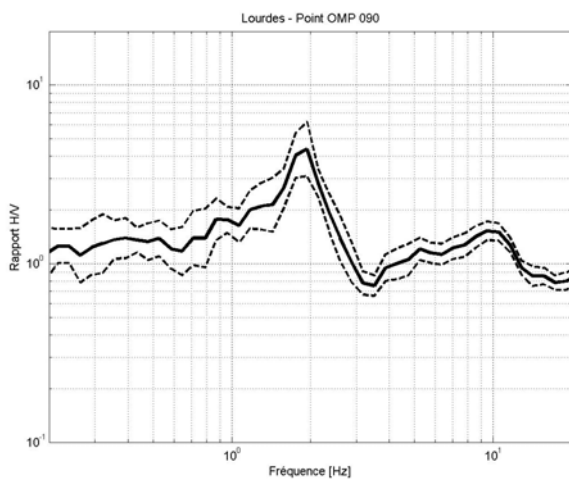
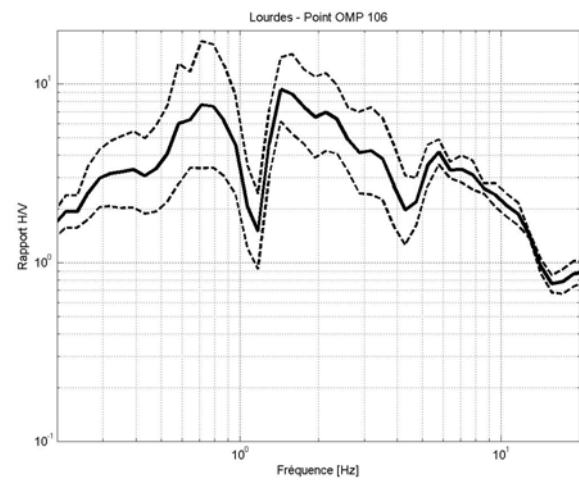
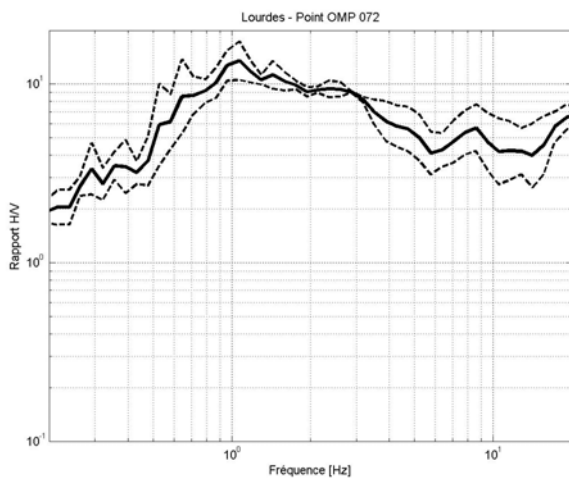
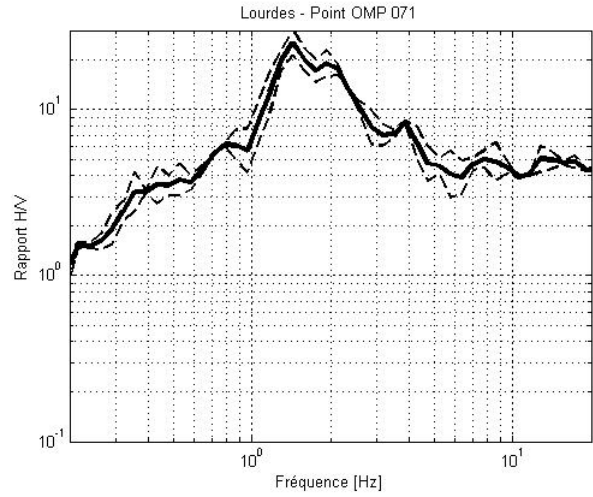
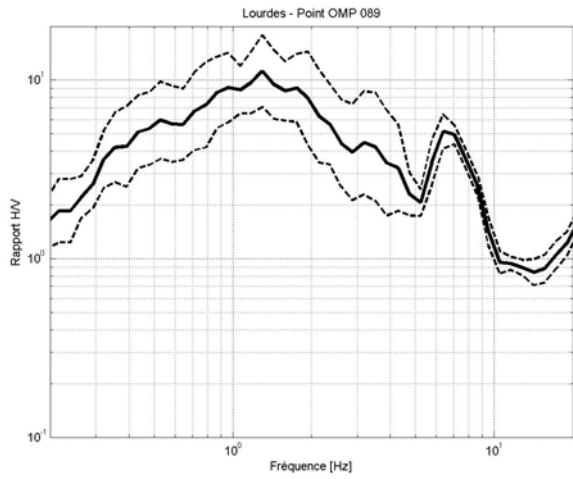


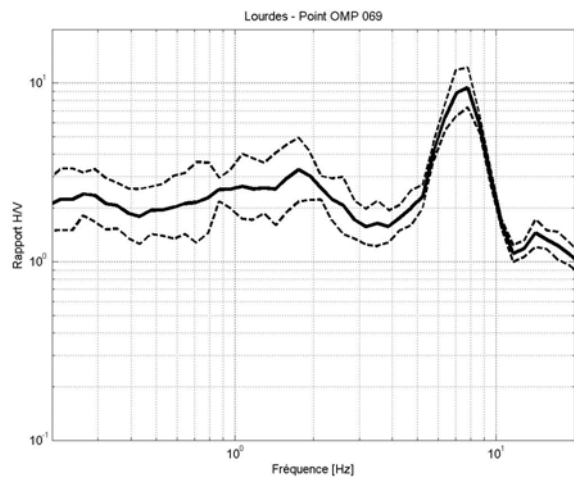
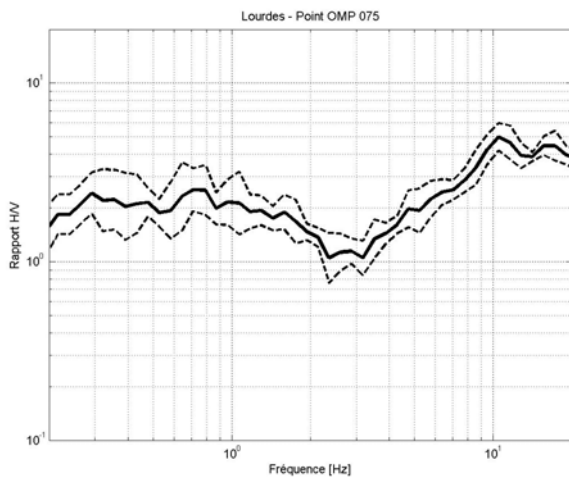
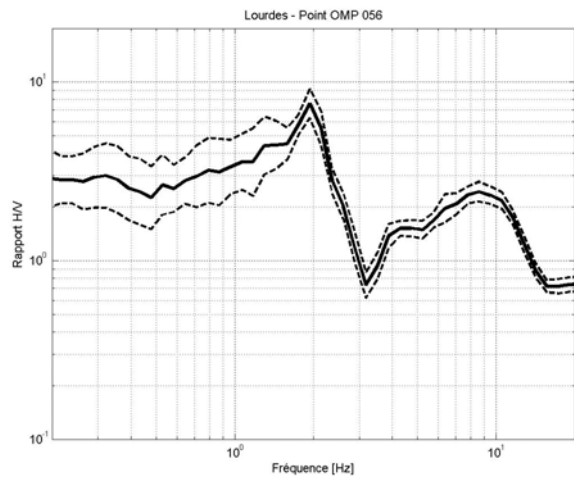
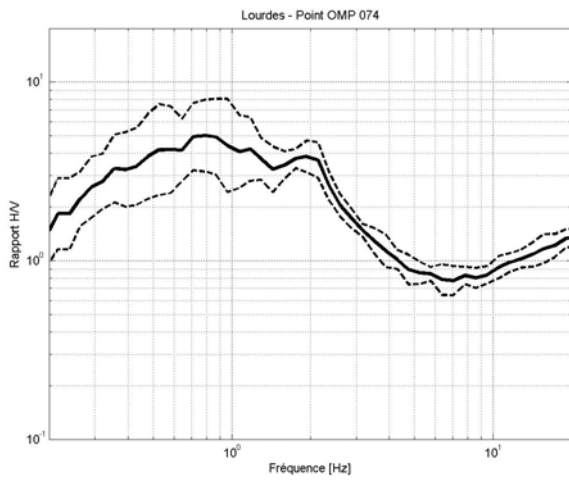
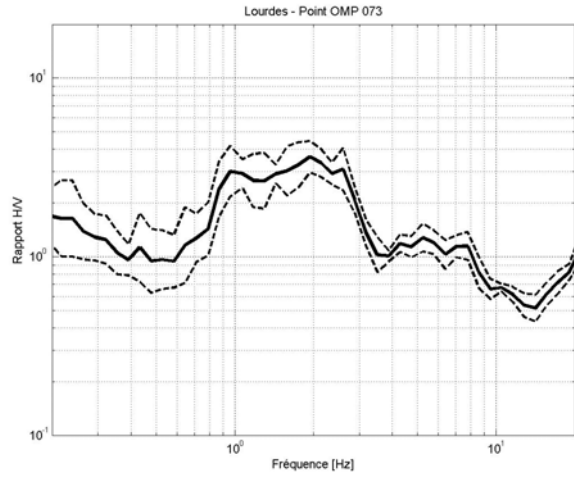
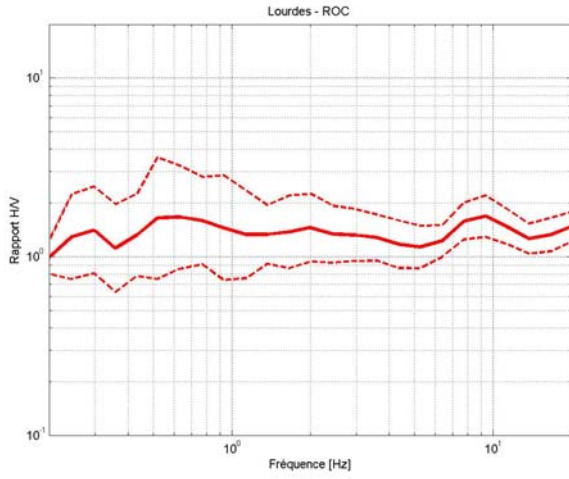


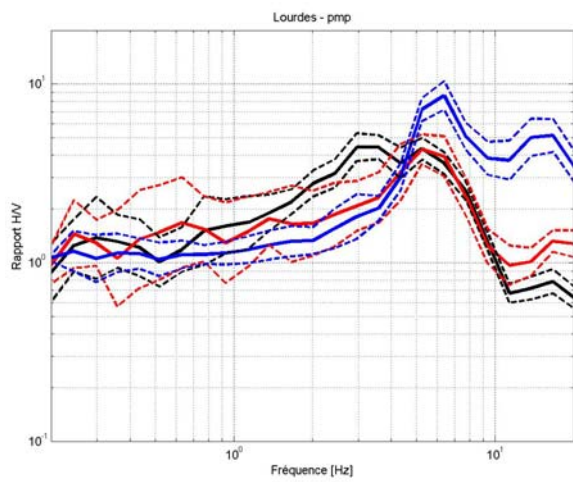
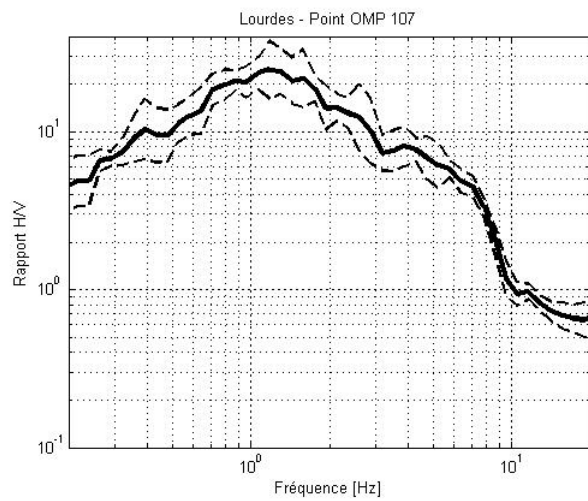
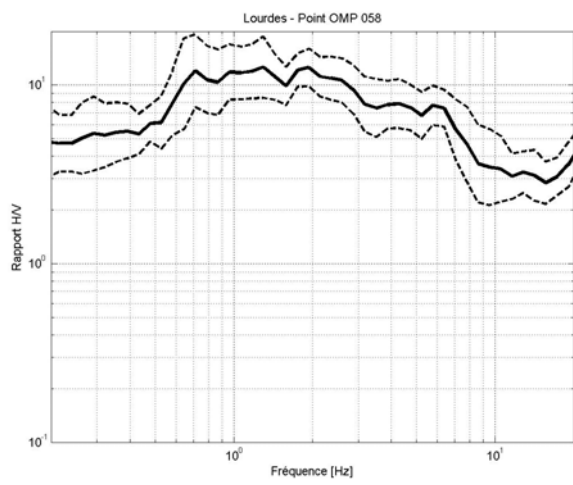
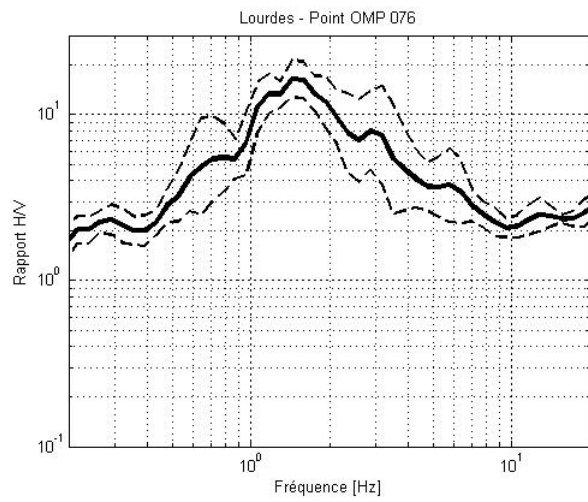
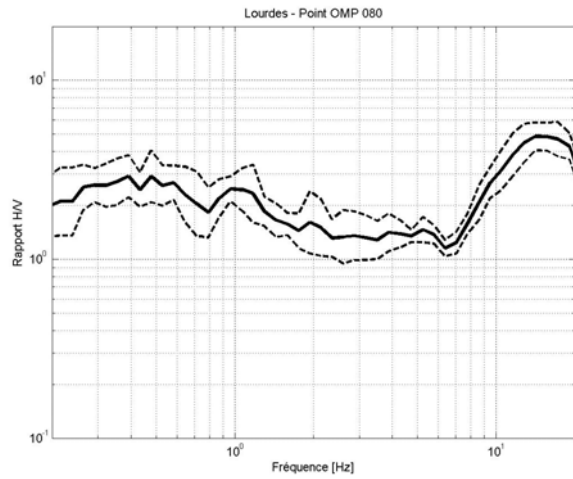
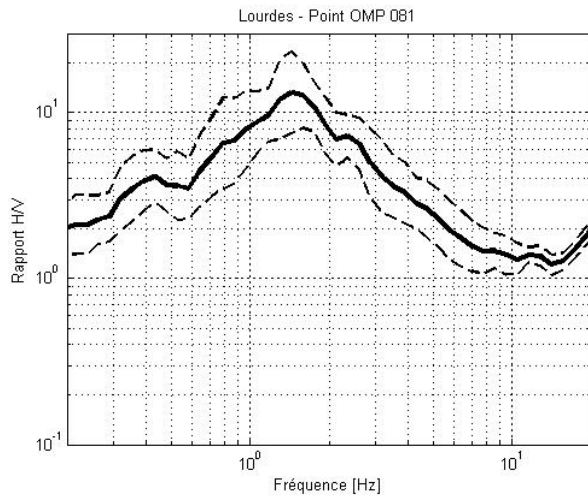
1.7 ZONE 6 : ALLUVIONS CENTRE

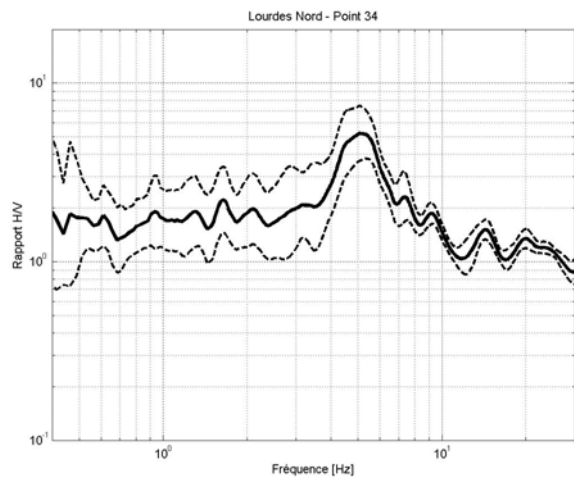
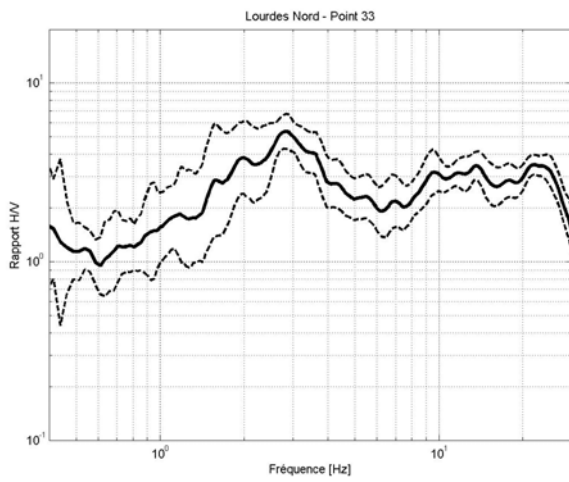
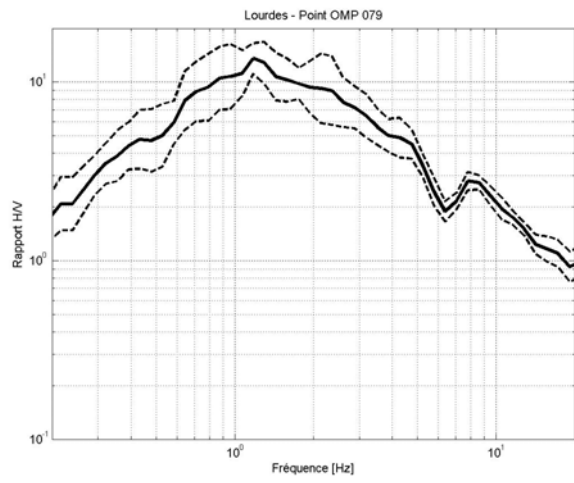
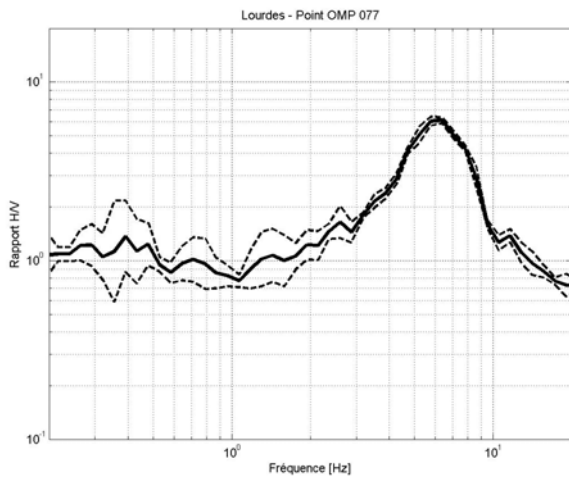
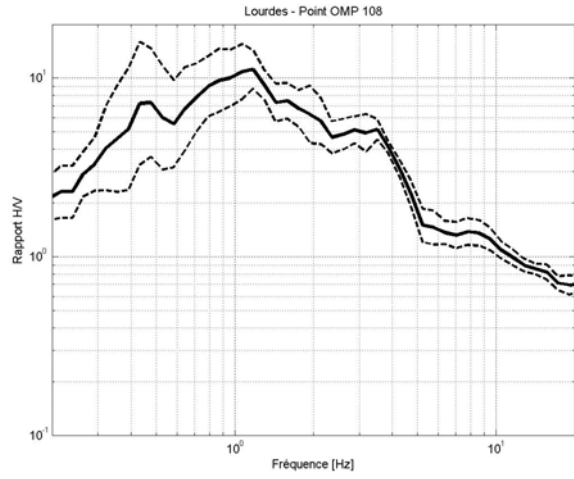
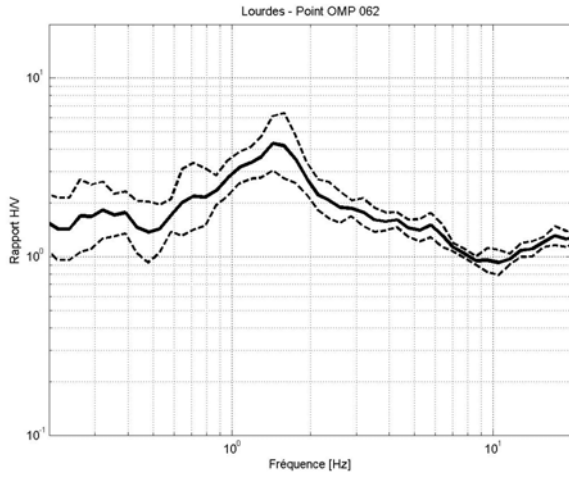


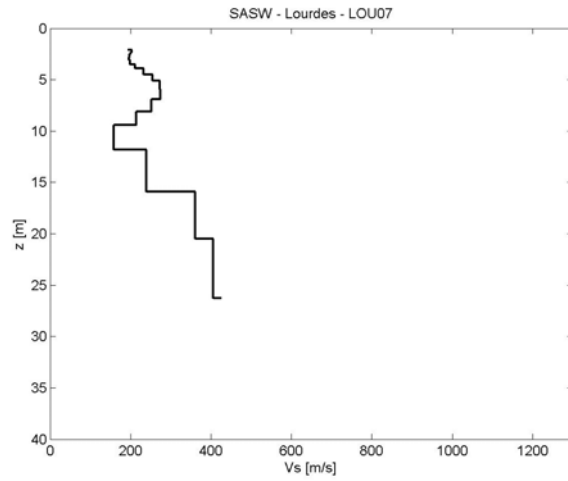
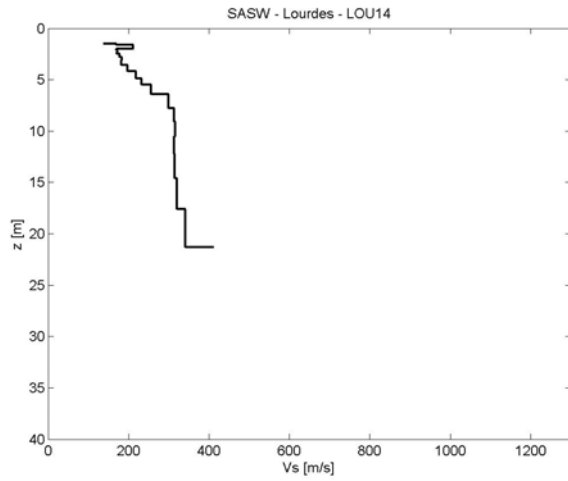




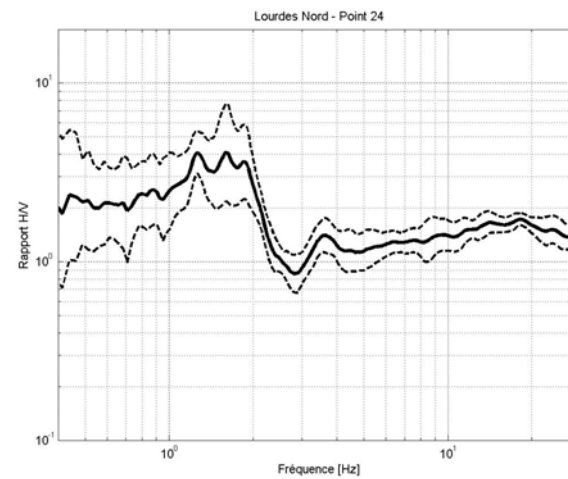
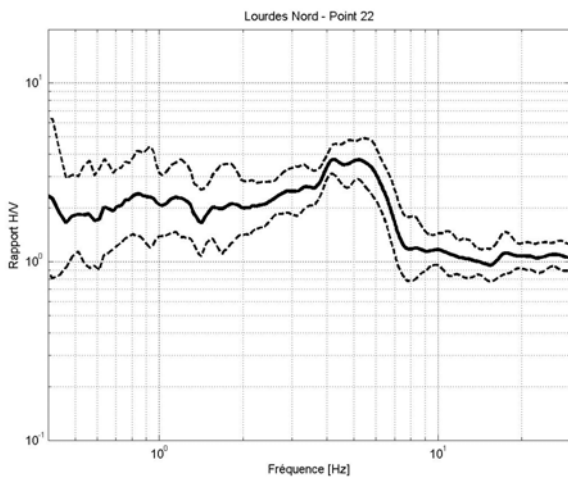
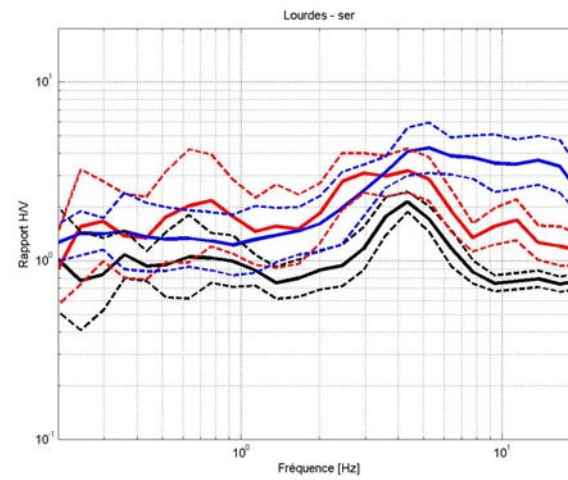
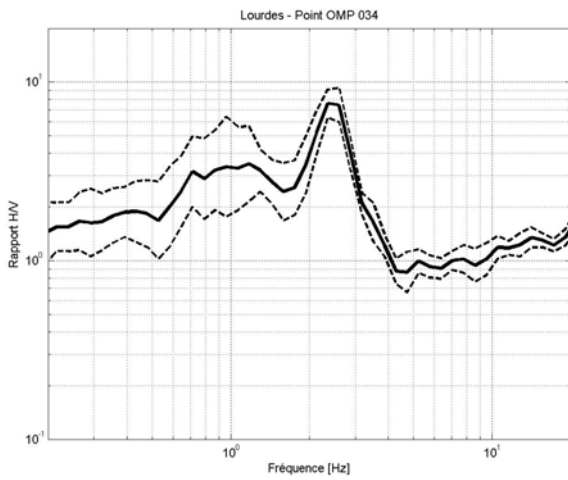


