

Etude comparative des performances de sources sismiques en sous-sol crayeux sous couverture limoneuse : contribution à la gestion des risques liés aux mouvements de terrain

Florie Depuiset, Olivier Kaufmann

Service de Géologie Fondamentale et Appliquée, UMONS

20, Place du Parc - 7000 Mons, Belgique

Florie.Depuiset@umons.ac.be (boursière FRIA), Olivier.Kaufmann@umons.ac.be

RESUME

Les mouvements de terrain peuvent être induits par la présence en sous-sol d'hétérogénéités (galerie, zone altérée, karst, etc.). La détection de ces zones à risques est donc essentielle pour maîtriser la gestion de l'aménagement du territoire d'une région. Depuis une trentaine d'années, certaines méthodes géophysiques (gravimétrie, mesures électriques et électromagnétiques) sont employées dans le cadre de l'imagerie du sous-sol et de la détection de cavités. Le développement des méthodes sismiques est relativement plus récent et l'introduction des sources vibrosismiques ouvre également des perspectives supplémentaires.

Dans ce poster, nous présentons une étude comparative des performances de différentes sources sismiques (gun, masse et source portable de type SIST). Une source de type SIST (Swept Impact Seismic Technique) utilise de manière combinée les principes des sources impulsionnelles et vibratoires. Les ondes sismiques ainsi générées atteignent théoriquement une plus grande profondeur tout en gardant une résolution correcte. Un site test, à couches subhorizontales constitué de craie surmontées d'une dizaine de mètres de limons, est choisi. Plusieurs aspects sont analysés, comme la relation entre temps de mesure et informations obtenues, le contenu fréquentiel des traces sismiques pour chaque source *in situ*. Les rapports signal sur bruit des traces sont comparés selon la distance source-récepteur et en fonction des sources. La profondeur de pénétration, la résolution, l'énergie transmise par la source, etc. sont également étudiées.

SITE TEST ET SOURCES SISMQUES

Le site test (50° 25'3.57"N, 4° 0'1.08"E) est situé sur la commune d'Harmignies, à proximité de Mons. Il a été choisi pour sa facilité d'accès et sa géologie relativement simple (Fig. 1). La couche de surface est constituée de limons sur une dizaine de mètres d'épaisseur. Cette couche est en contact avec le toit des craies, considéré comme subhorizontal.

Trois sources sismiques ont été utilisées : un Buffalo gun (Fig. 2), une masse de 8kg (Fig. 3) et VIBSIST-50 (Fig. 4). Les enregistrements sont directement utilisables pour la masse et le gun. En revanche, ceux fournis par VIBSIST-50 nécessitent un décodage par une procédure de « Shift & Stack » (Fig. 5).

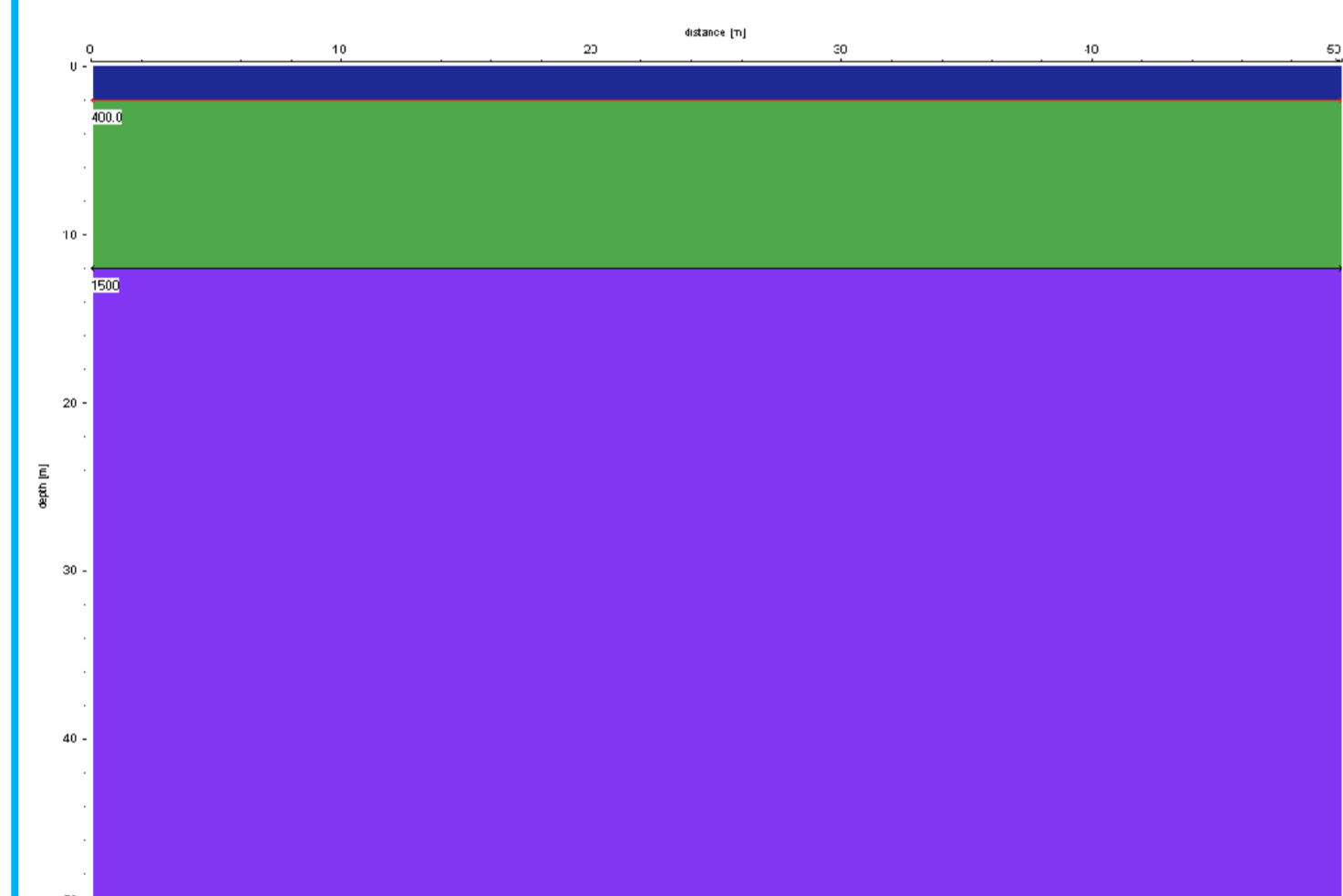


Fig. 1 - Modèle géologique simplifié



Fig. 2 - Buffalo Gun



Fig. 3 - Masse de 8kg et sa plaque



Fig. 4 - VIBSIST-50