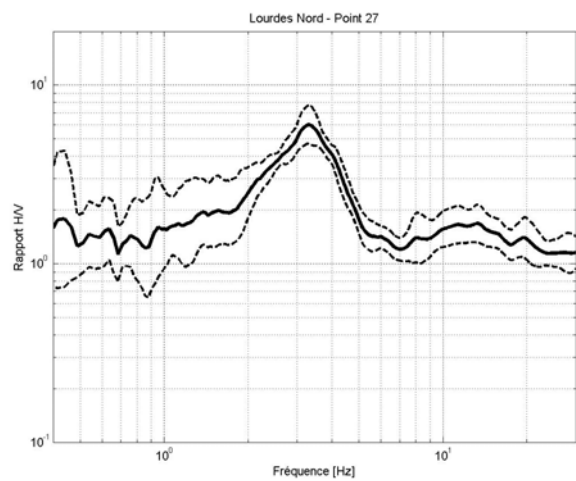
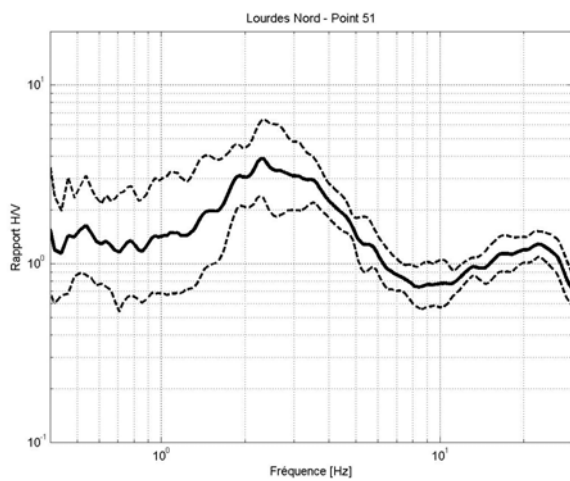
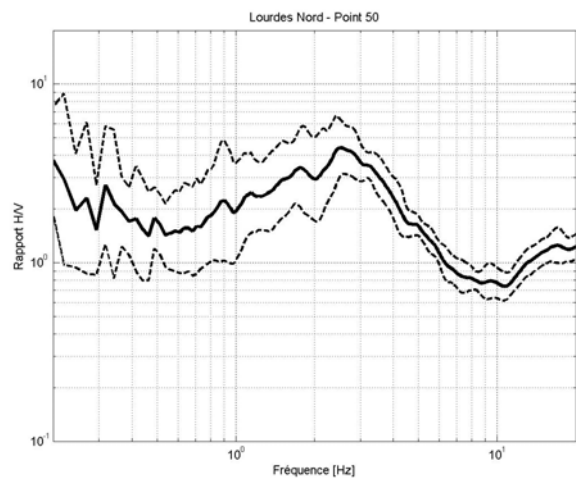
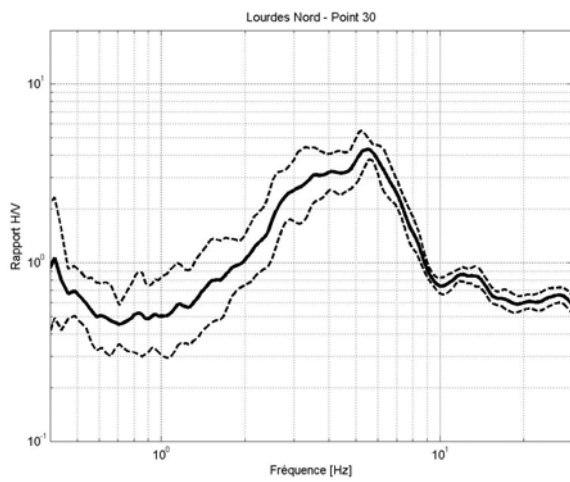
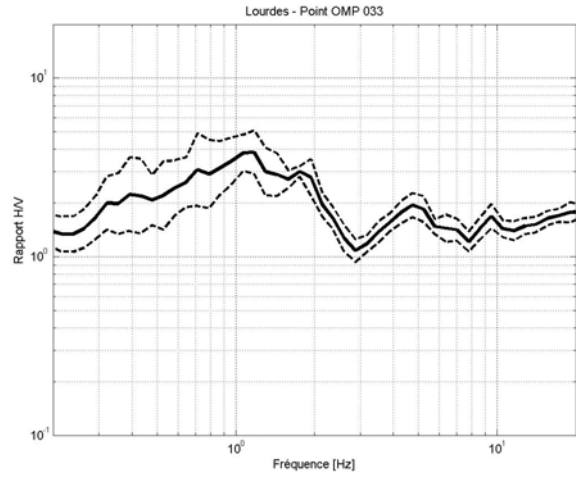
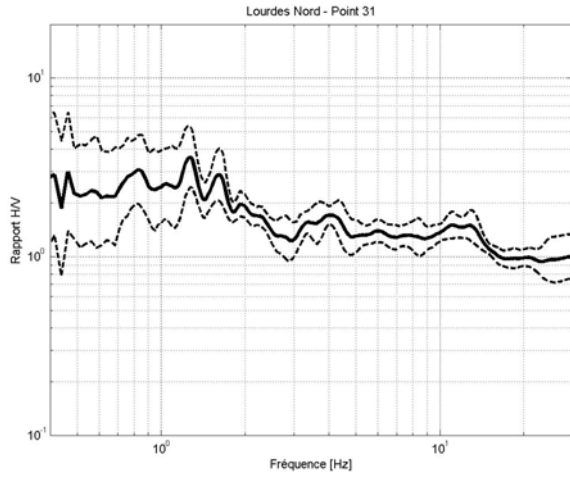


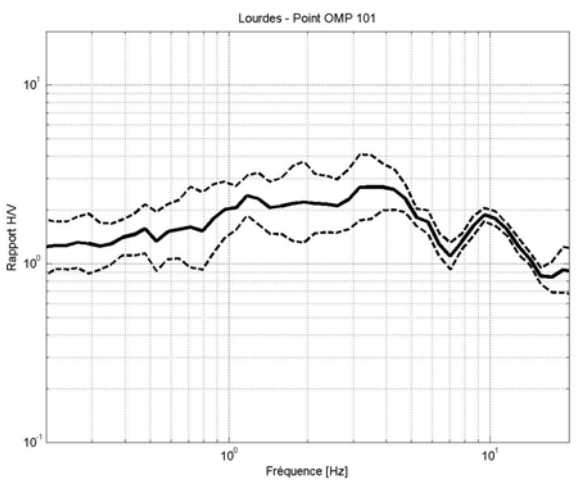
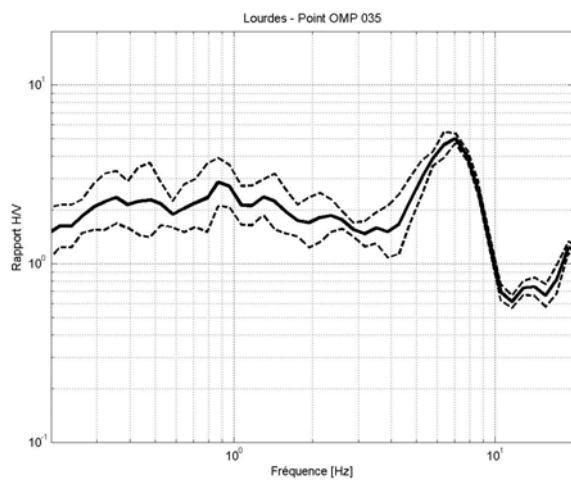
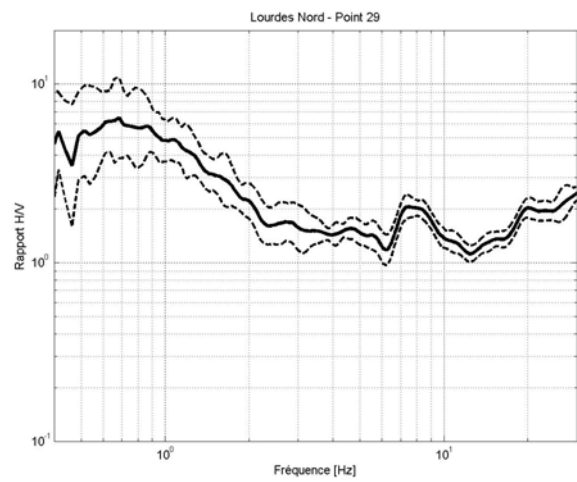
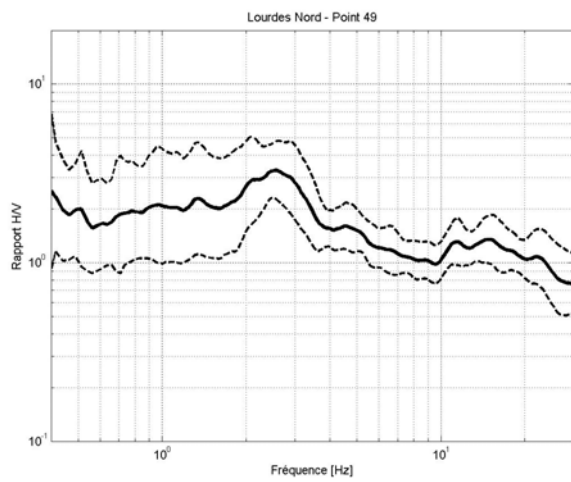
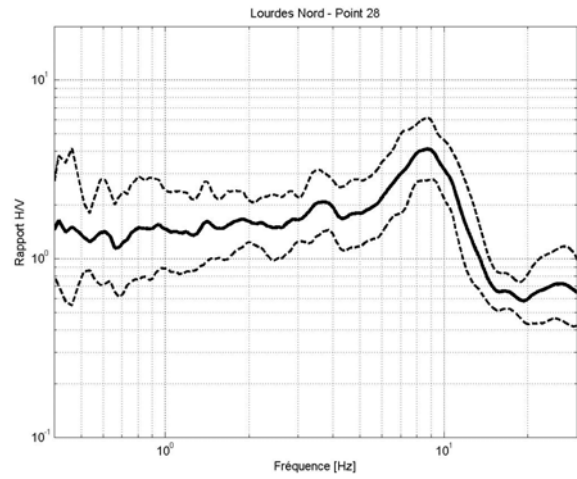
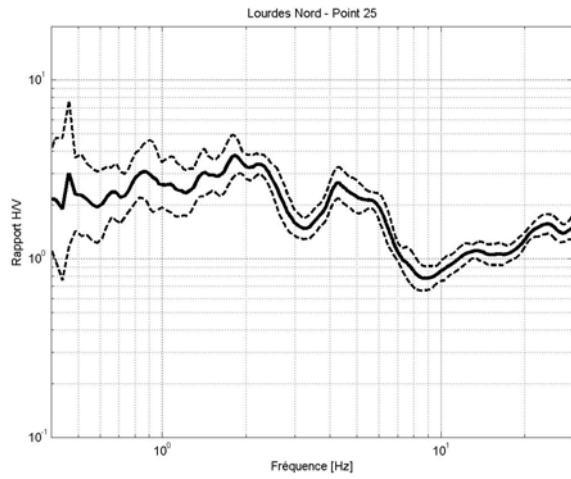


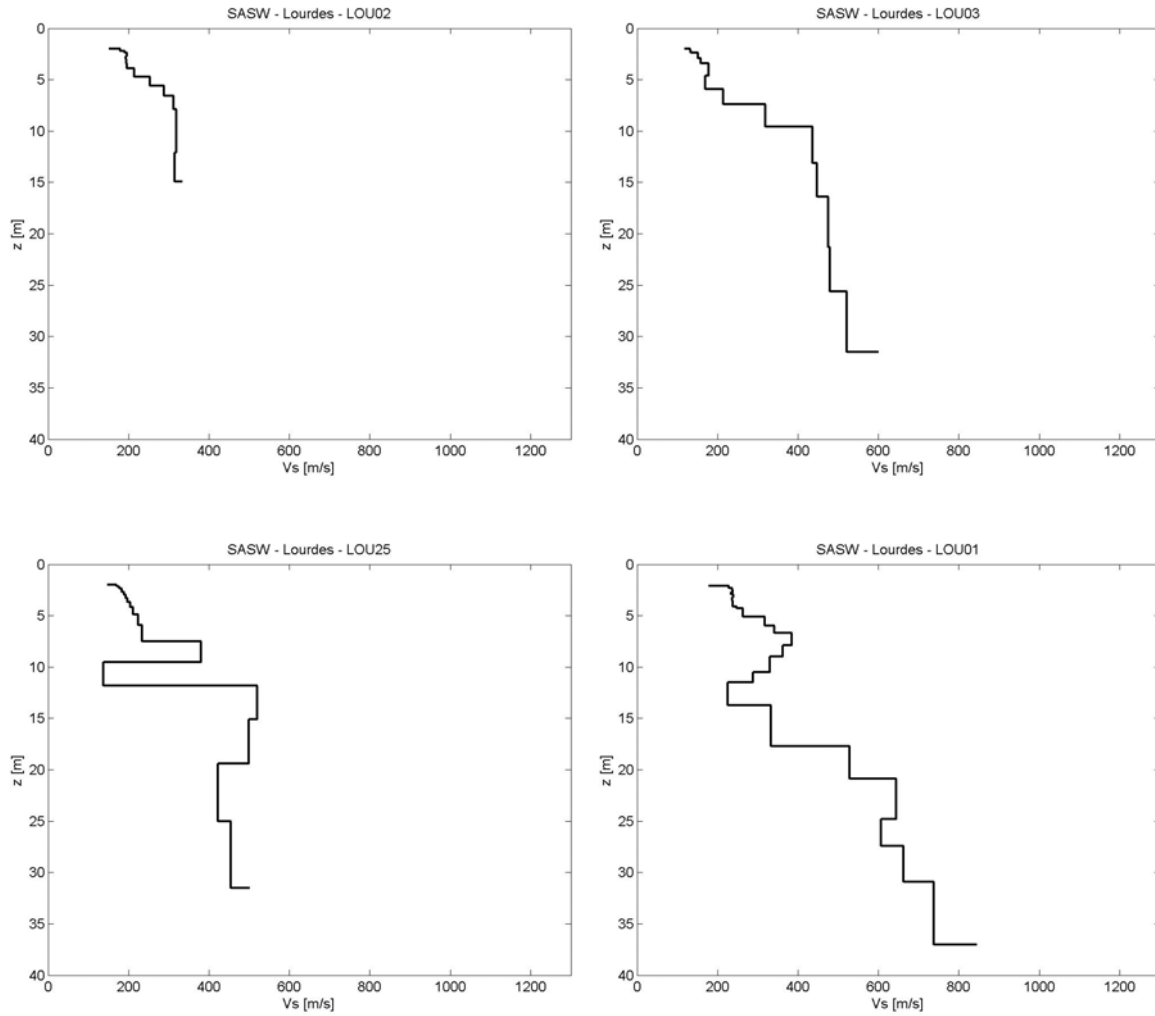


1.8 ZONE 7 : ALLUVIONS ANCLADES

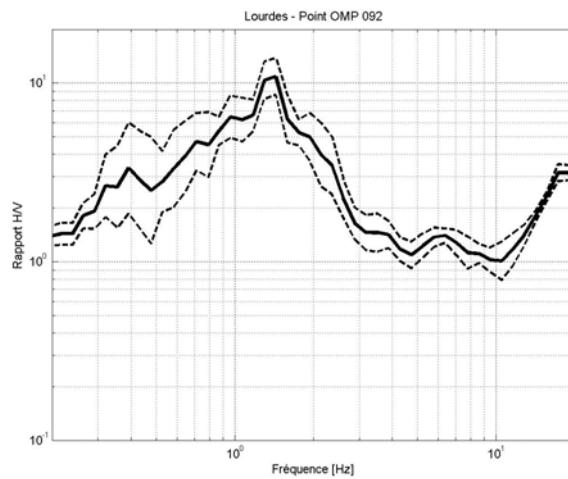




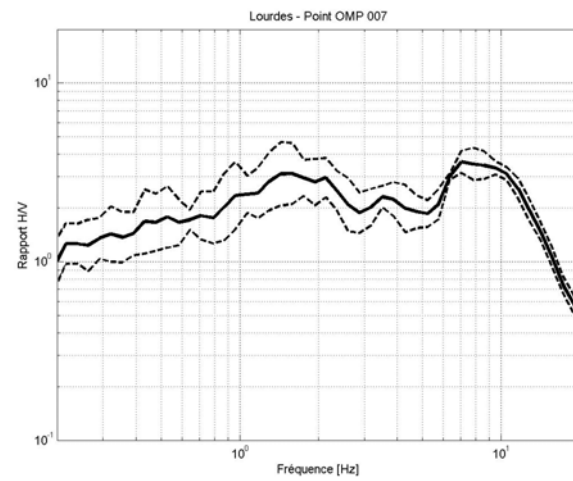
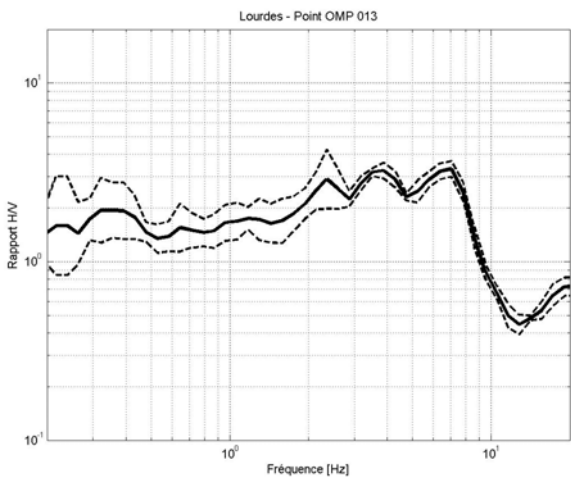
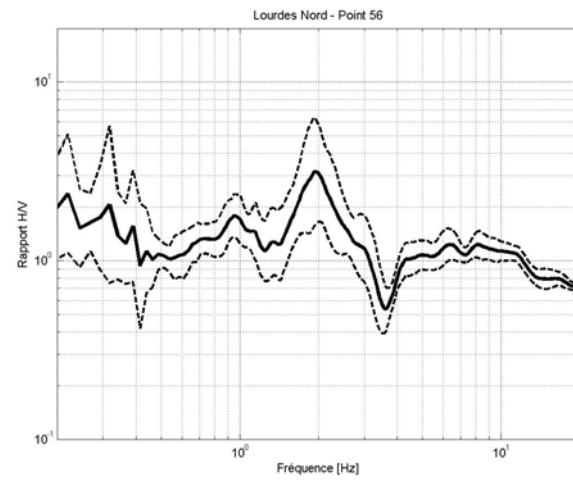
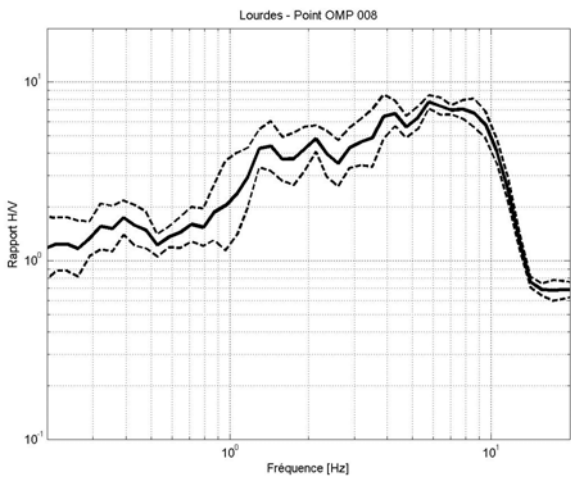
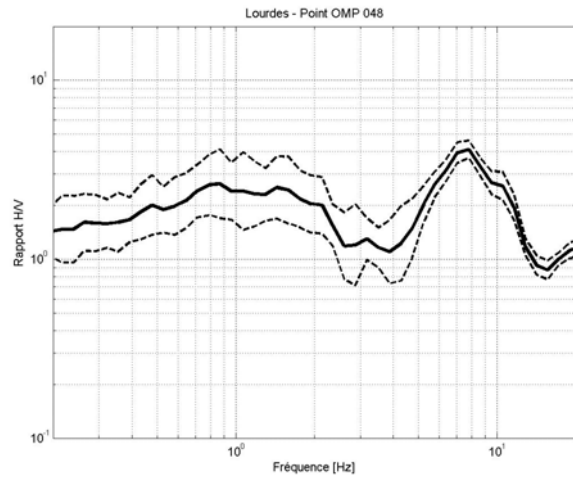
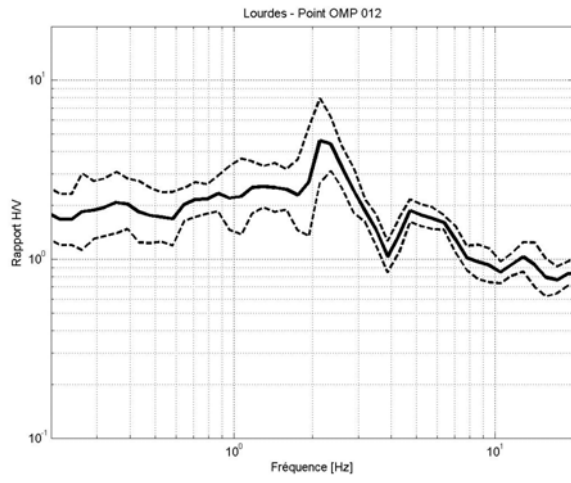


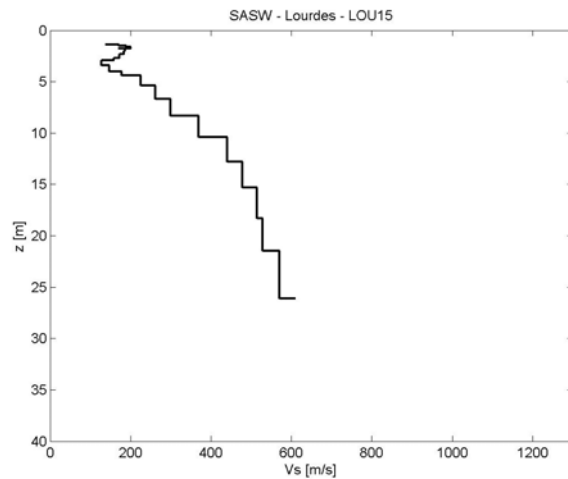
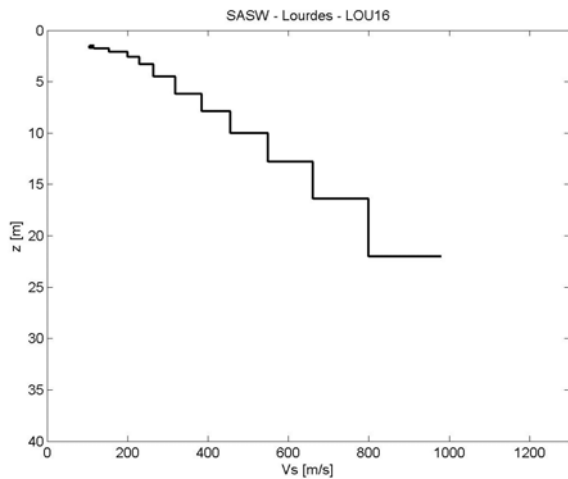
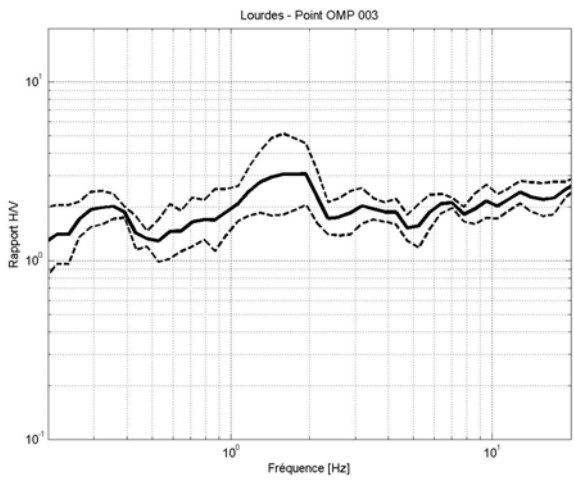
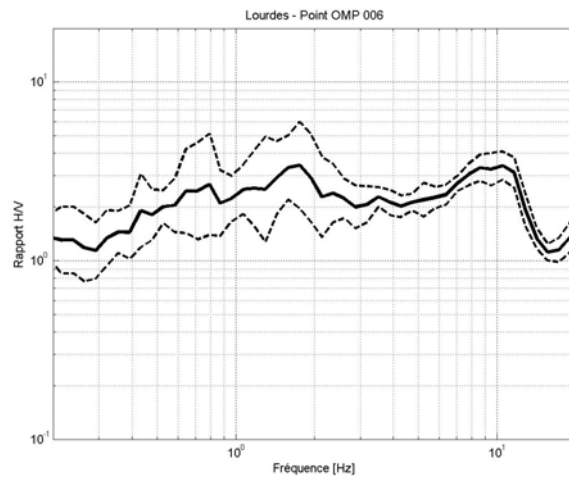
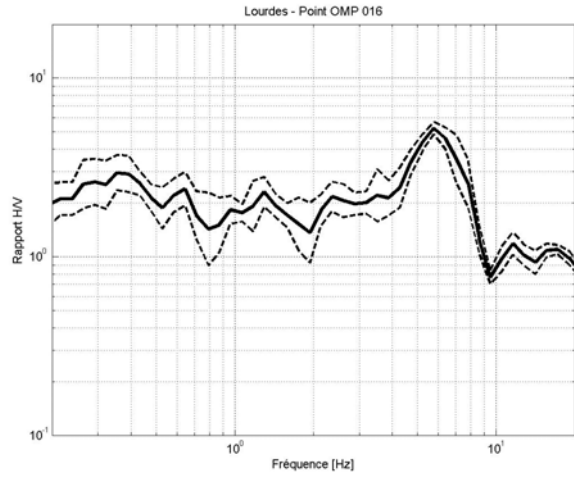
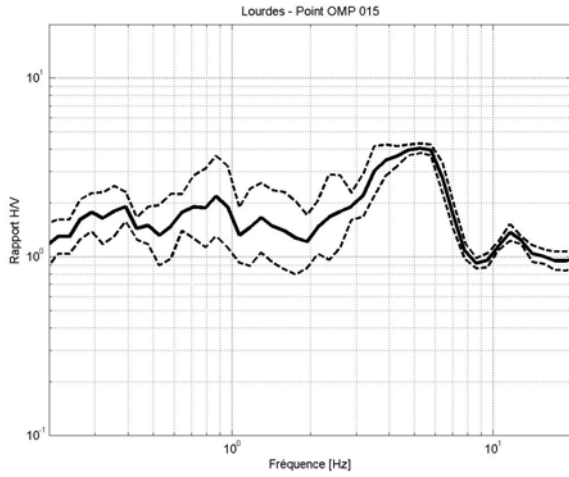


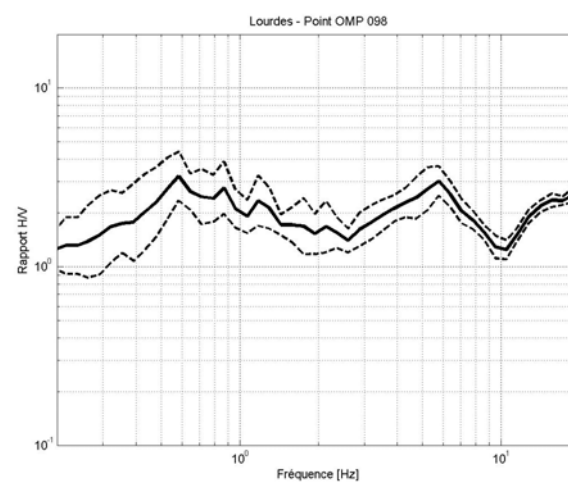
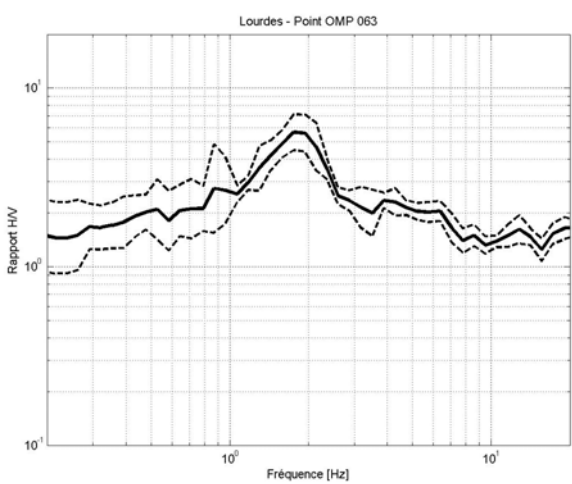
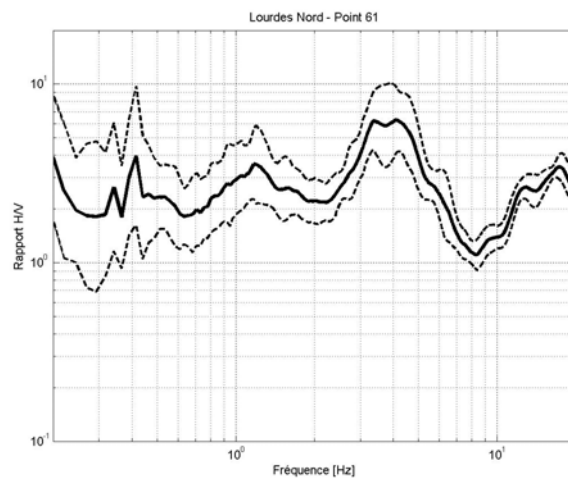
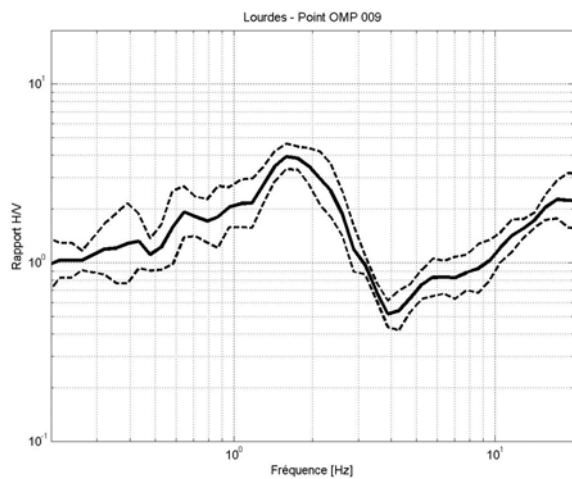
1.9 ZONE 8 : LA CITOYENNE



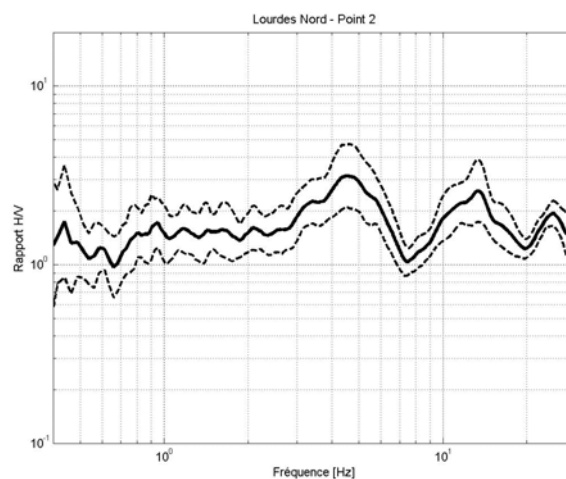
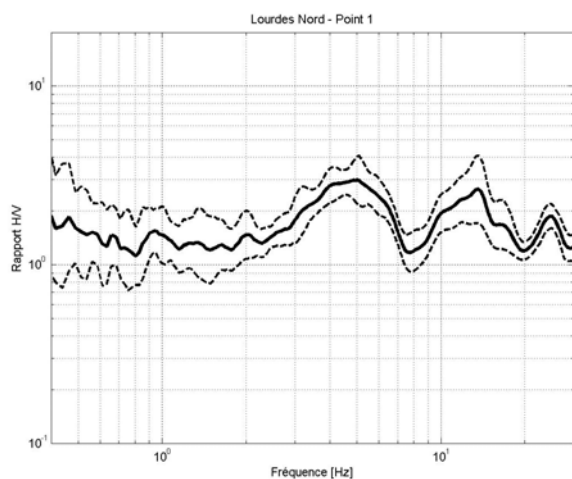
1.10 ZONE 9 : FLYSCH BISCAIYE

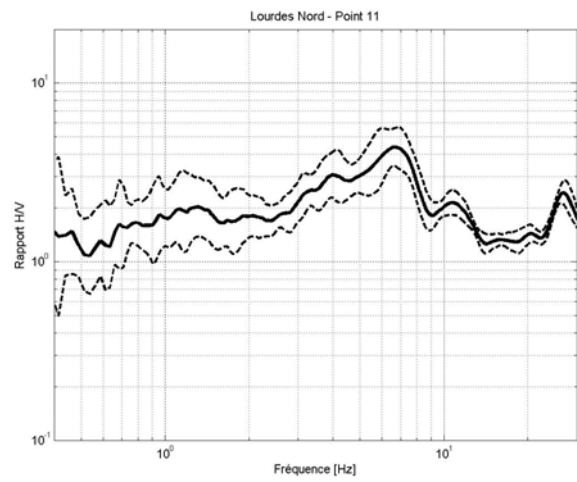
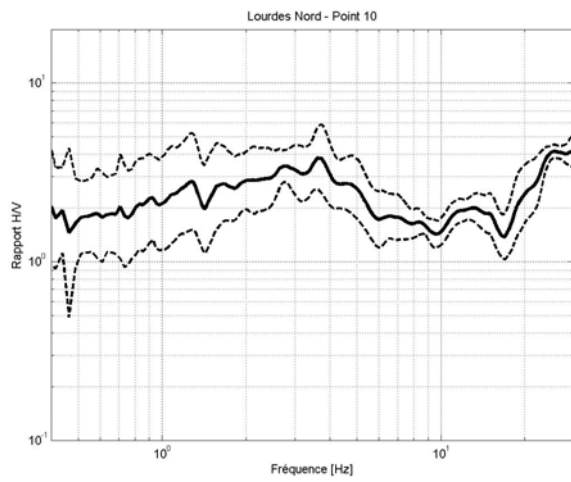
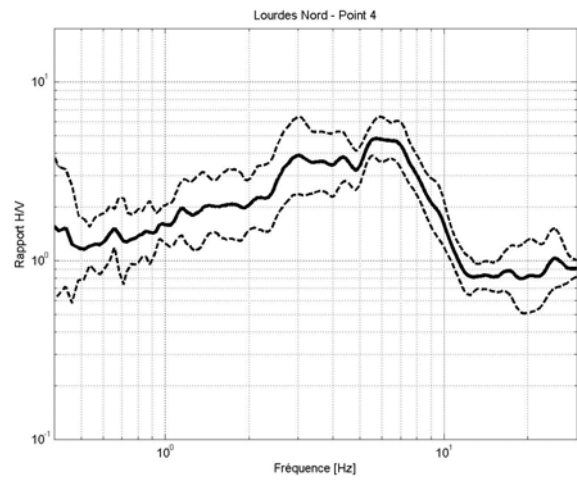
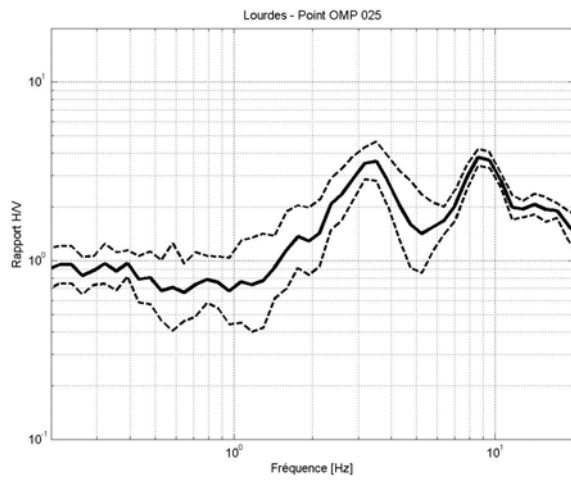
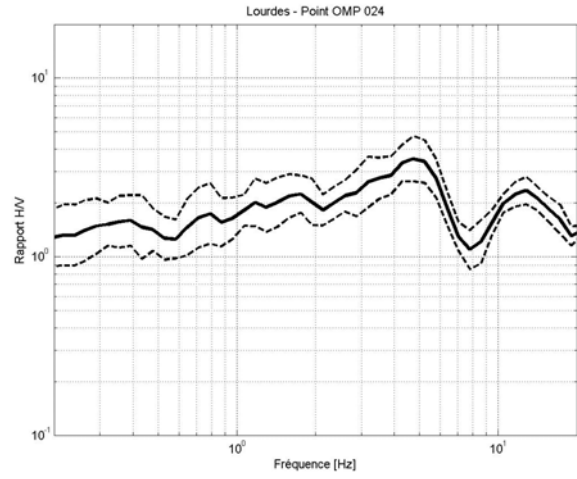
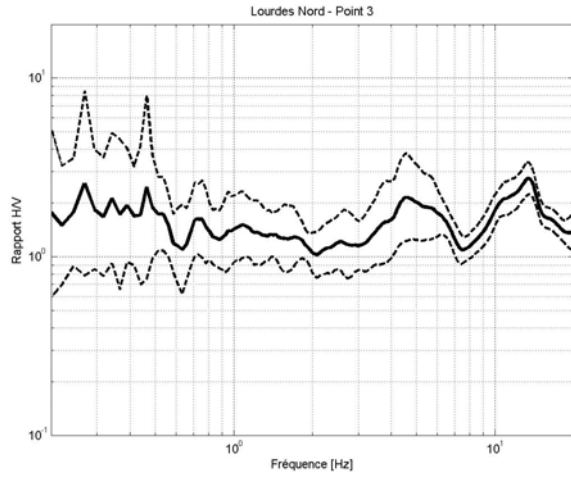


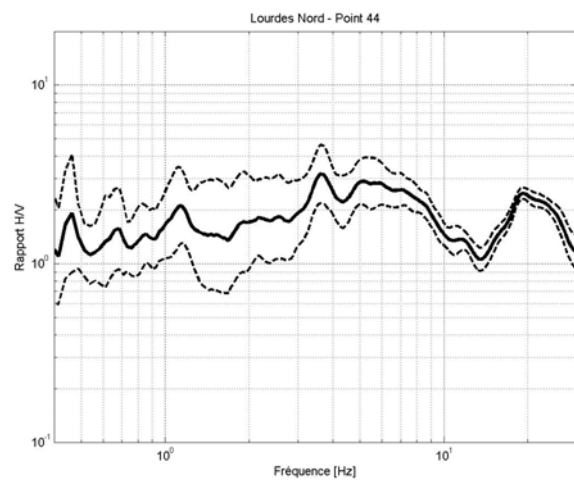
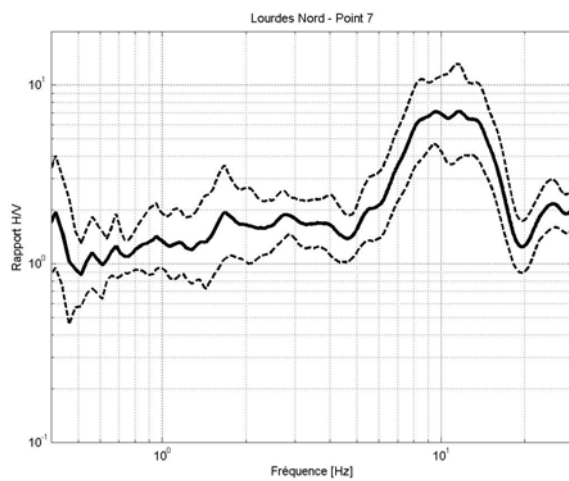
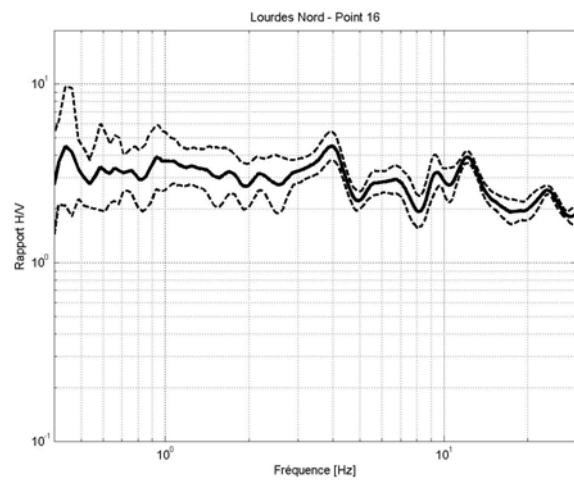
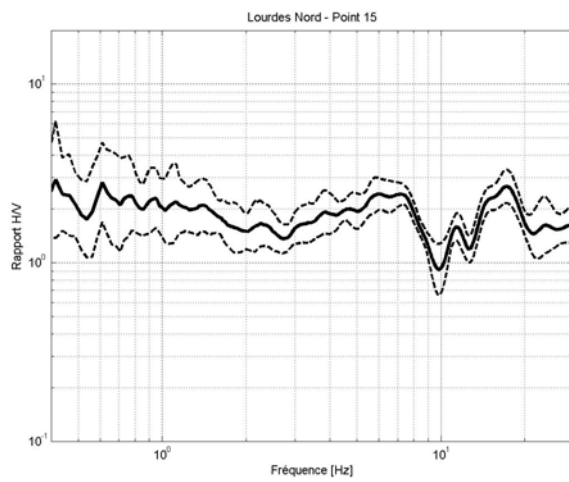
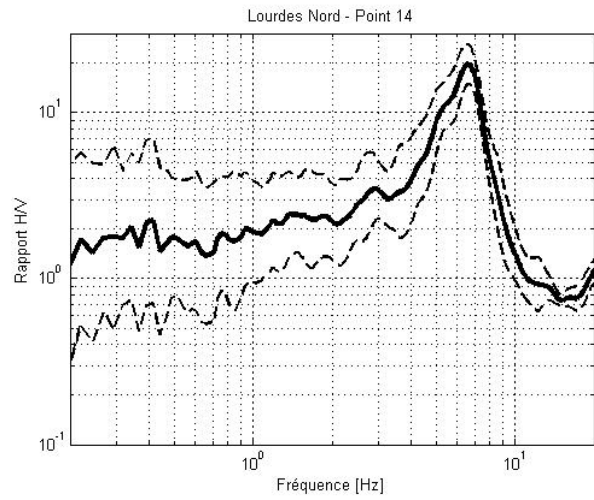
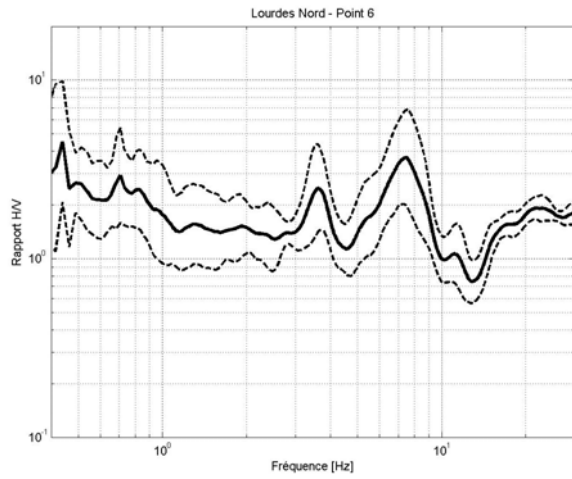


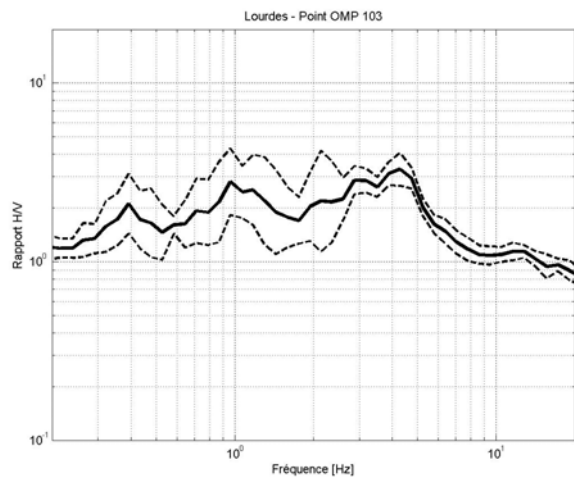
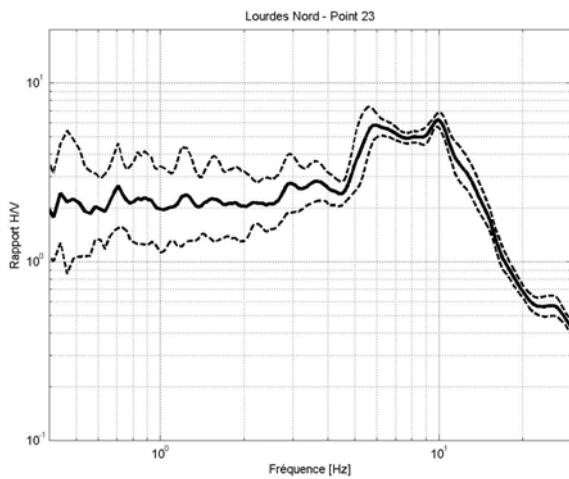
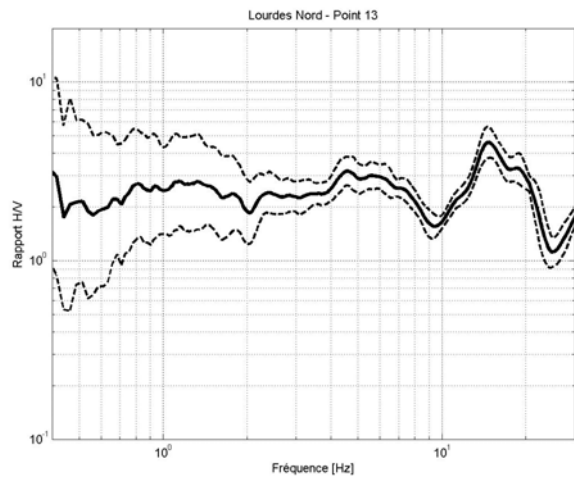
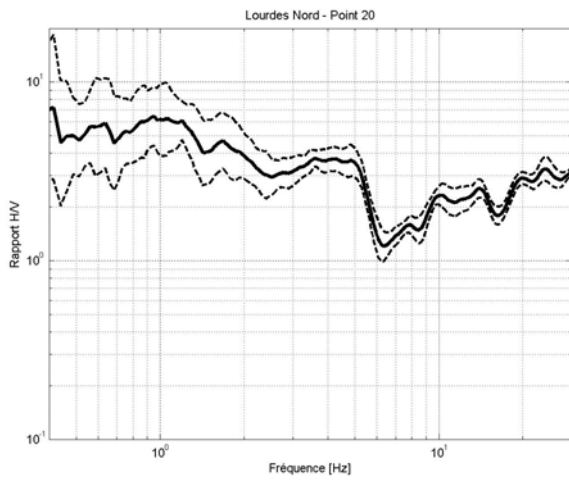
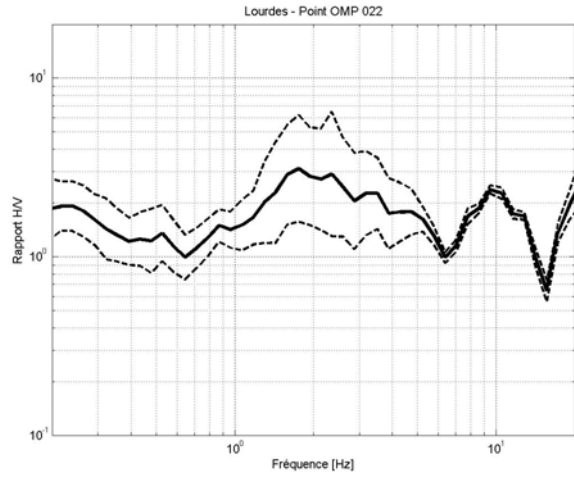
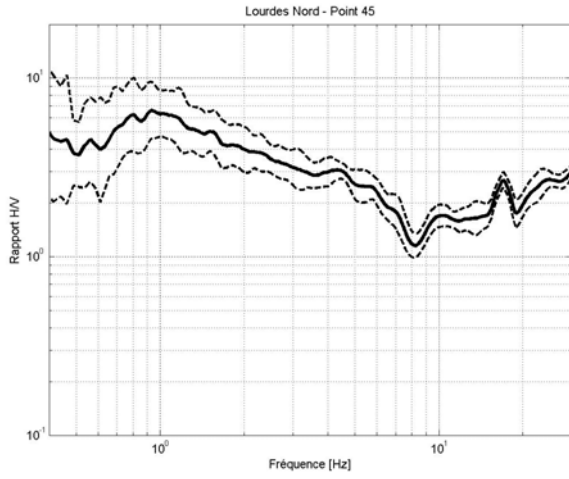


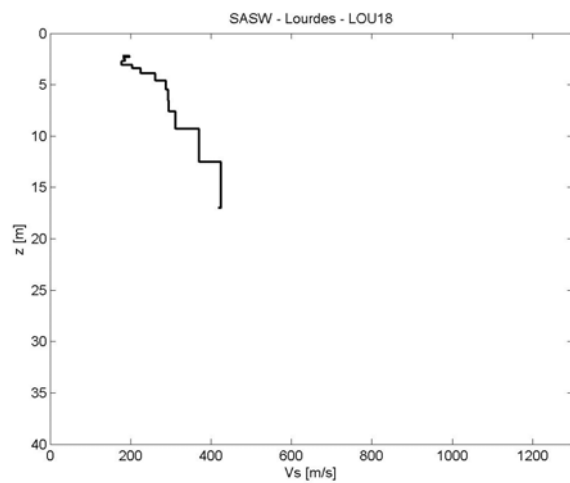
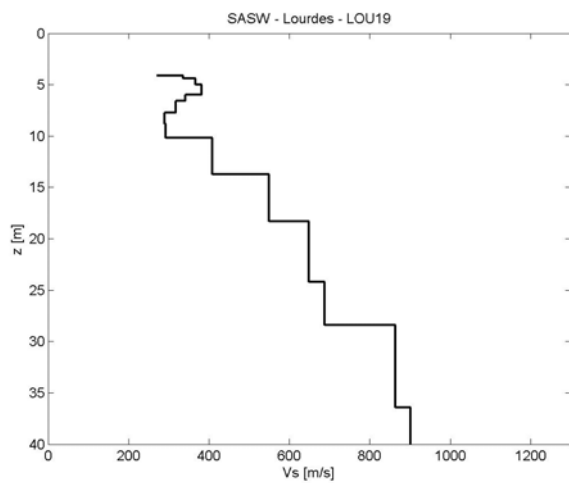
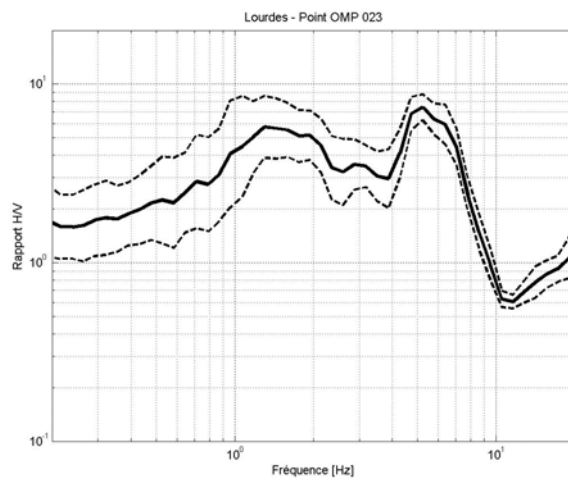
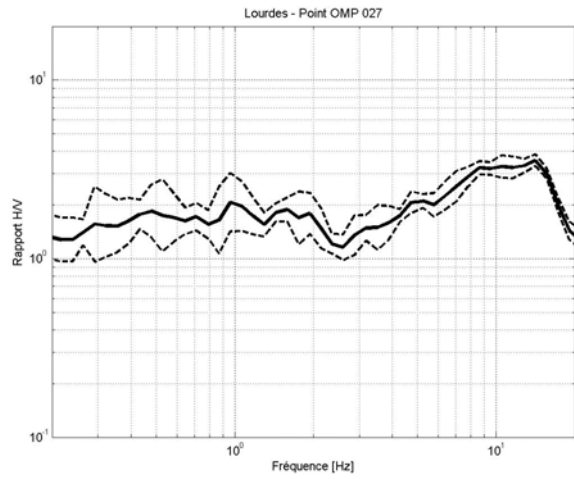
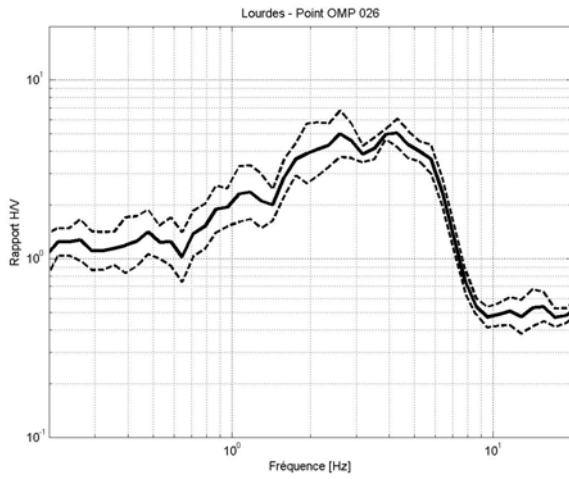
1.11 ZONE 10 : MORAINES SAUX

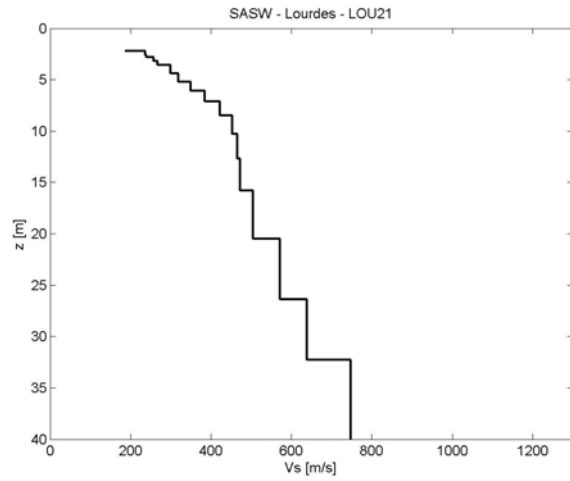
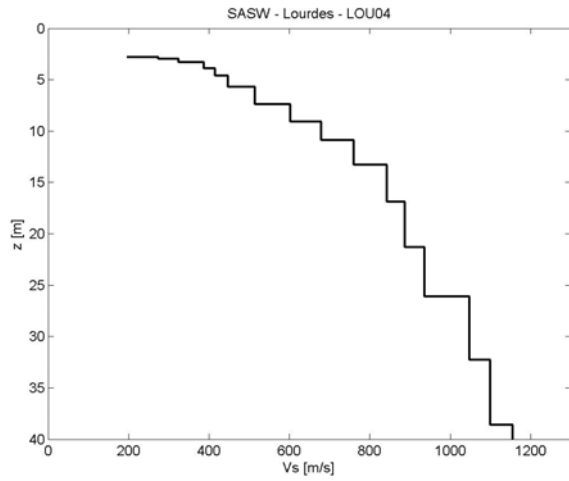




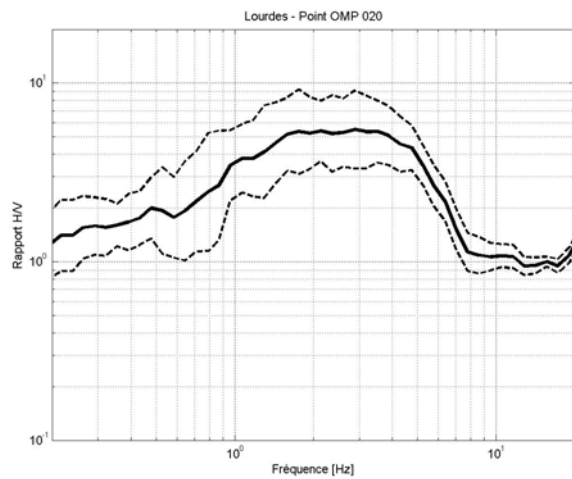
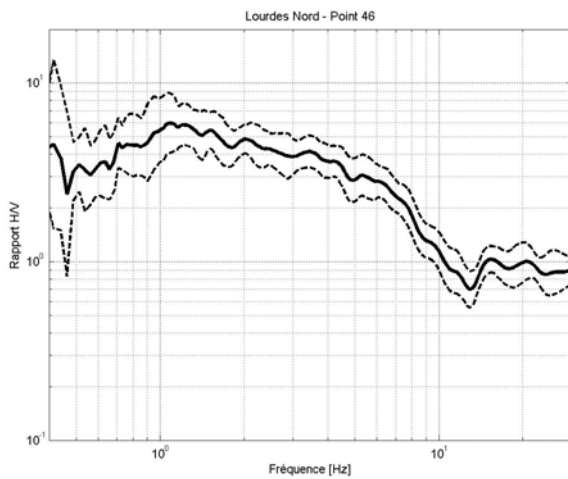
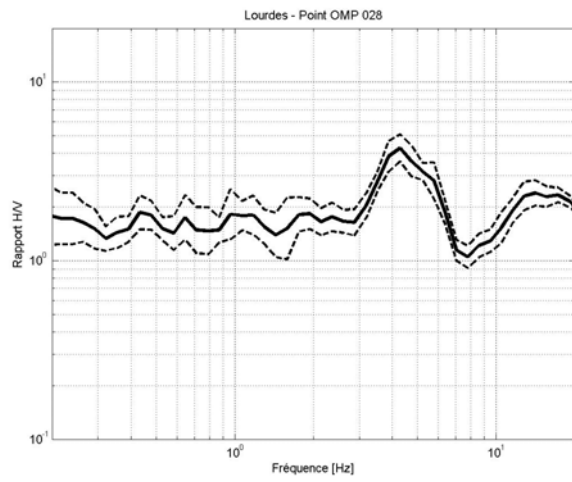
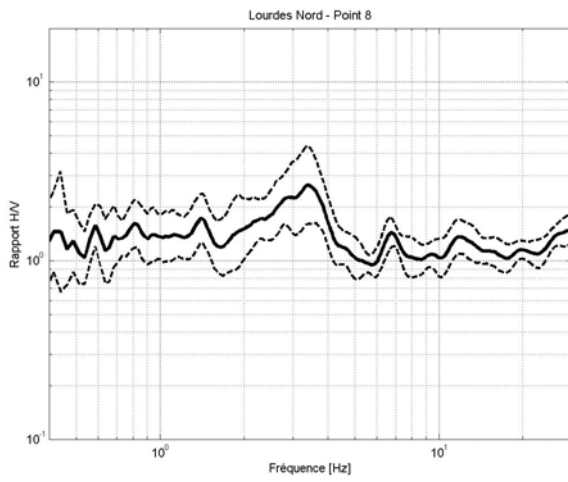


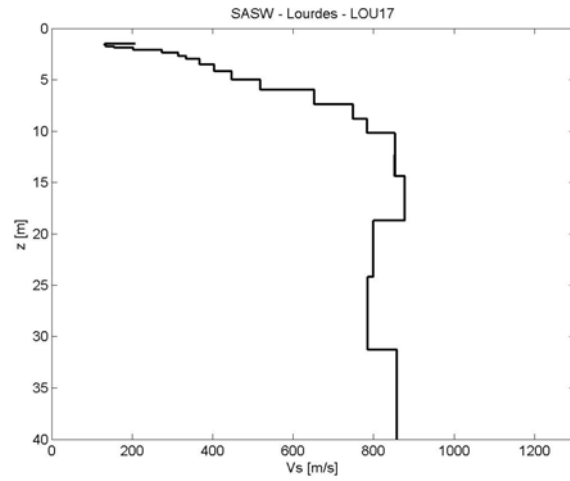




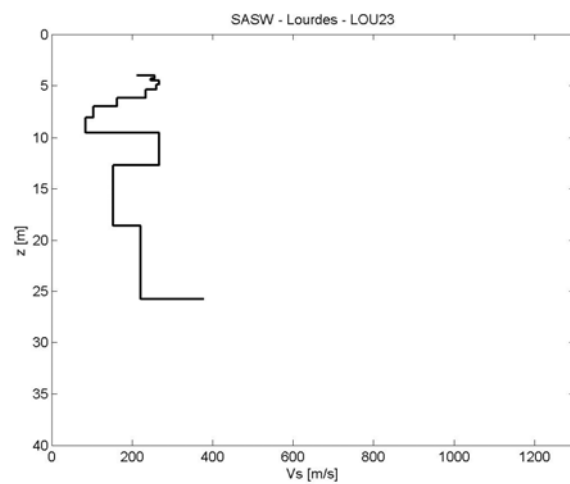
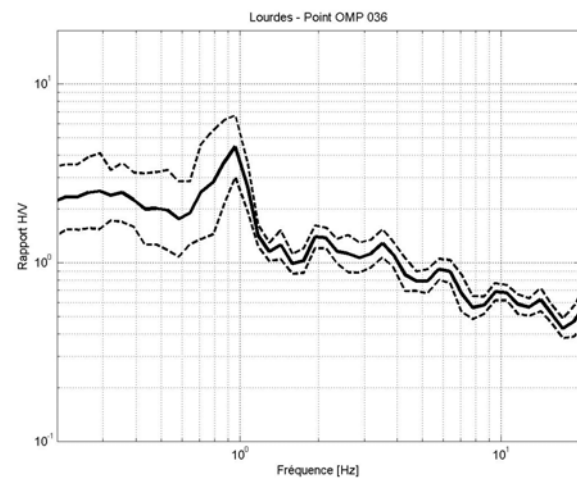
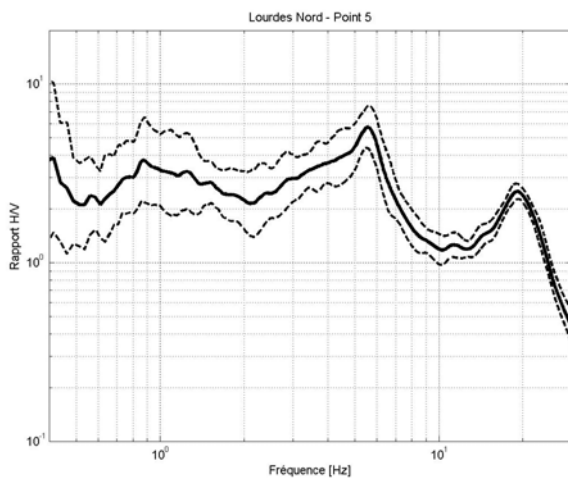


1.12 ZONE 11 : TERRASSE SARSAN

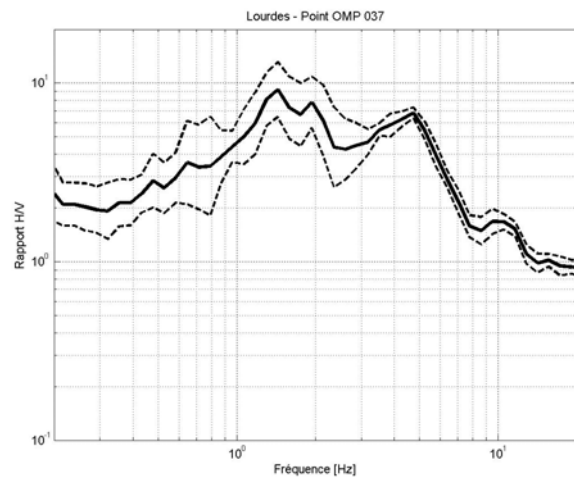
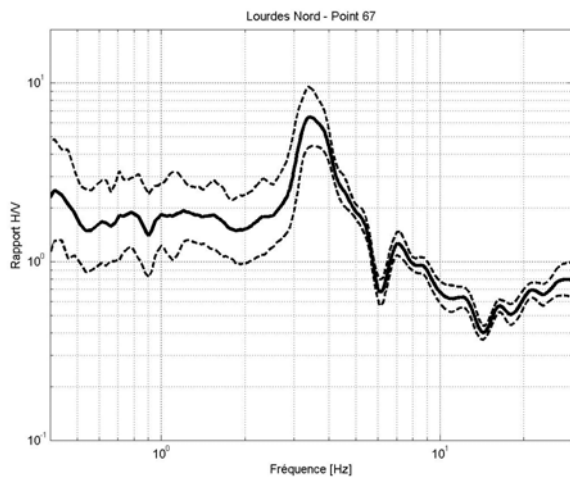
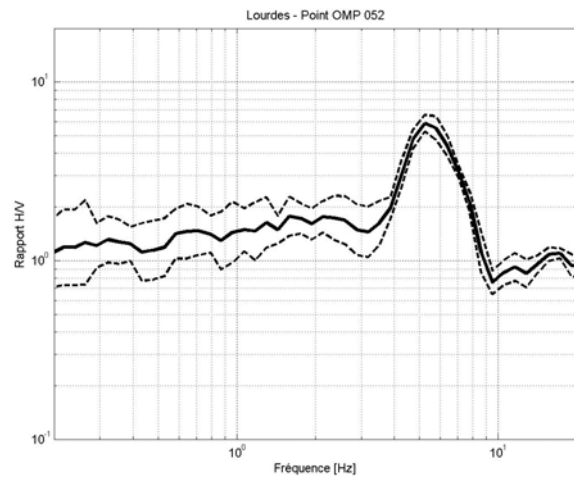
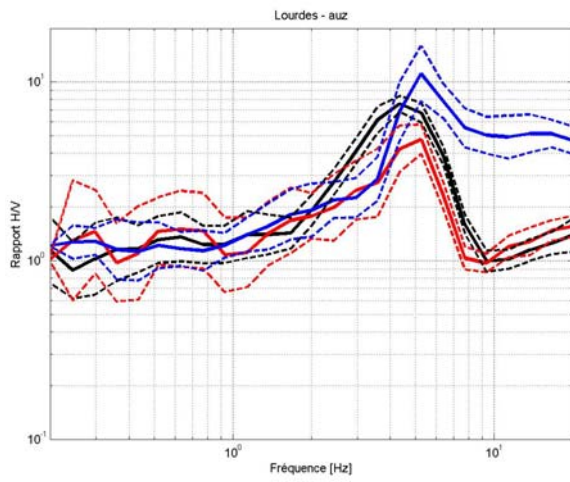
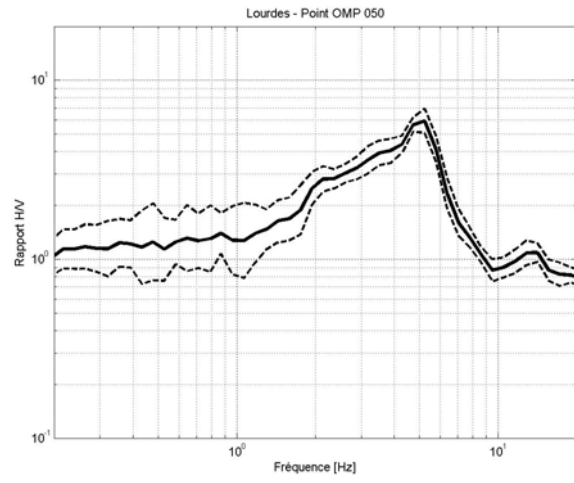
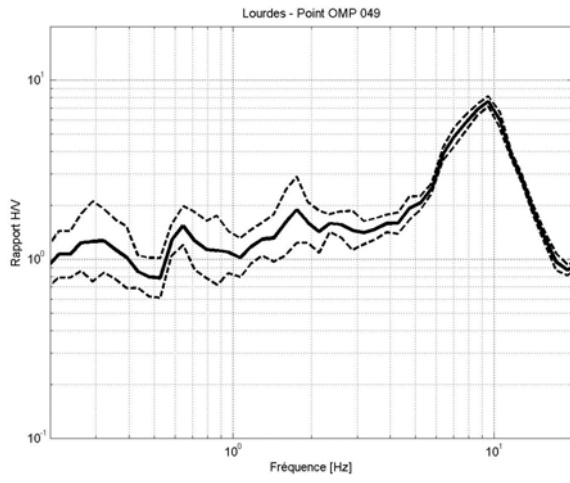


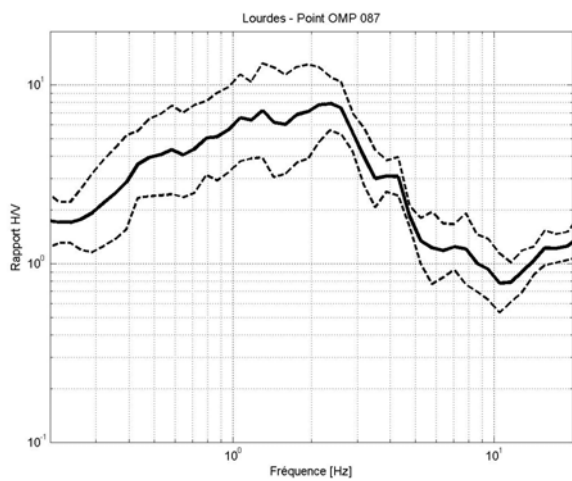
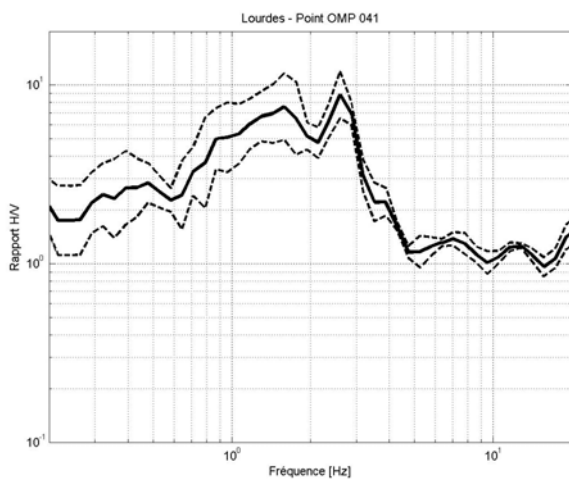
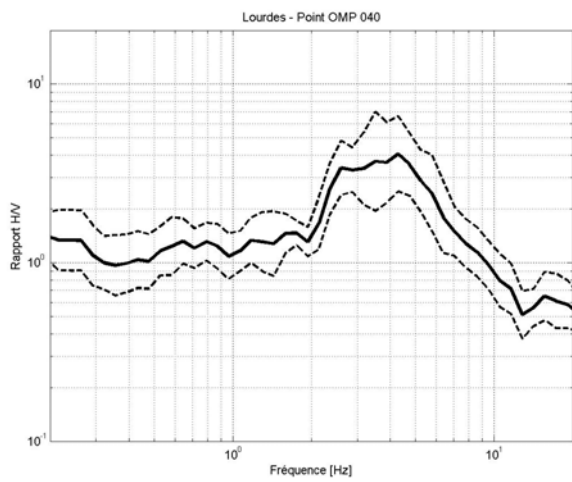
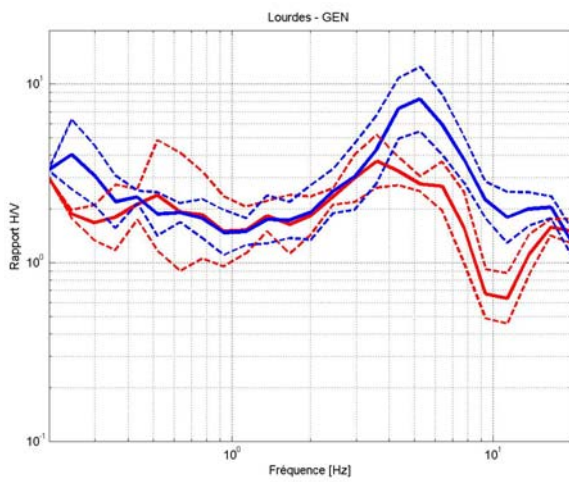
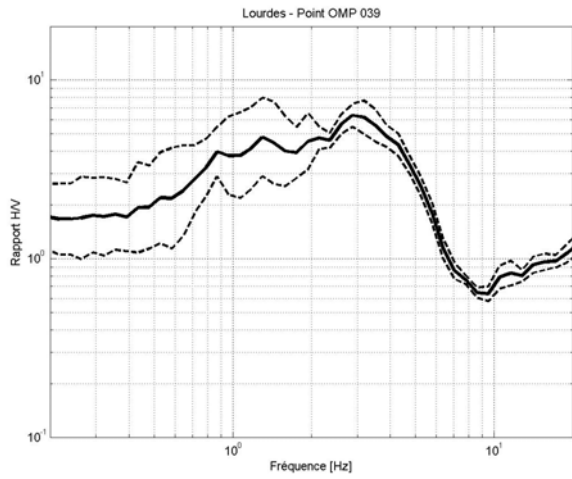
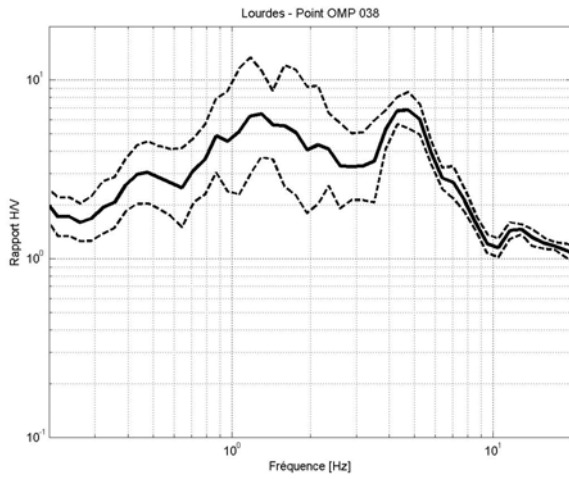


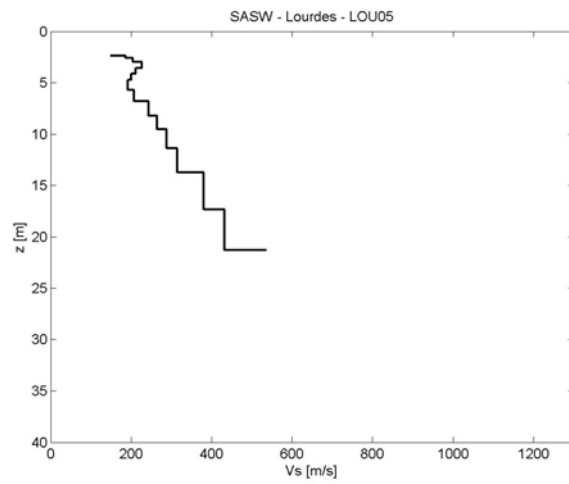
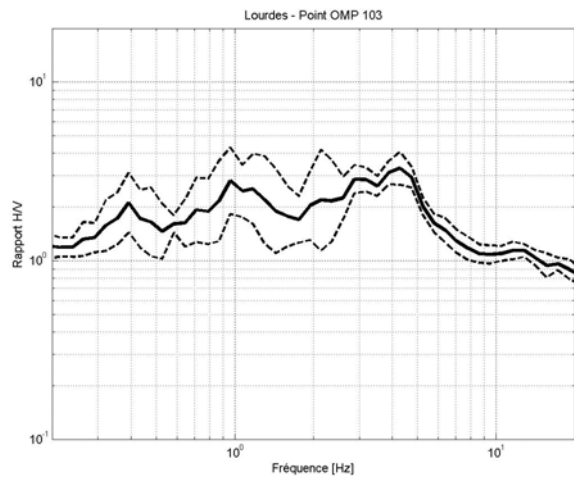
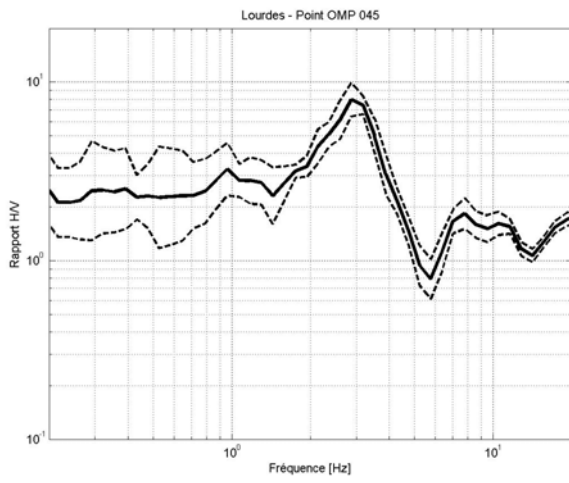
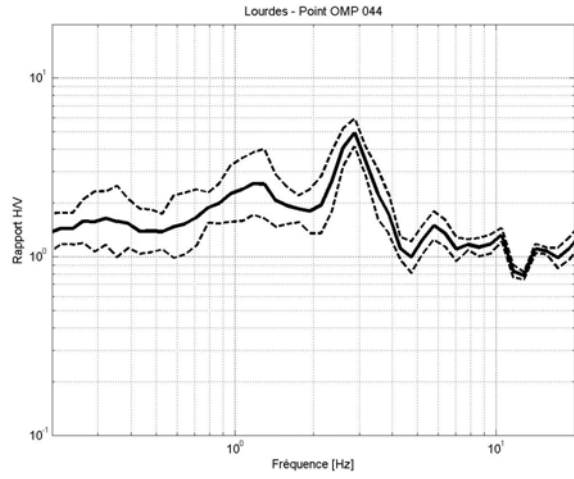
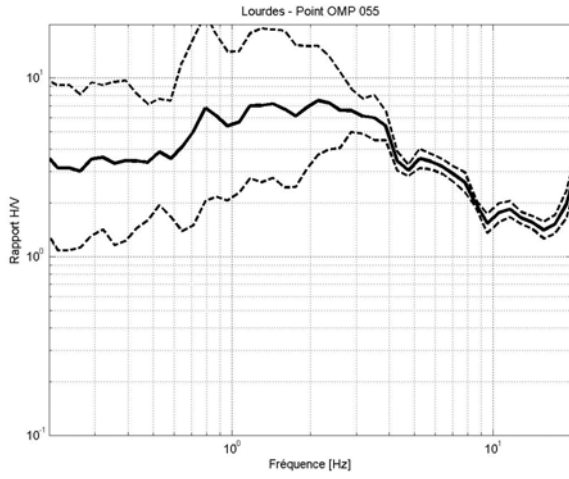
1.13 ZONE 12 : MARAIS MONGE



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

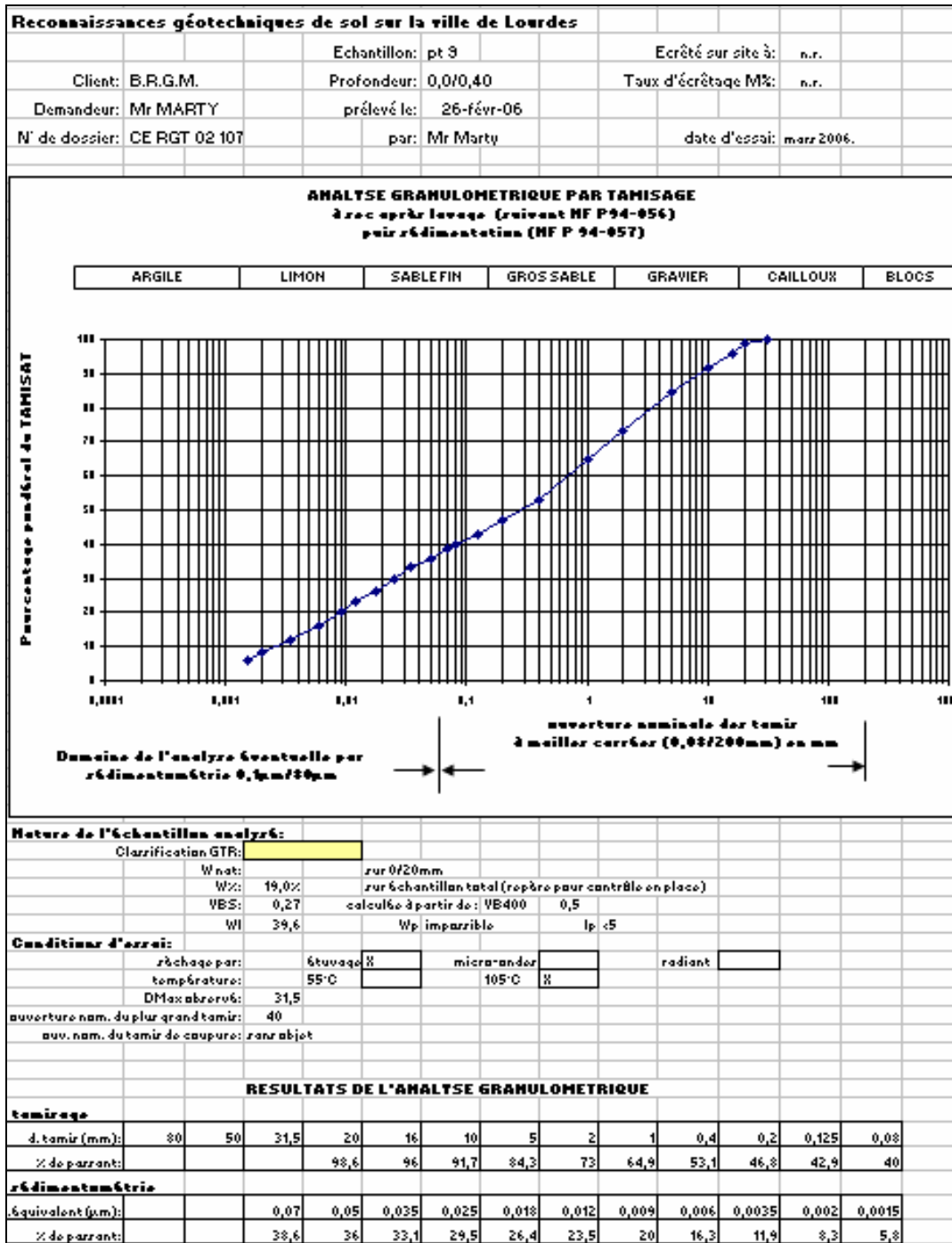
Résultats des analyses granulométriques

Essais en laboratoire de mars 2006

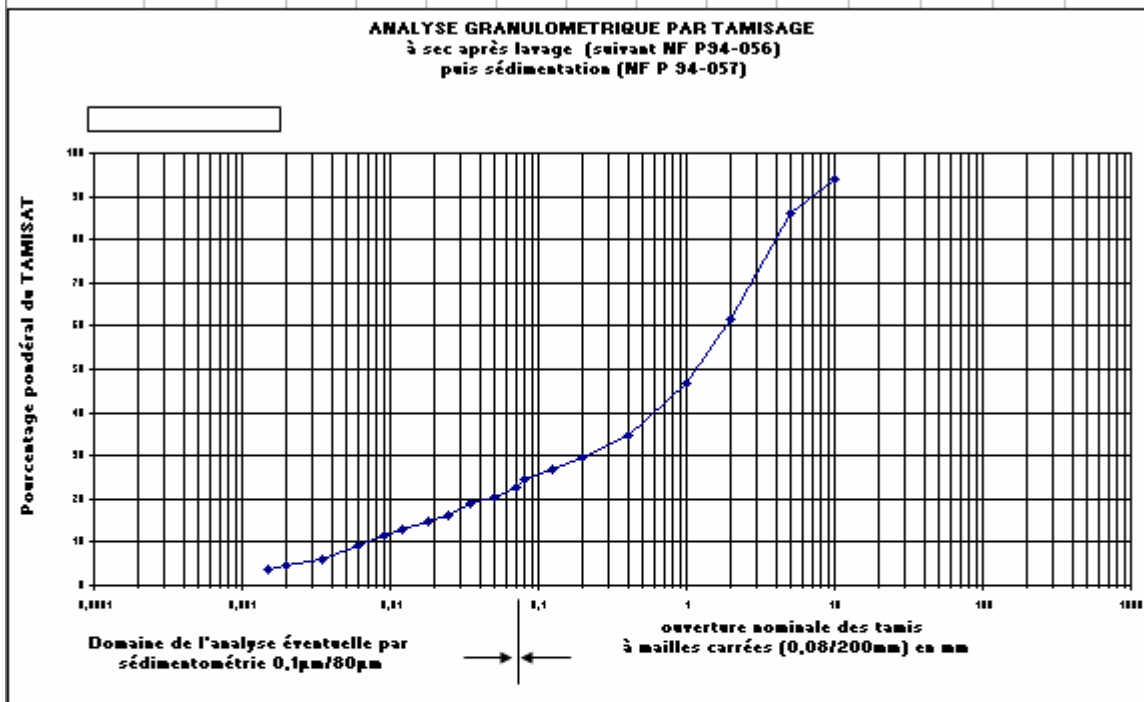
Annexe aux courbes granulométriques

| 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



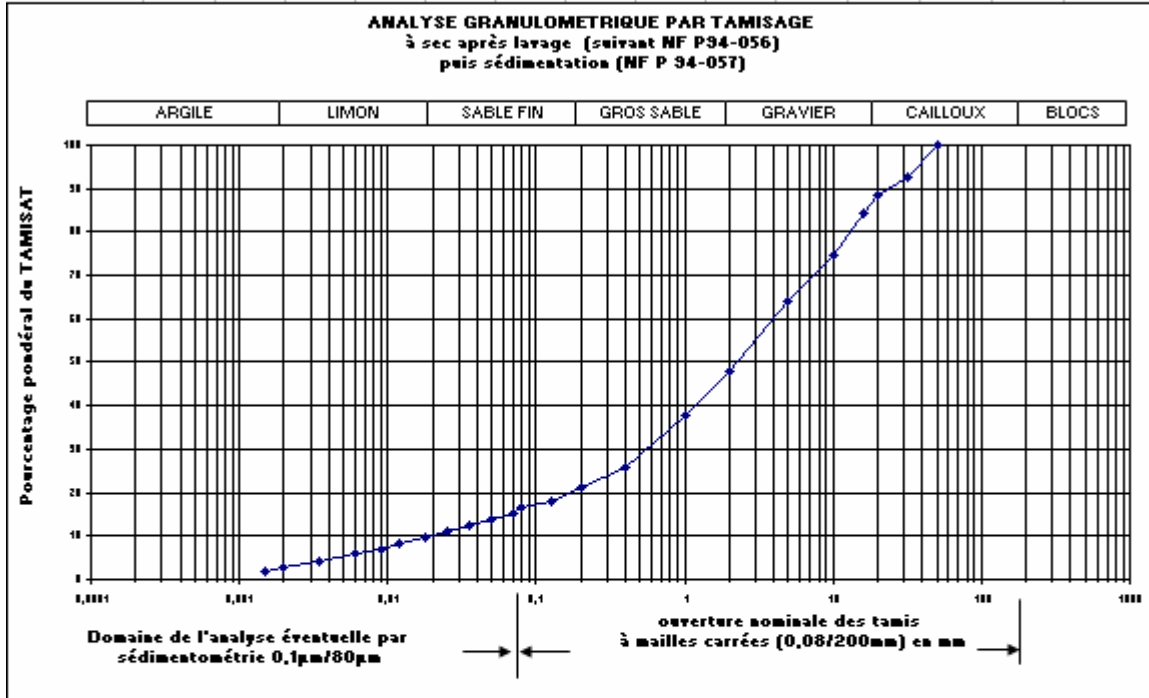
| Reconnaitances géotechniques de sol sur la ville de Lourdes | | | |
|---|--|------------------------|--------------------------|
| | | Echantillon: pt 9 | Ecrêté sur site à: n.r. |
| Client: B.R.G.M. | | Profondeur: 0,40/1,10 | Taux d'écrêtage M%: n.r. |
| Demandeur: Mr MARTY | | prélevé le: 26-févr-06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



| Nature de l'échantillon analysé: | | | |
|--|------------|---|---|
| Classification GTR: | | | |
| W nat: | 12,6% | sur 0/20mm | |
| W%: | | sur échantillon total (repère pour contrôle en place) | |
| VBS: | 0,08 | calculée à partir de : | VB80 0,34 |
| WI | 36,2 | 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: | 16 | | |
| 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 |
| | | 33,3 | 86,1 |
| | | 61,5 | 46,6 |
| | | 34,8 | 23,8 |
| | | 27 | 24,5 |
| sédimentométrie | | | |
| d. équivalent (µm): | | 0,07 | 0,05 |
| % de passant: | | 22,3 | 20,6 |
| | | 18,8 | 16,3 |
| | | 14,6 | 13 |
| | | 11,5 | 9,4 |
| | | 6,2 | 4,8 |
| | | 3,3 | |

Reconnaitances géotechniques de sol sur la ville de Lourdes

| | | | |
|----------------------------|--|------------------------|--------------------------|
| | | Echantillon: pt 9 | Ecrêté sur site à: n.r. |
| Client: B.R.G.M. | | Profondeur: 1,10/1,60 | Taux d'écrêtage M%: n.r. |
| Demandeur: Mr MARTY | | prélevé le: 26-févr-06 | |
| N° de dossier: CERG 02 107 | | par: Mr Marty | date d'essai: mars 2006. |



Nature de l'échantillon analysé:

| | | | |
|---------------------|-------|---|-------|
| Classification GTR: | | | |
| W nat: | | sur 0/20mm | |
| W%: | 10,1% | sur échantillon total (repère pour contrôle en place) | |
| VBS: | 0,04 | calculée à partir de : VB400 0,17 | |
| Wl | 35,3 | Wp impossible | lp <5 |

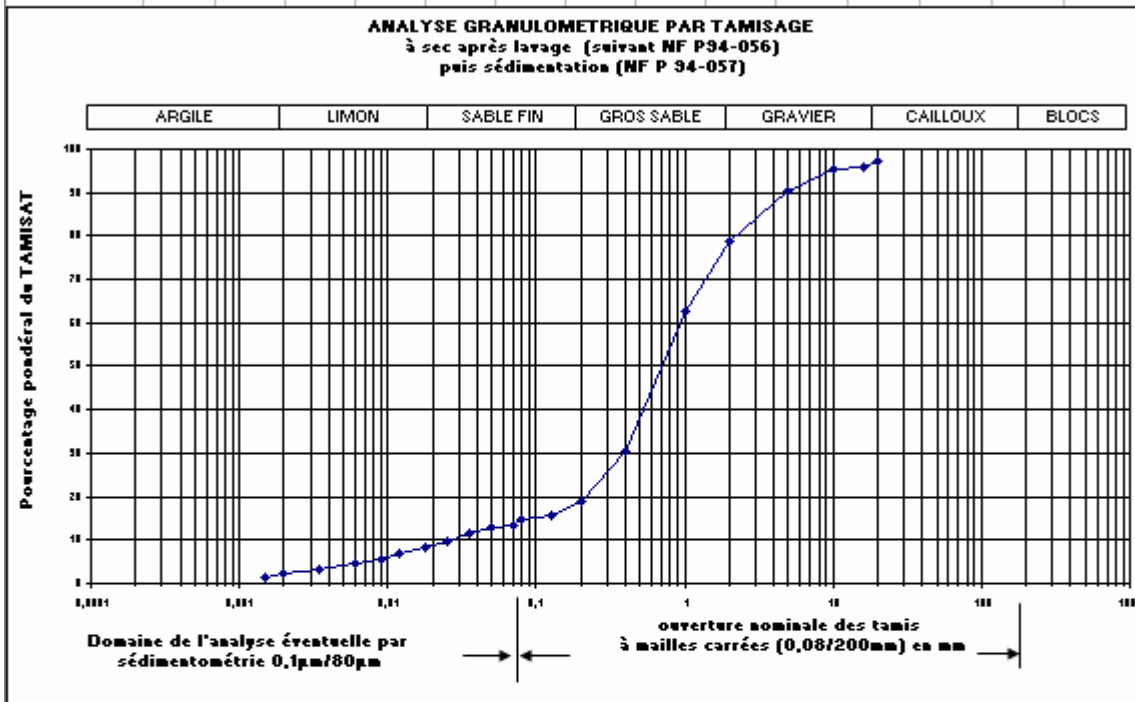
Conditions d'essai:

| | | | | | | |
|-------------------------------------|------------|-------------------------------------|-------------|-------------------------------------|---------|--------------------------|
| 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: | 50 | | | | | |
| ouverture nom. du plus grand tamis: | 50 | | | | | |
| ouv. nom. du tamis de coupure: | sans objet | | | | | |

RESULTATS DE L'ANALYSE GRANULOMETRIQUE

| tamissage | | 80 | 50 | 31,5 | 20 | 16 | 10 | 5 | 2 | 1 | 0,4 | 0,2 | 0,125 | 0,08 |
|------------------------|--|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|--------|-------|------|
| d. tamis (mm): | | | | | | | | | | | | | | |
| % de passant: | | | 92,7 | 86,3 | 84,4 | 74,6 | 64 | 48,1 | 38 | 26 | 21 | 18,1 | 16,5 | |
| sédimentométrie | | 0,07 | 0,05 | 0,035 | 0,025 | 0,018 | 0,012 | 0,009 | 0,006 | 0,0035 | 0,002 | 0,0015 | | |
| d. équivalent (μm): | | | | | | | | | | | | | | |
| % de passant: | | 15,2 | 13,8 | 12,5 | 11,1 | 9,7 | 8,3 | 7 | 5,8 | 4,1 | 2,8 | 1,9 | | |

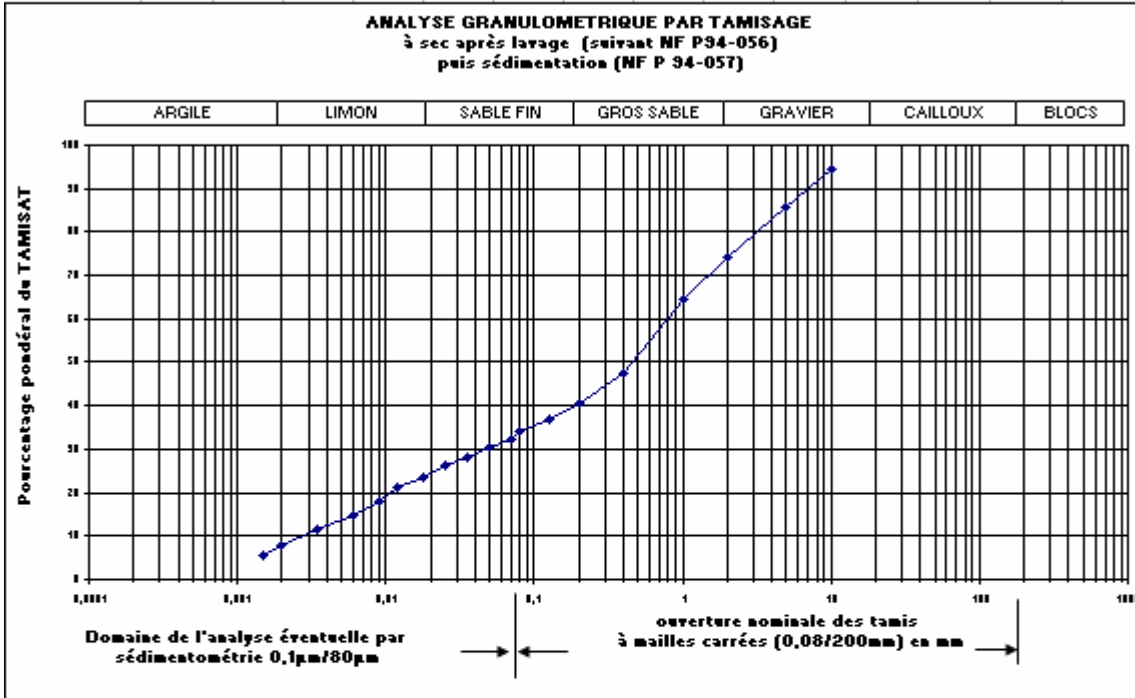
| Reconnaitances géotechniques de sol sur la ville de Lourdes | | | |
|---|--|------------------------|--------------------------|
| | | Echantillon: Pt 9 | Ecrêté sur site à: n.r. |
| Client: B.R.G.M. | | Profondeur: 1,60/4,0 | Taux d'écrêtage M%: n.r. |
| Demandeur: Mr MARTY | | prélevé le: 26-févr-06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



| Nature de l'échantillon analysé: | | | | | | | | | | | | | |
|--|------------|---|---|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|--------|
| Classification GTR: | | | | | | | | | | | | | |
| W nat: | 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 | | | | | | | | | | | |
| Wl | 29 | Wp impossible | Ip <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: | <31,5 | | | | | | | | | | | | |
| ouverture nom. du plus grand tamis: | 40 | | | | | | | | | | | | |
| ouv. nom. du tamis de coupure: | sans objet | | | | | | | | | | | | |
| RESULTATS DE L'ANALYSE GRANULOMETRIQUE | | | | | | | | | | | | | |
| tamisage | | | | | | | | | | | | | |
| 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: pt10 | Ecrété sur site à: n.r. | |
| Client: B.R.G.M. | Profondeur: 0,90/2,40m | Taux d'écrêtement 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: | 13,0% | sur 0/20mm | | |
| W%: | 13,0% | sur échantillon total (repère pour contrôle en place) | | |
| VBS: | 0,32 | calculée à partir de: | VB400 0,43 | |
| Wl | 37,2 | Wp | 30,1 | |
| | | | Ip | 7,1 |

Conditions d'essai:

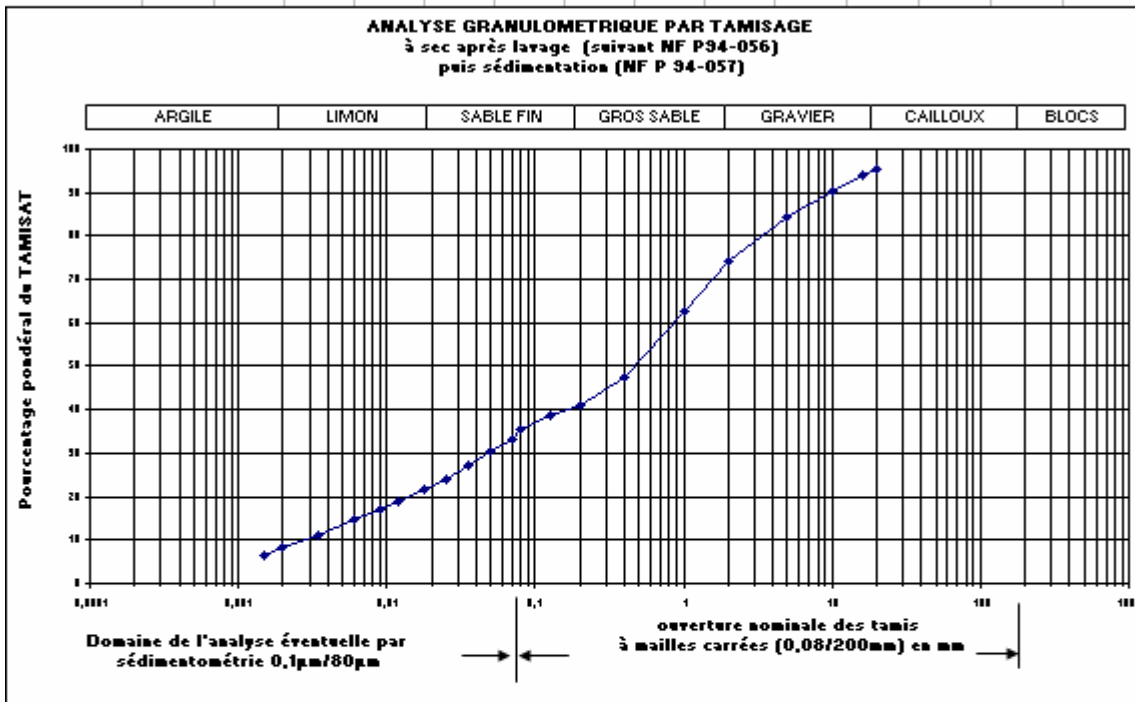
| | | | | | | |
|-------------------------------------|---------|-------------------------------------|-------------|-------------------------------------|---------|--------------------------|
| séchage par: | étuvage | <input checked="" type="checkbox"/> | micro-ondes | <input type="checkbox"/> | radiant | <input type="checkbox"/> |
| température: | 55°C | <input type="checkbox"/> | 105°C | <input checked="" type="checkbox"/> | | |
| DMax observé: | 16mm | | | | | |
| ouverture nom. du plus grand tamis: | 20mm | | | | | |
| ouv. nom. du tamis de coupure: | s.o. | | | | | |

RESULTATS DE L'ANALYSE GRANULOMETRIQUE

| tamisage | | 80 | 50 | 40 | 20 | 16 | 10 | 5 | 2 | 1 | 0,4 | 0,2 | 0,125 | 0,08 |
|---------------------|--|----|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|--------|------|
| d. tamis (mm): | | | | | | | | | | | | | | |
| % de passant: | | | | | | | 34,3 | 85,7 | 74,1 | 64,7 | 47,4 | 40,5 | 37 | 34 |
| 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: | | | 32,4 | 30,5 | 27,3 | 26,2 | 23,5 | 21 | 18,1 | 14,3 | 11,4 | 8 | 5,5 | |

Reconnaitances géotechniques de sol sur la ville de Lourdes

| | |
|------------------------------|--------------------------|
| Echantillon: pt10 | Ecrêté sur site à: n.r. |
| Client: B.R.G.M. | Profondeur: 2,40/4,0 |
| 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: 21,8% sur 0/20mm

W%: 20,8% sur échantillon total (repère pour contrôle en place)

VBS: 0,22 calculée à partir de: VB400 0,48

Wl 35,6 Wp impossible Ip <5

Conditions d'essai:

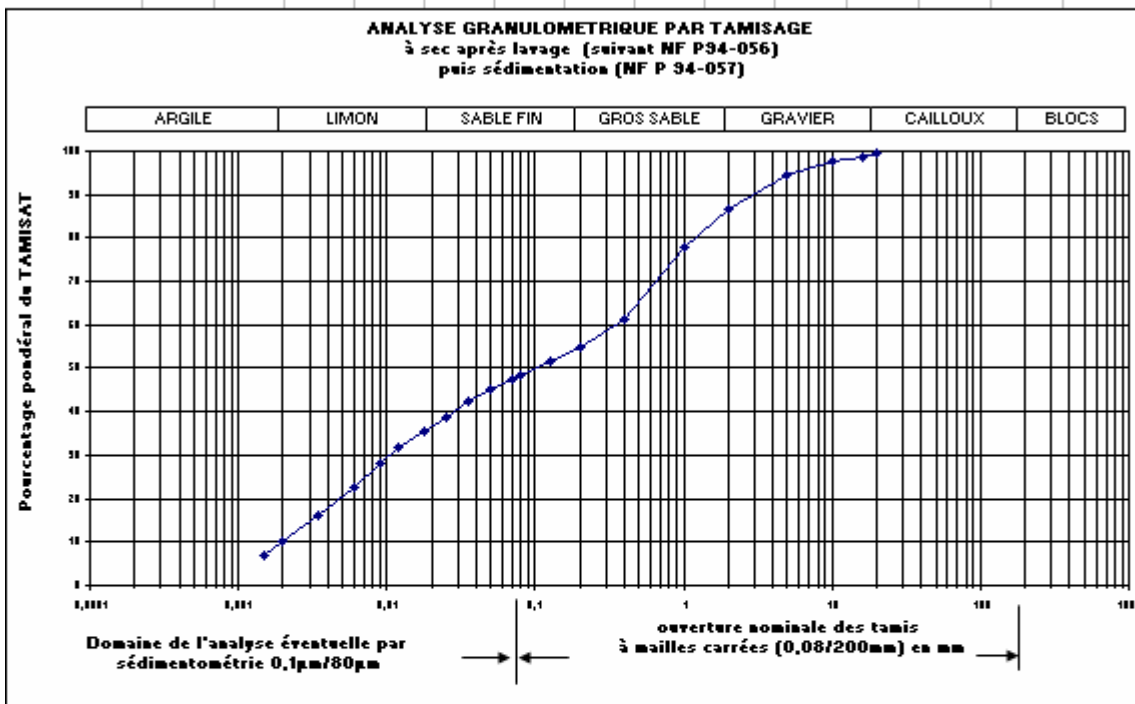
| | | | | | |
|---|-------------------------------------|-------------|-------------------------------------|---------|--------------------------|
| séchage par: étuvage | <input checked="" type="checkbox"/> | micro-ondes | <input type="checkbox"/> | radiant | <input type="checkbox"/> |
| température: 55°C | <input type="checkbox"/> | 105°C | <input checked="" type="checkbox"/> | | |
| DMax observé: 31,5 | | | | | |
| ouverture nom. du plus grand tamis: 40 | | | | | |
| ouv. nom. du tamis de coupure: sans objet | | | | | |

RESULTATS DE L'ANALYSE GRANULOMETRIQUE

| tamisage | | 80 | 50 | 40 | 20 | 16 | 10 | 5 | 2 | 1 | 0,4 | 0,2 | 0,125 | 0,08 |
|------------------------|--|----|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|--------|------|
| d. tamis (mm): | | | | | | | | | | | | | | |
| % de passant: | | | | | 95,4 | 93,9 | 90,4 | 84,4 | 74 | 62,5 | 47,4 | 41 | 38,6 | 35,5 |
| 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: | | | 33 | 30,5 | 27,3 | 23,8 | 21,7 | 19 | 17 | 14,6 | 11,1 | 8,4 | 6,5 | |

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 | | | | | | | | |

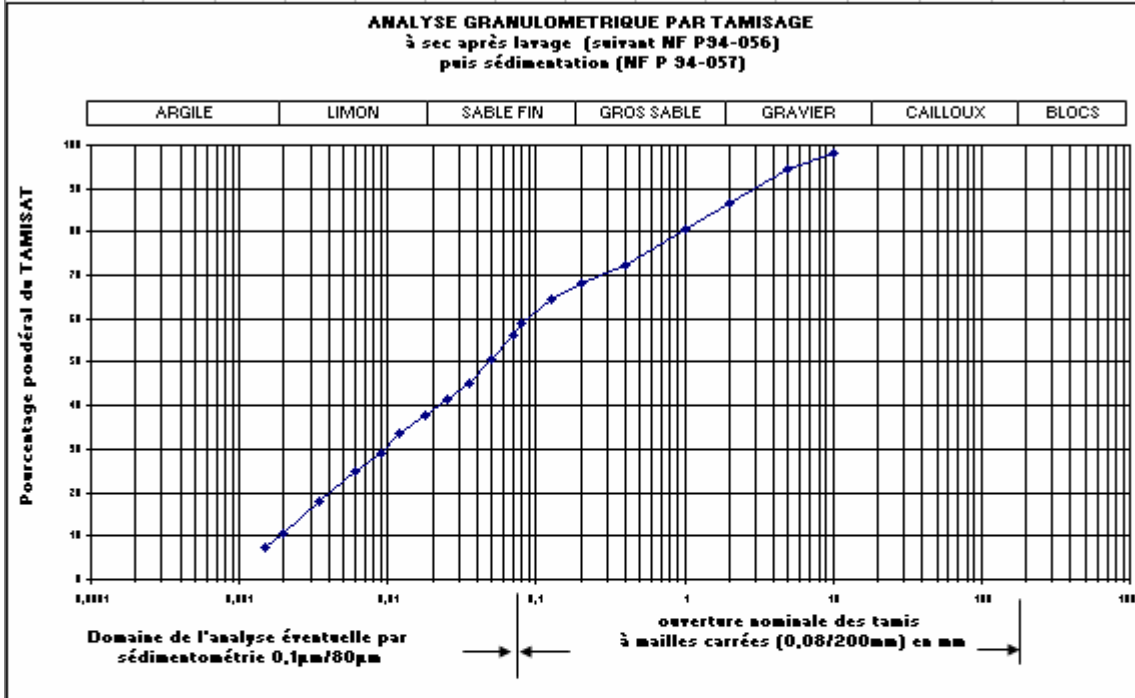
Conditions d'essai:

| | | | | | | |
|-------------------------------------|------------|-------------------------------------|-------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 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

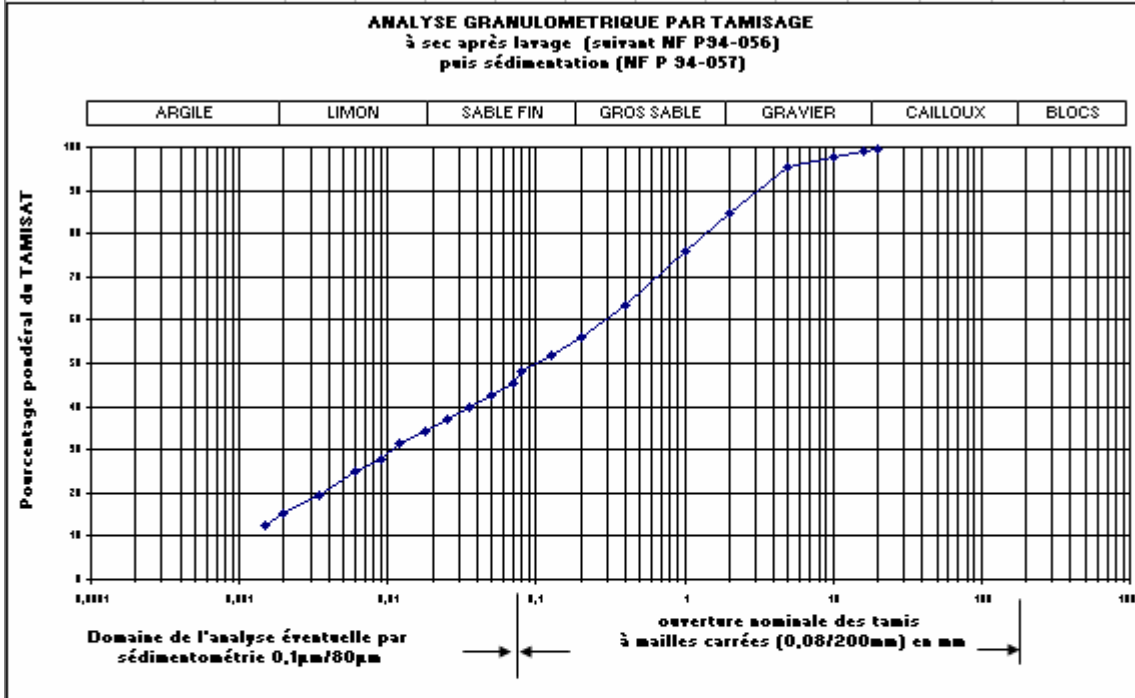
| tamisage | | 80 | 50 | 40 | 20 | 16 | 10 | 5 | 2 | 1 | 0,4 | 0,2 | 0,125 | 0,08 |
|--------------------|--|----|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|--------|------|
| d. tamis (mm): | | | | | | | | | | | | | | |
| % de passant: | | | | | 39,6 | 36,5 | 37,6 | 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 20 16 10 5 2 1 0,4 0,2 0,125 0,08 |
| % 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 0,035 0,025 0,018 0,012 0,003 0,006 0,0035 0,002 0,0015 | |
| % de passant: | | 56 50,9 45,1 41,4 37,9 33,7 29 24,7 17,9 10,5 7,5 | |

| Reconnaitances géotechniques de sol sur la ville de Lourdes | | | |
|---|------------------------|---------------------|--------------------------|
| Client: B.R.G.M. | Echantillon: pt13 TC1 | Ecrêté sur site à: | n.r. |
| Demandeur: Mr MARTY | Profondeur: 2,40/5,80 | 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: | | sur 0/20mm | | | | | | | | | | | |
| W%: | 41,2% | sur échantillon total | | | | | | | | | | | |
| VBS: | 0,7 | calculée à partir de : | VB400 0,4 | | | | | | | | | | |
| Wl | 40,6 | Wp impossible | Ip <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: | 20 | | | | | | | | | | | | |
| 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: | | | | 99,5 | 99 | 97,8 | 95,4 | 84,8 | 75,9 | 63,2 | 55,9 | 51,7 | 48,2 |
| 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: | | | 45,2 | 42,8 | 39,6 | 37,2 | 34,4 | 31,6 | 28 | 25 | 19,5 | 15,1 | 12,4 |

résultats de limites d'Atterberg

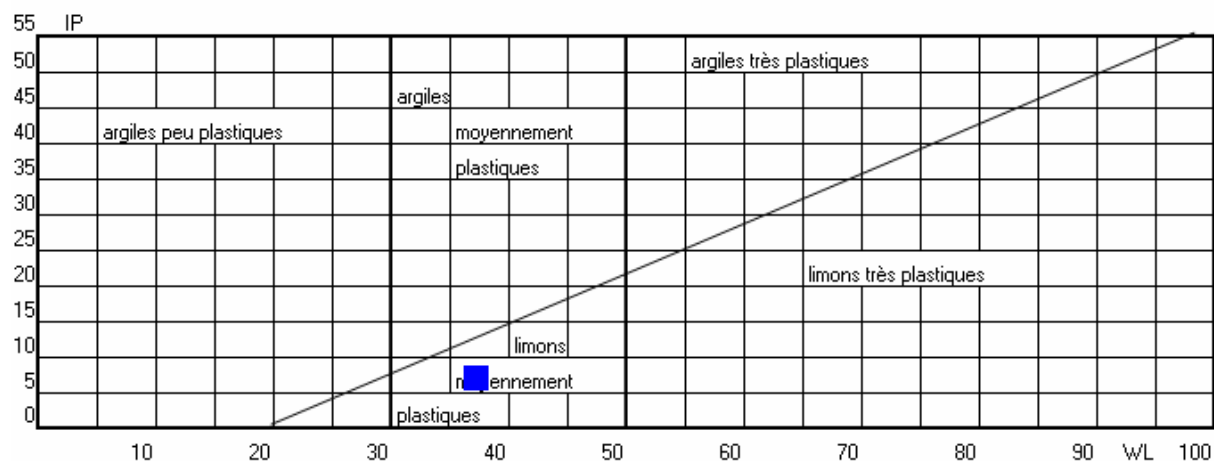
Référence: CE RGT 02 107

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

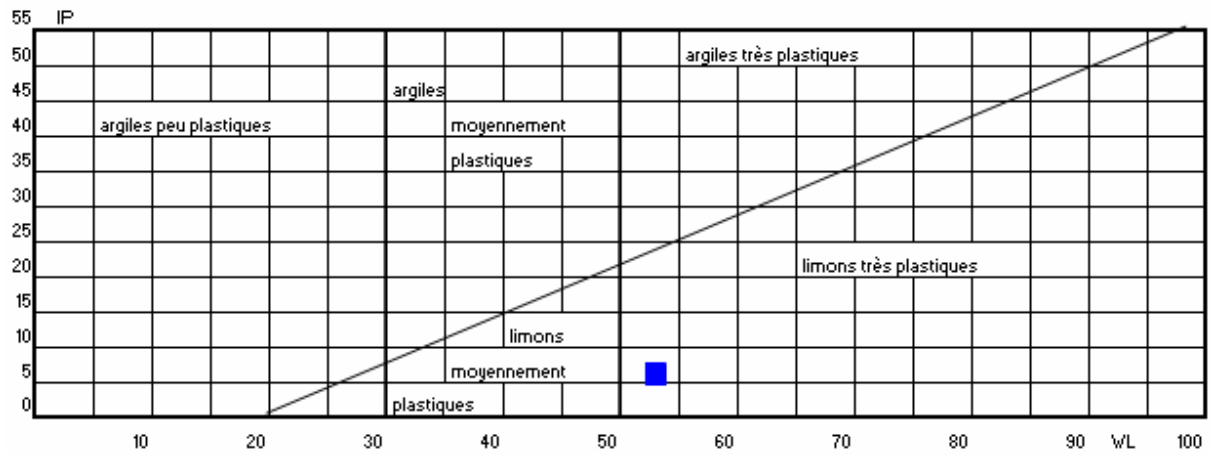
date : février-mars 2006

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 | | |
| | | | | | | | |

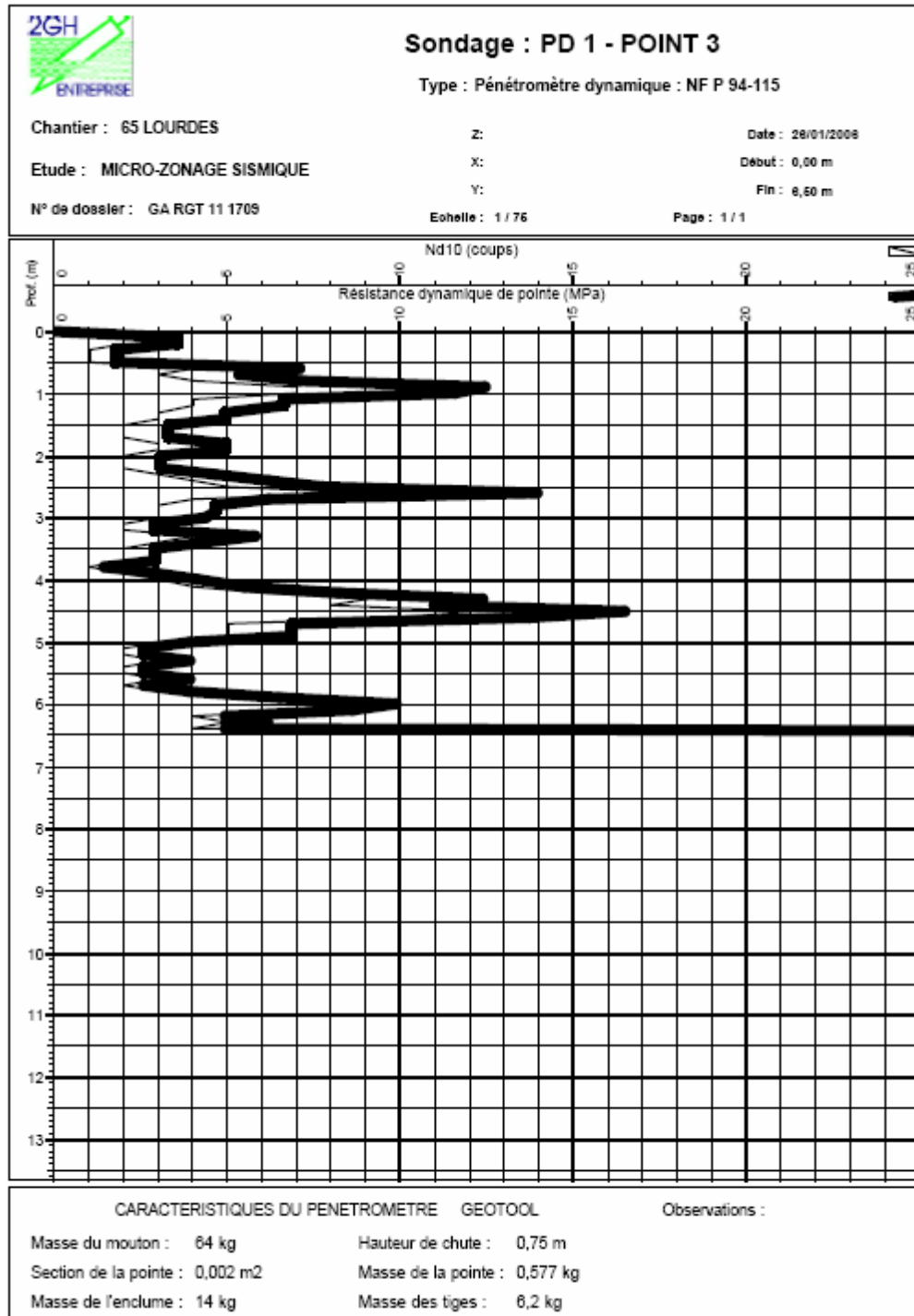
| N° Point | Profondeur | Lithologie 1 | Lithologie 2 | Cohésion | Saturation eau | Commentaires | Lithologie carte géologique |
|----------|------------|---------------------------------|----------------|----------|----------------------------|-----------------|--------------------------------------|
| p-12 | 1,5 | remblais | | | | | |
| | 3,8 | argile compacte | | forte | venue d'eau contact sables | | |
| | 4,5 | sable graveleux | galets cm à dm | nulle | 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 | |

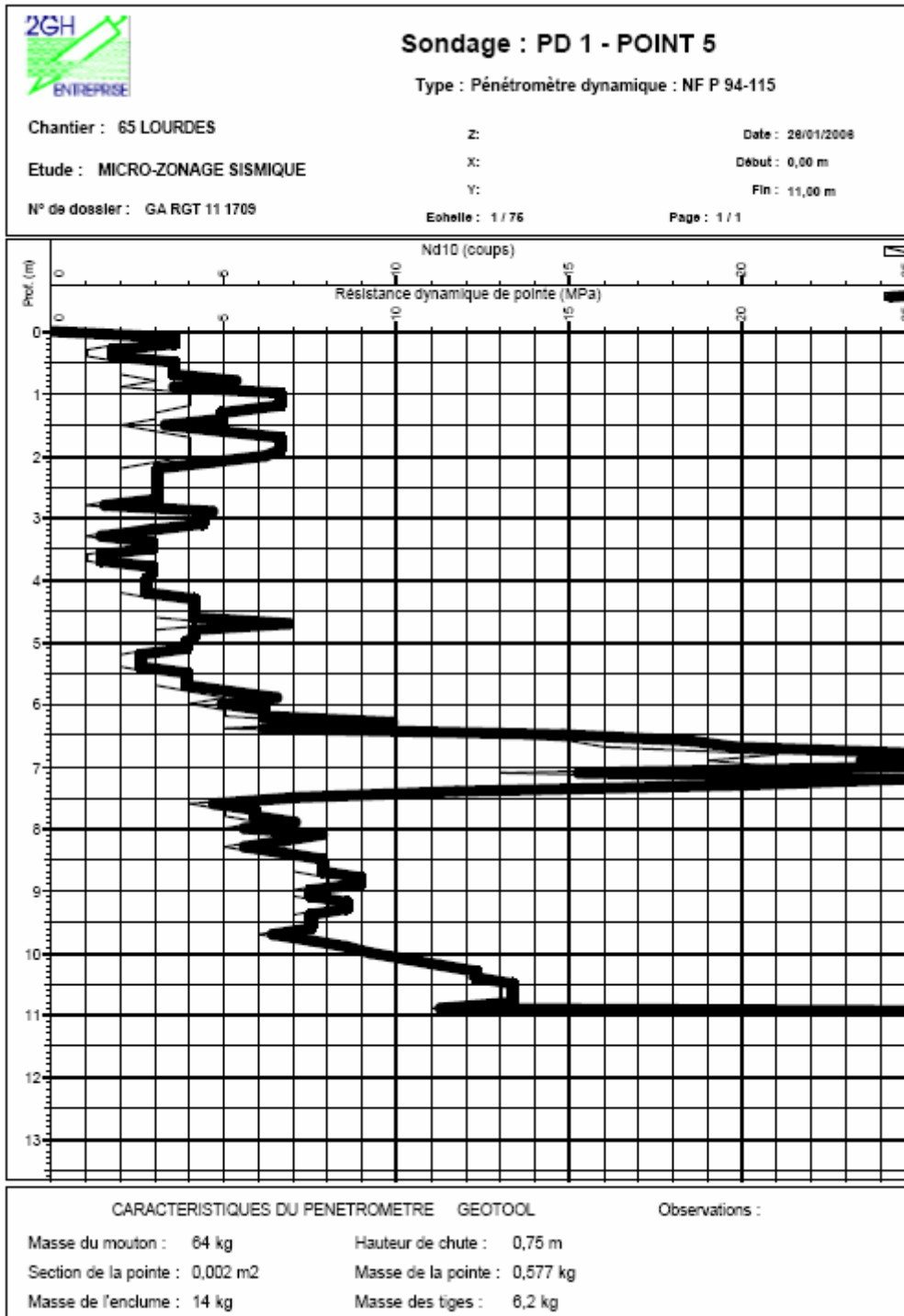
| N° Point | Profondeur | Lithologie 1 | Lithologie 2 | Cohésion | Saturation eau | Commentaires | Lithologie carte géologique |
|----------|------------|---|----------------|----------|----------------|--------------|--------------------------------------|
| p-15-2 | 1,5 | limons fins | | faible | | | 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 | | | |

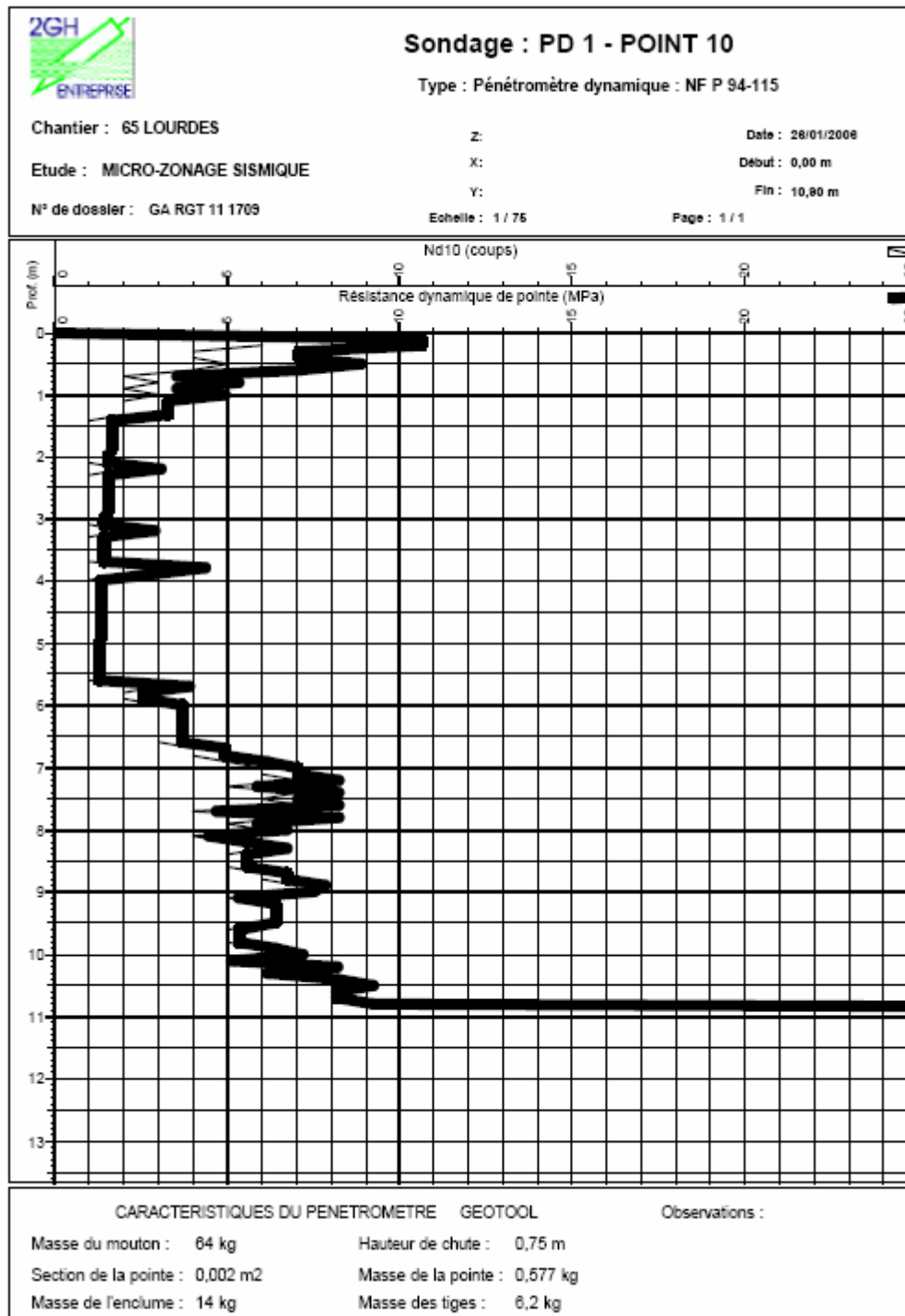
| N° Point | Profondeur | Lithologie 1 | Lithologie 2 | Cohésion | Saturation eau | Commentaires | Lithologie carte géologique |
|----------|------------|---------------------------------------|---------------------|----------|----------------|--------------|------------------------------------|
| p-19-2 | 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).

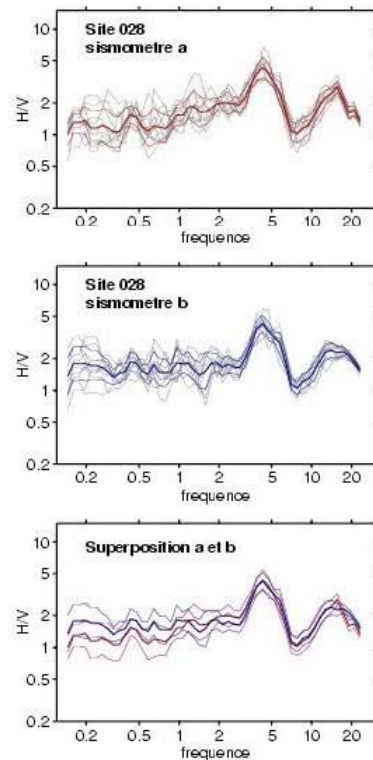


Fig. 1. Comparaison des rapports H/V obtenus pour deux sismomètres identiques installés à quelques mètres l'un de l'autre au site 028. Sur les deux figures supérieures sont reportés les spectres des différentes fenêtres de 4096 points, ainsi que la moyenne et le domaine de confiance à un écart-type. 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.

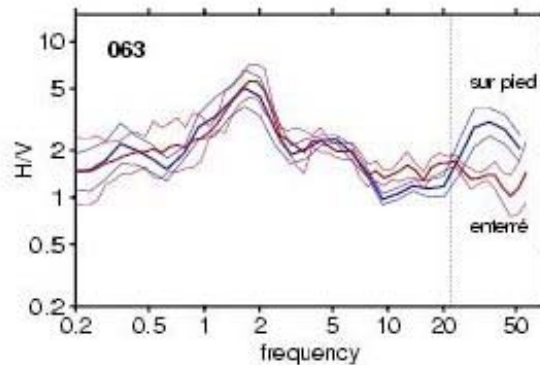


Fig. 2. Comparaison des rapports H/V obtenus pour deux sismomètres identiques installés au même site, l'un sur pieds, l'autre semi-enterré. On note qu'aux fréquences supérieures à 25 Hz, le spectre peut être affecté par le couplage entre le sol et l'appareil. Ces fréquences ne doivent donc pas être considérées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

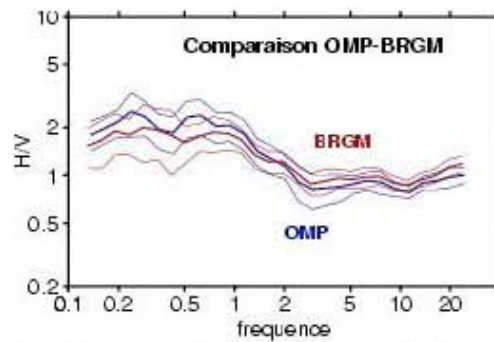


Fig. 3. Comparaison des rapports H/V obtenus par le BRGM et l'OMP avec une série commune de mesures d'inter-calibration à Toulouse le 15/03/2005 (données BRGM communiquées par A. Roullé). On note que la cohérence est aussi bonne que dans le cas des Fig. 1 et 2, où les appareils sont identiques.

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).

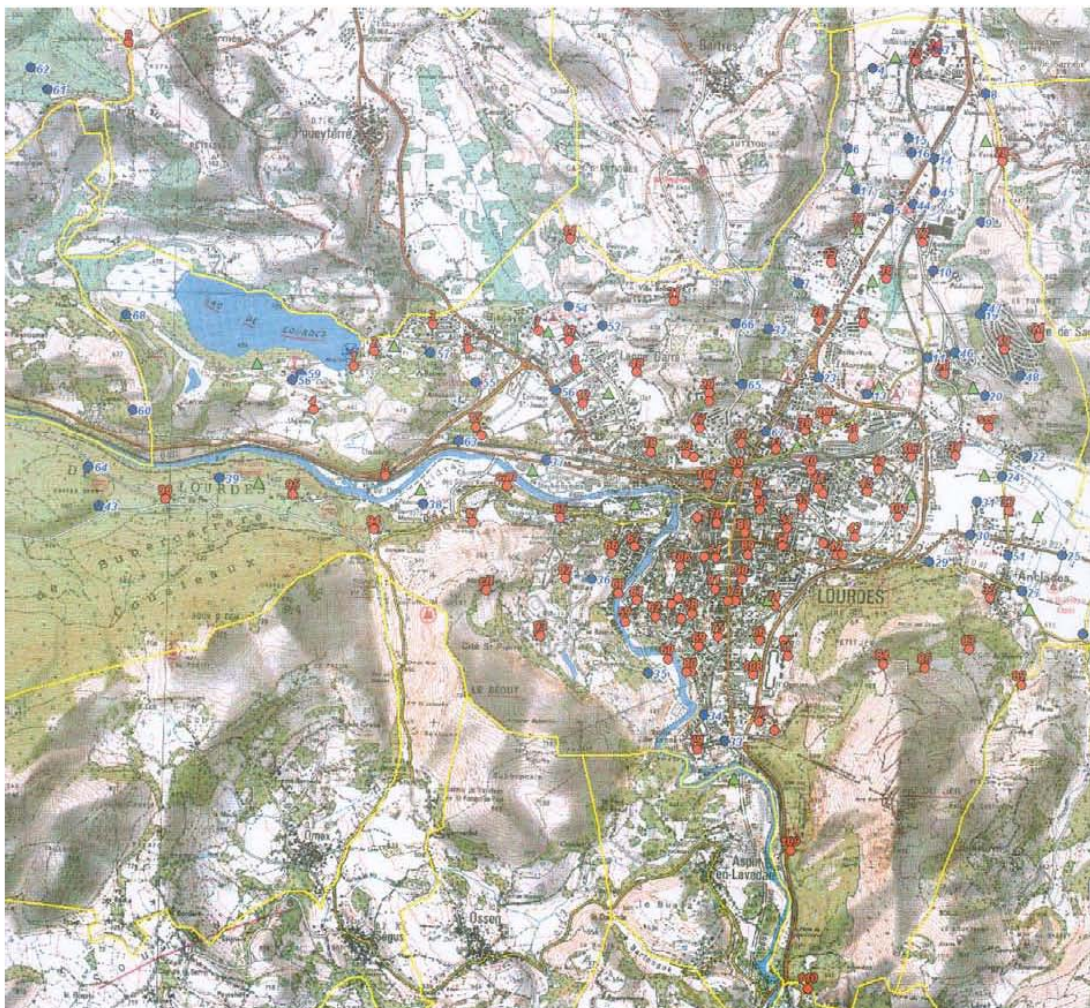


Fig. 4. Points mesurés à Lourdes par l'OMP (points en rouge) et le BRGM (points en bleu). La partie ouest a été tronquée, elle comporte 4 points OMP en forêt de Mourle (063, 086, 097, 098, voir Tableau 1), et 3 points BRGM au sud du Gave (LOU040, LOU041, LOU 042). Document fourni par A. Roullé et G.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

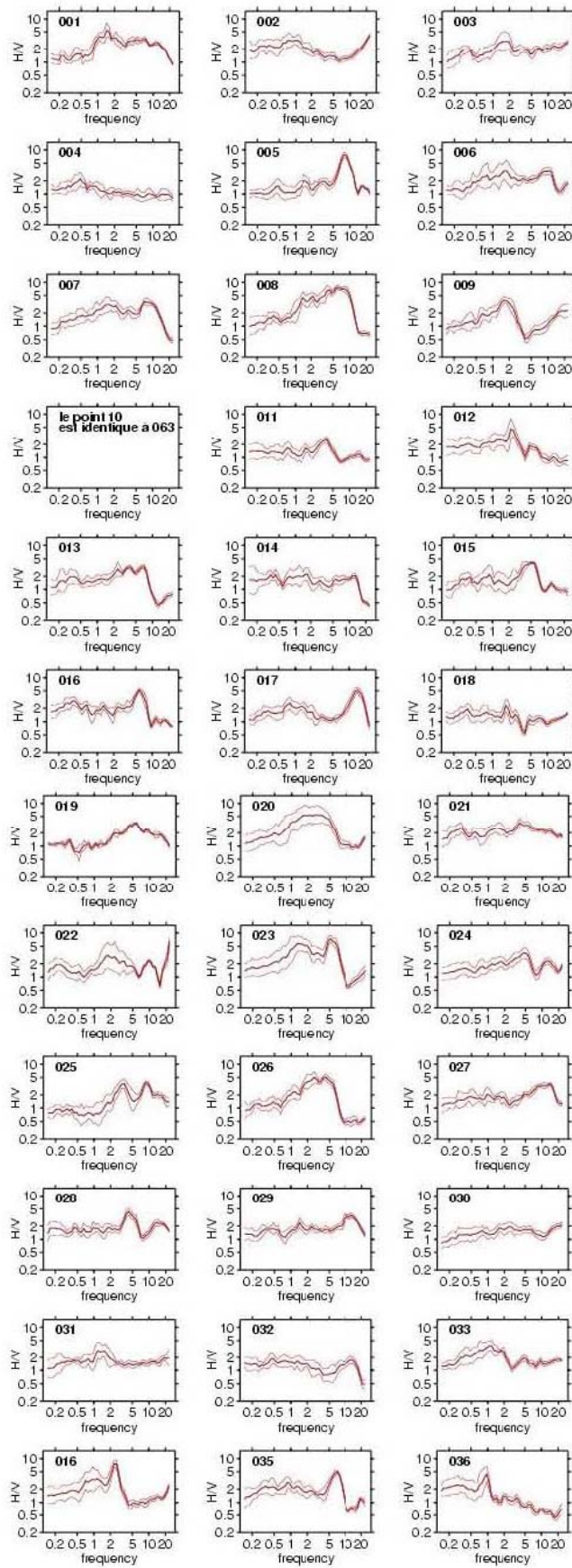


Fig. 5-1

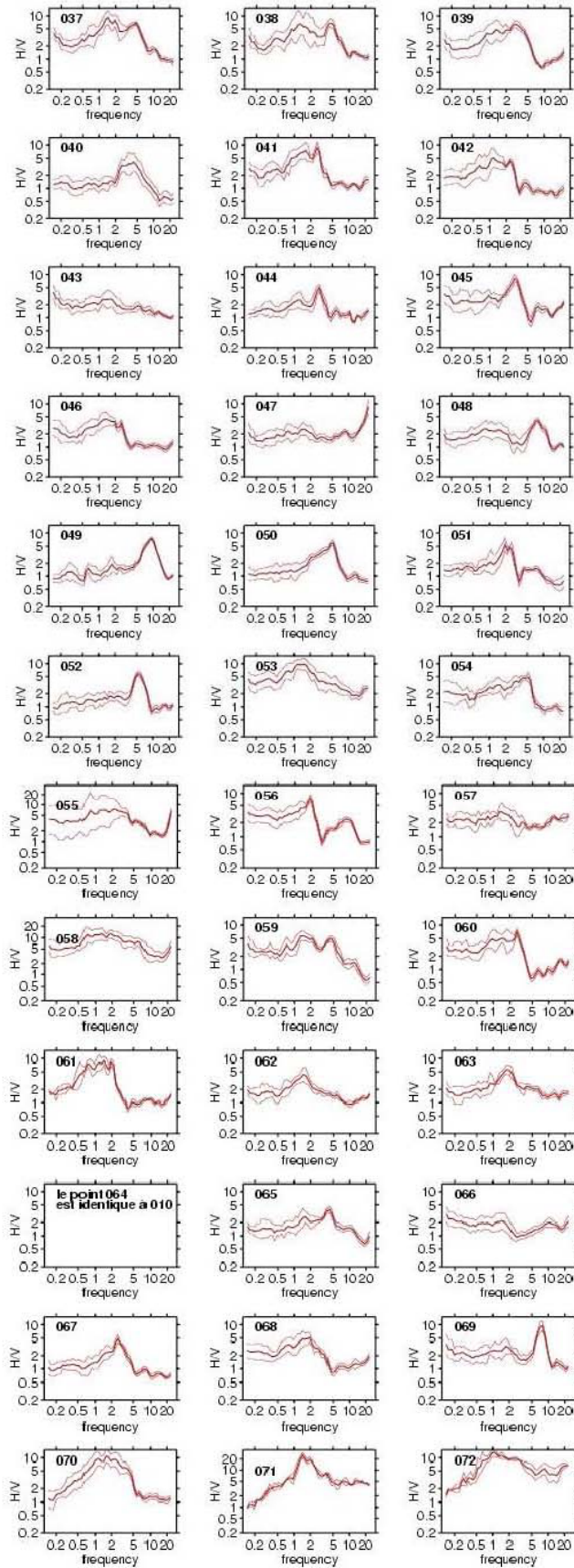


Fig. 5-2

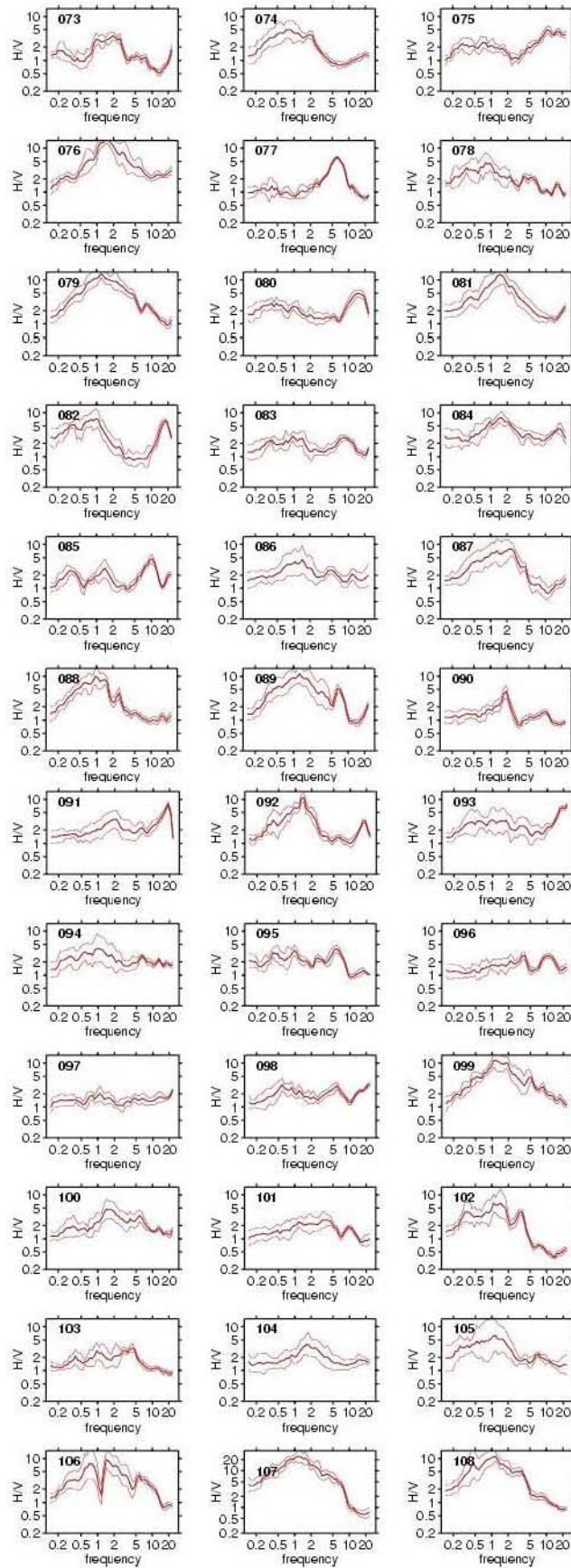


Fig. 5-3

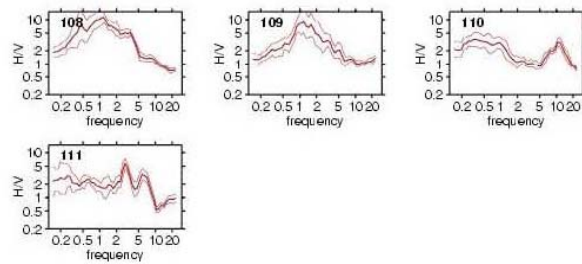


Fig. 5-4

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.

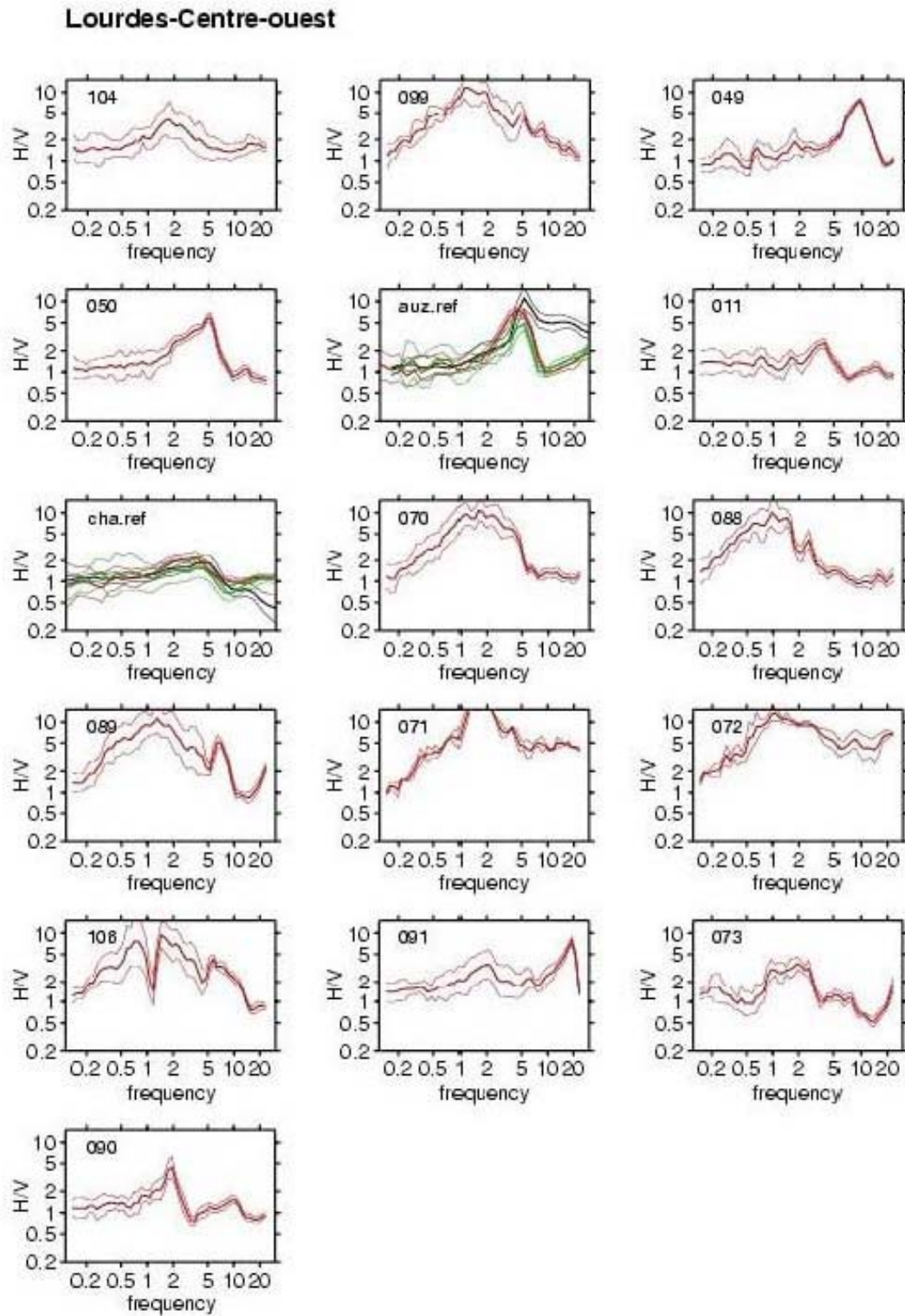


Fig 6-1

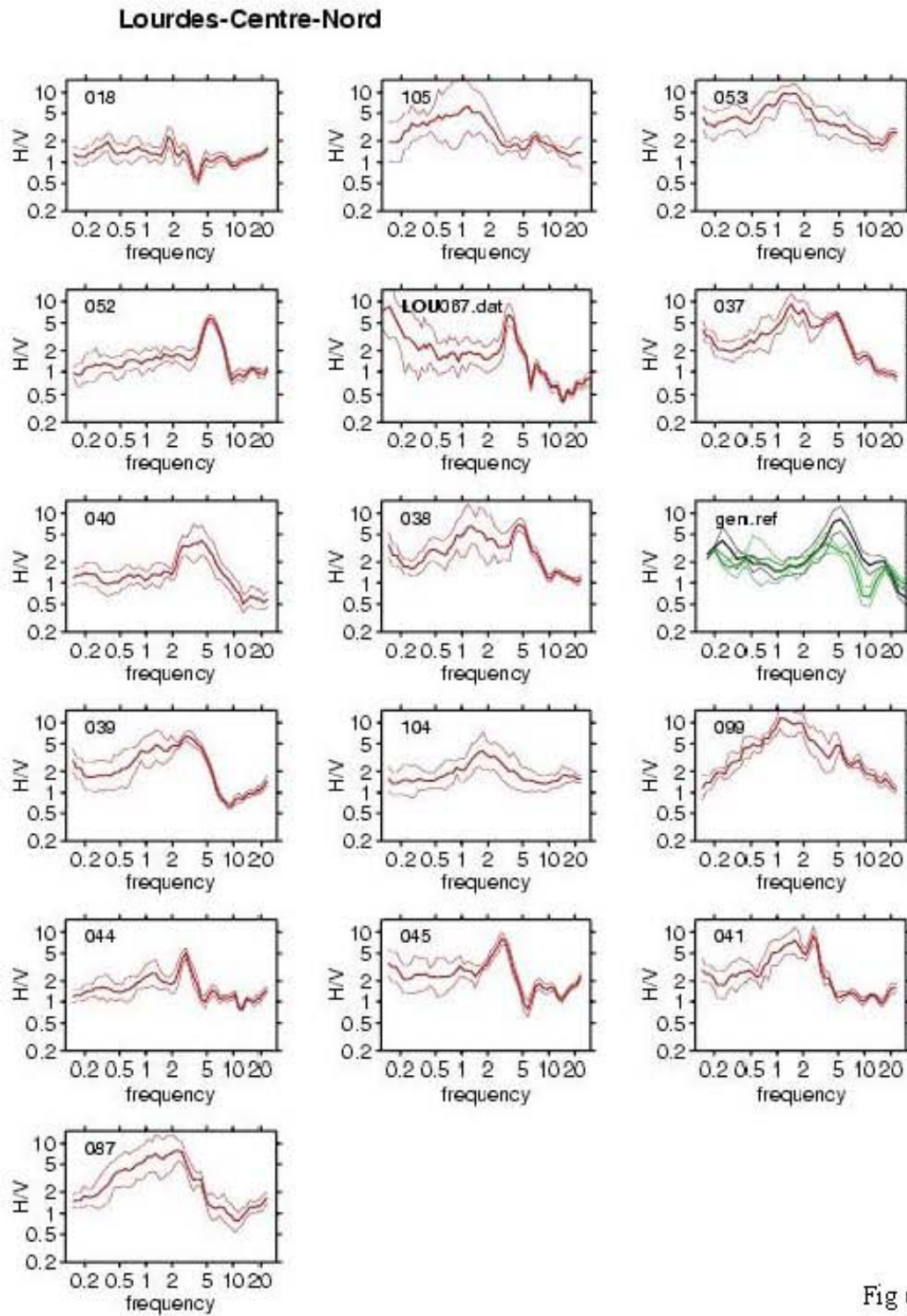


Fig 6-2

Lourdes-Centre-est

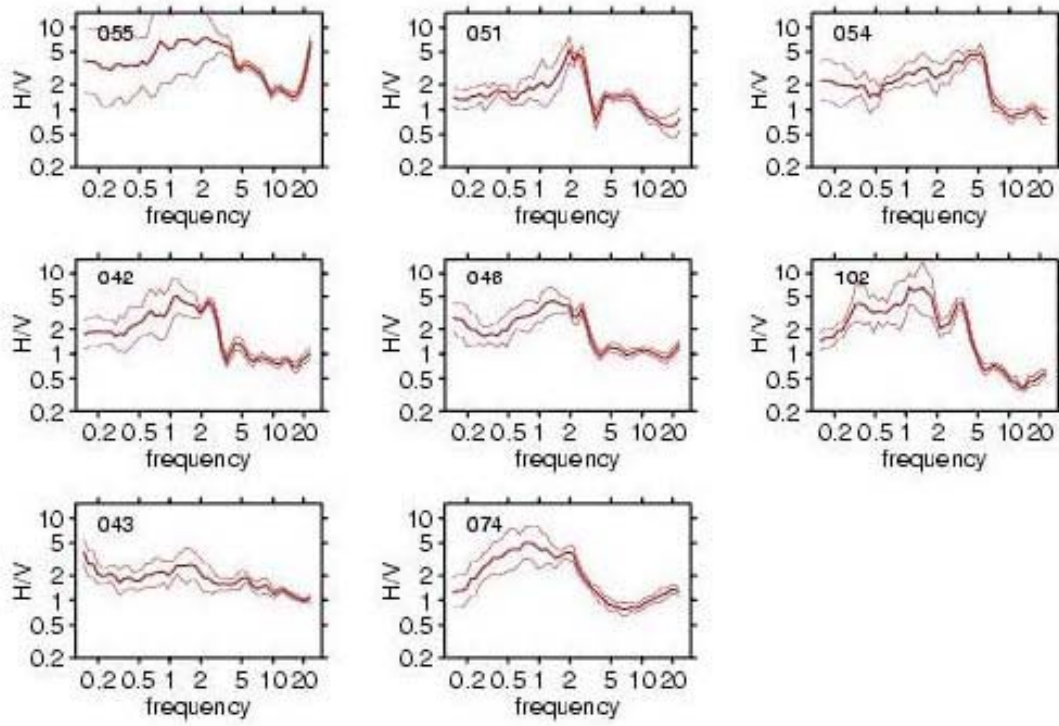


Fig 6-3

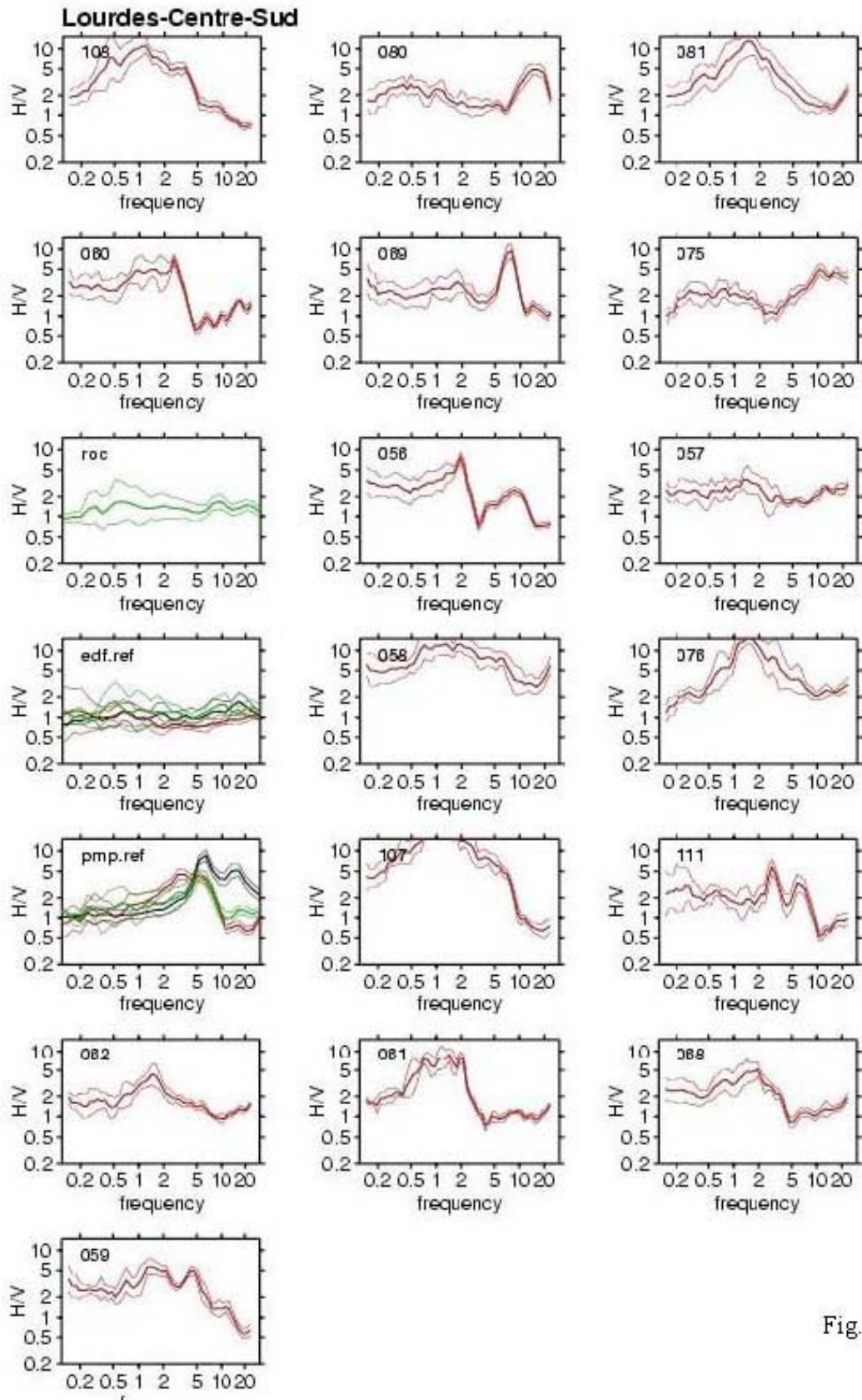


Fig. 6-4

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

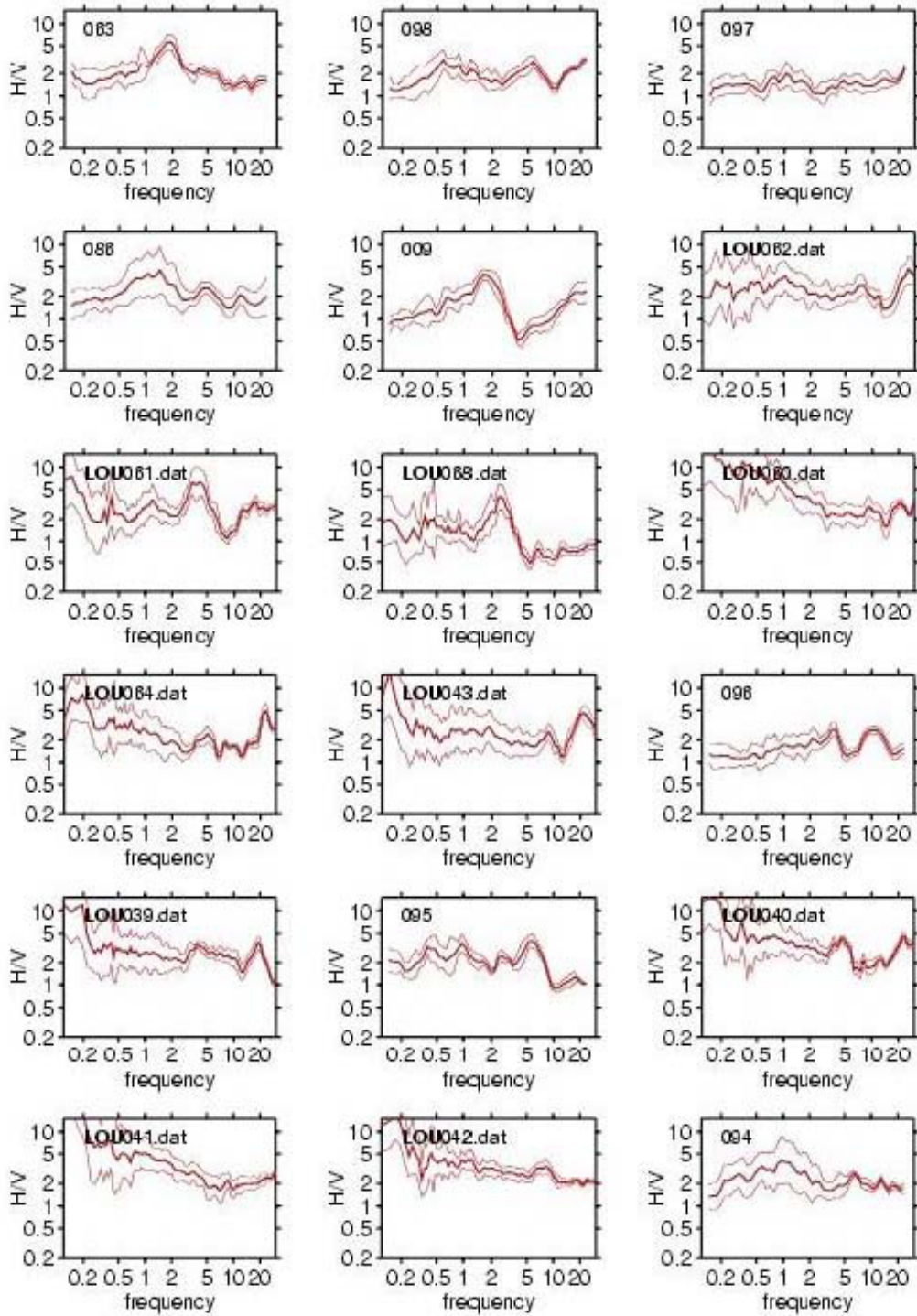


Fig. 6-5

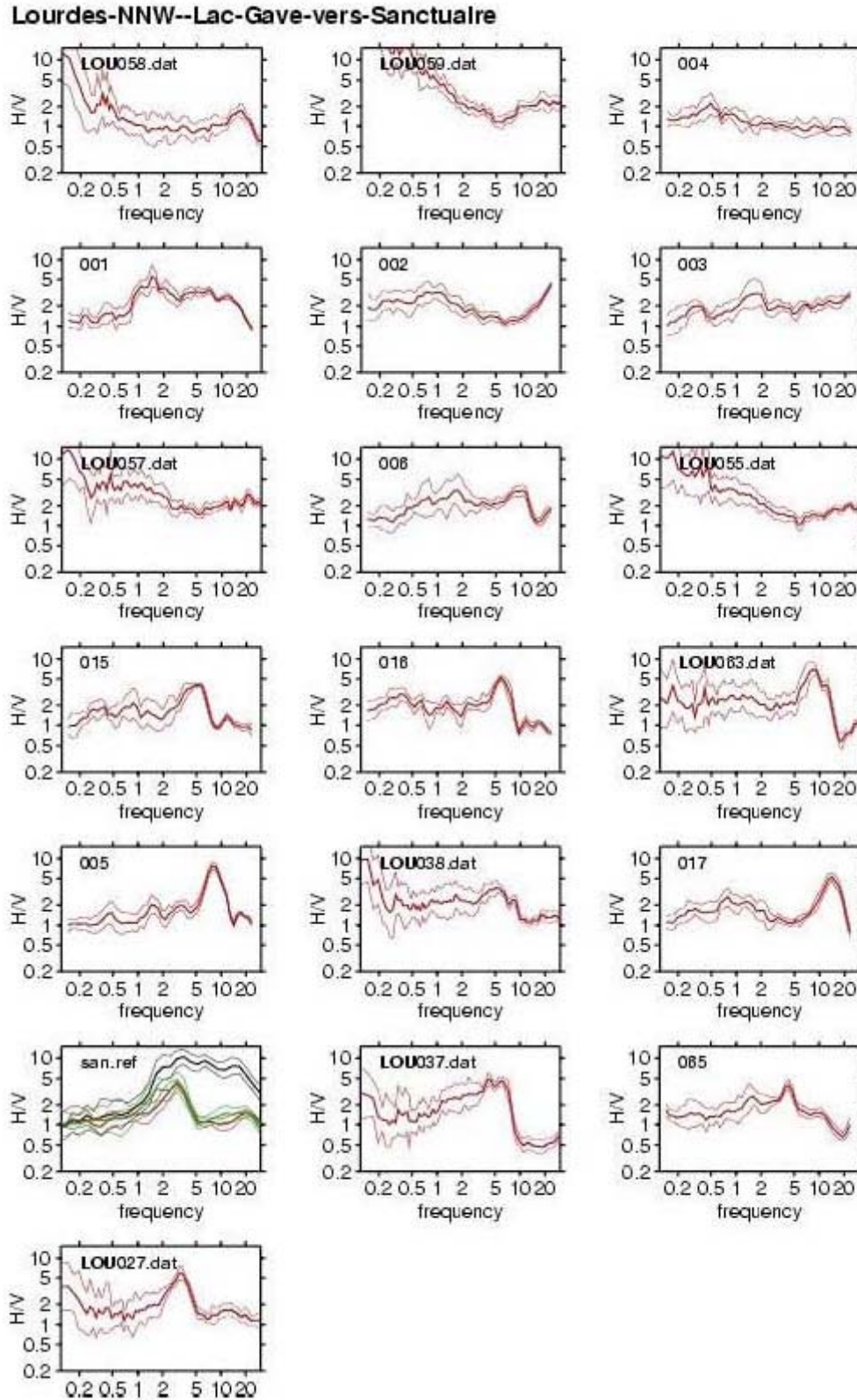


Fig. 6-6

Lourdes-Nord-Lannedarre

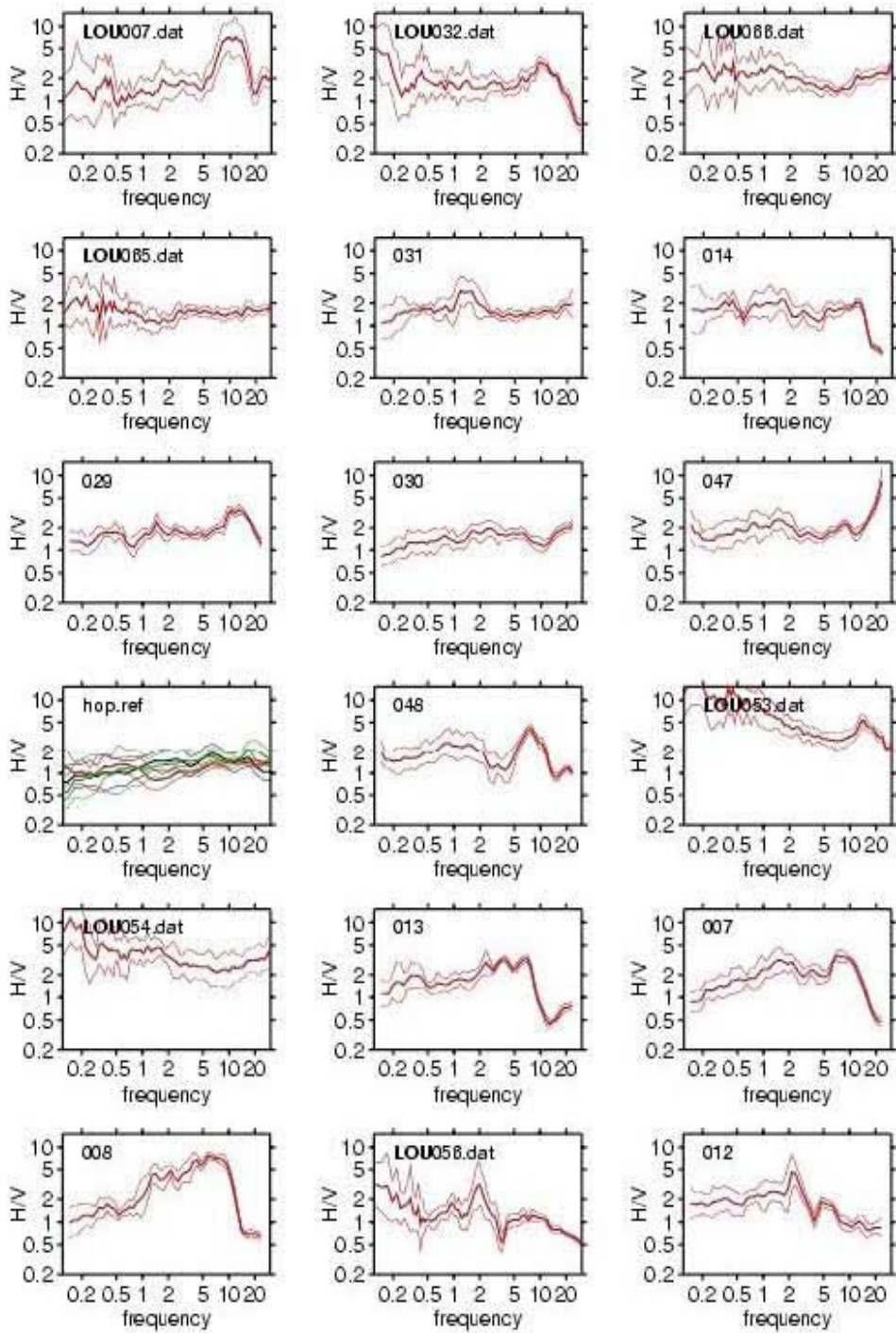


Fig. 6-7

Lourdes-NNE-Rte-de-Tarbes

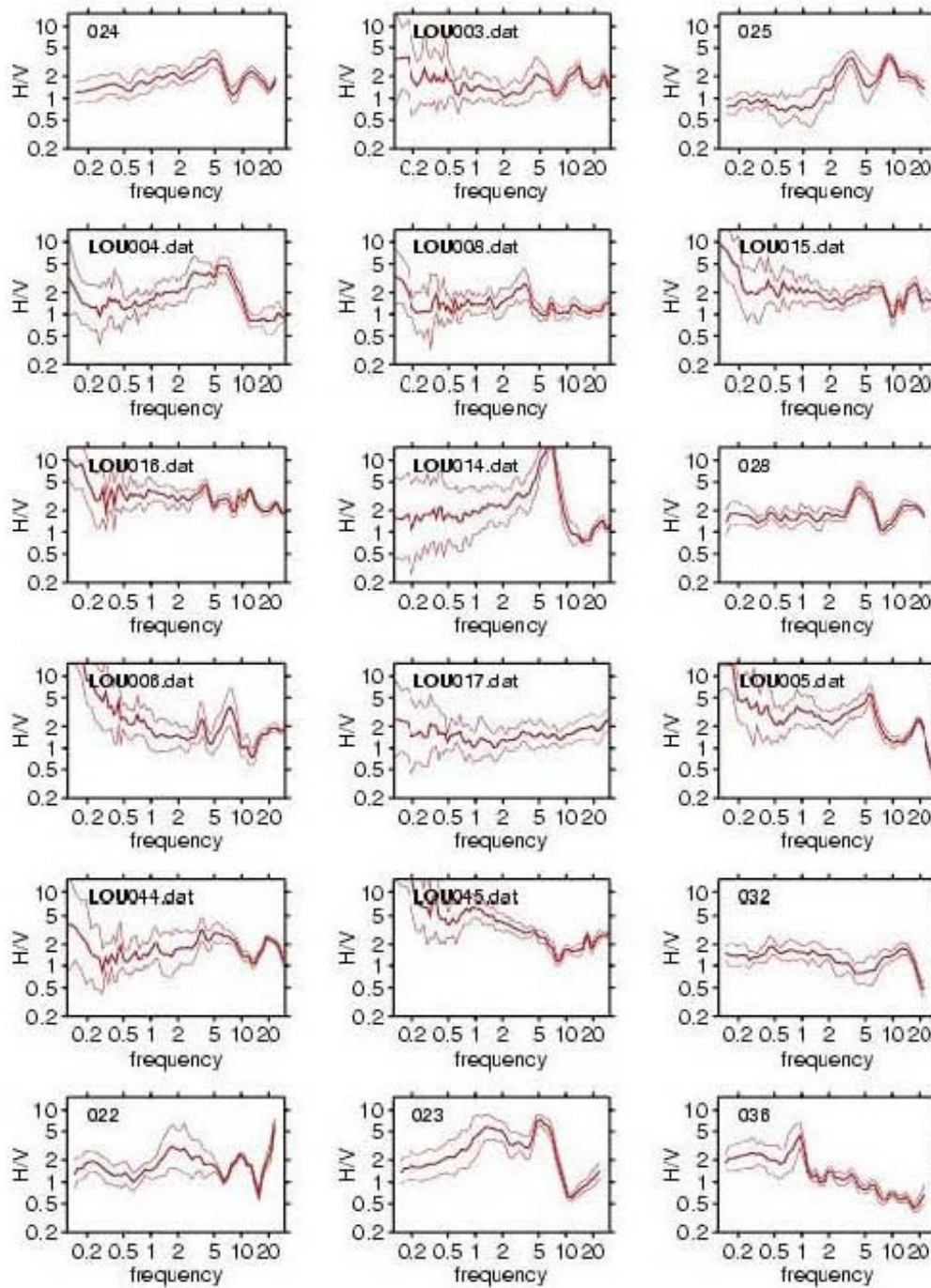


Fig. 6-8

Lourdes-NE-Sarsan

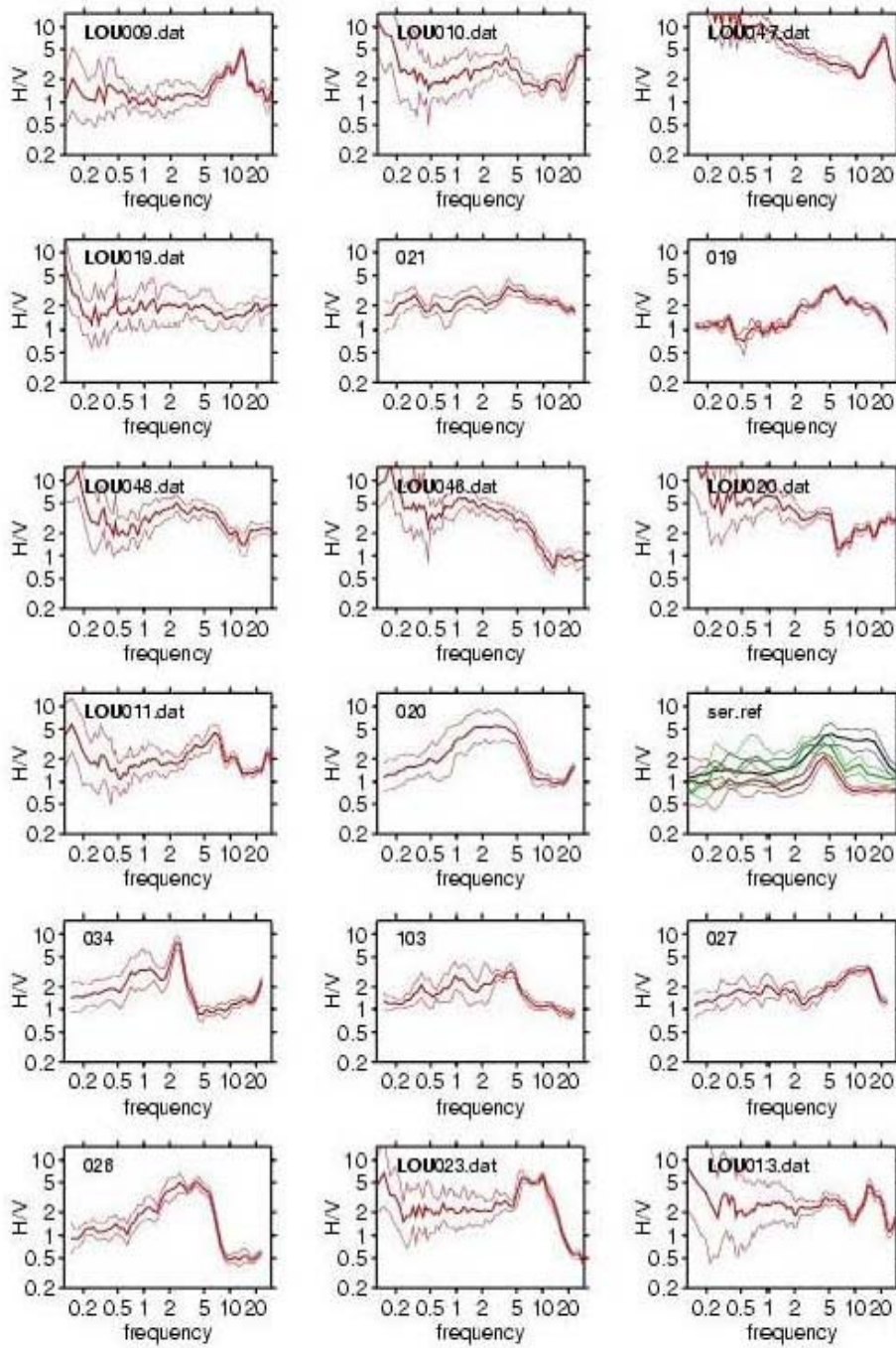


Fig 6-9

Lourdes-Est-Anclades

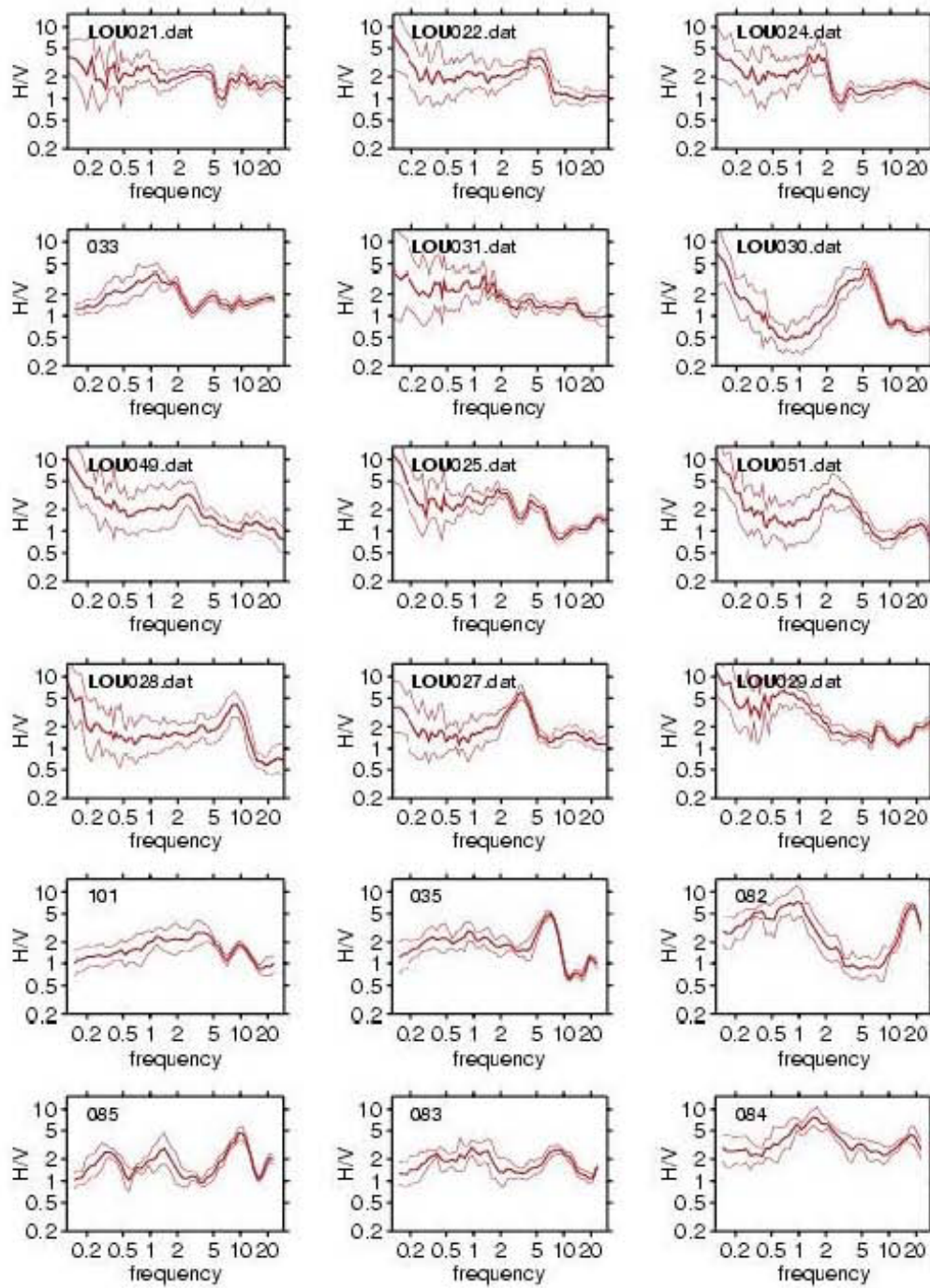


Fig 6-10

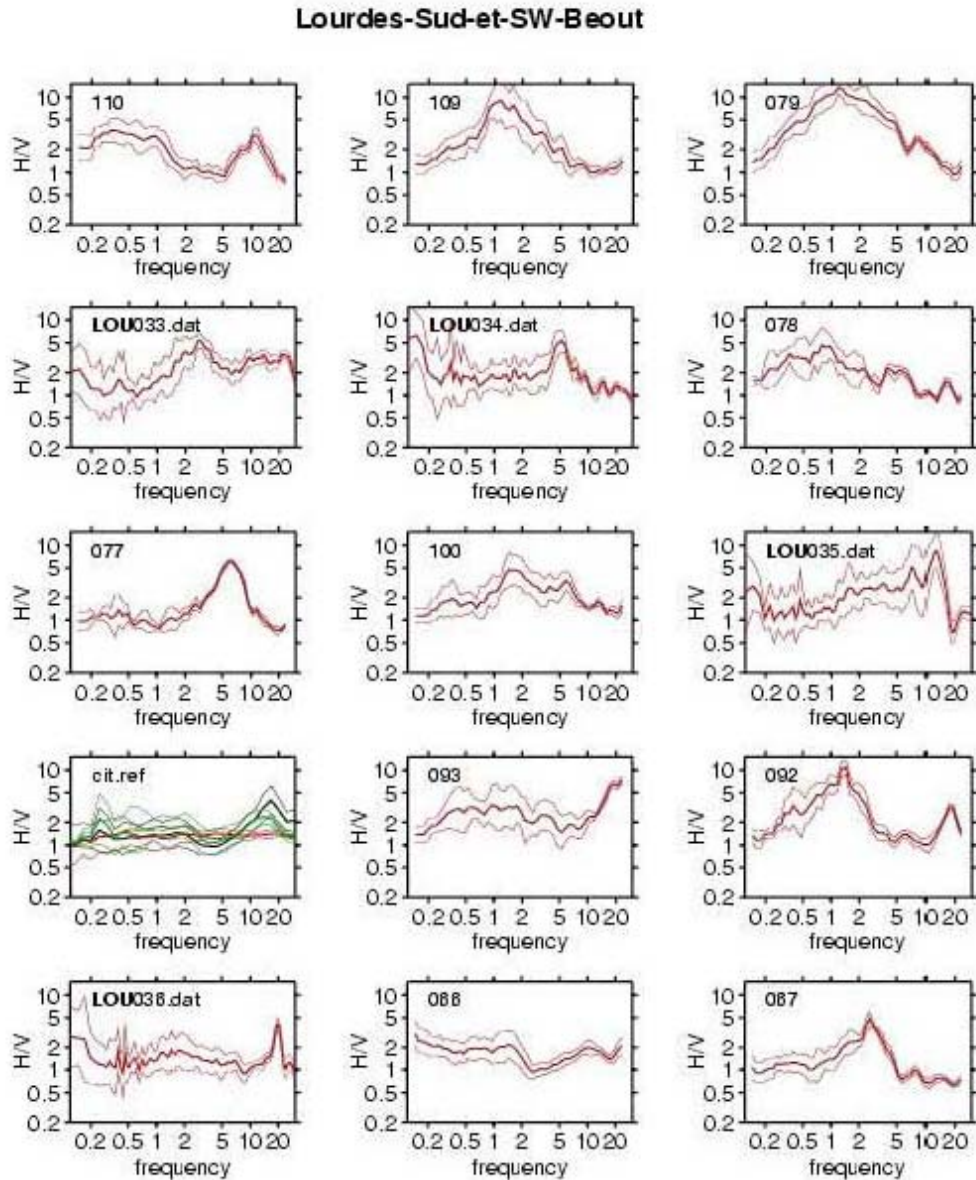


Fig. 6-11

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 calculées 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).



**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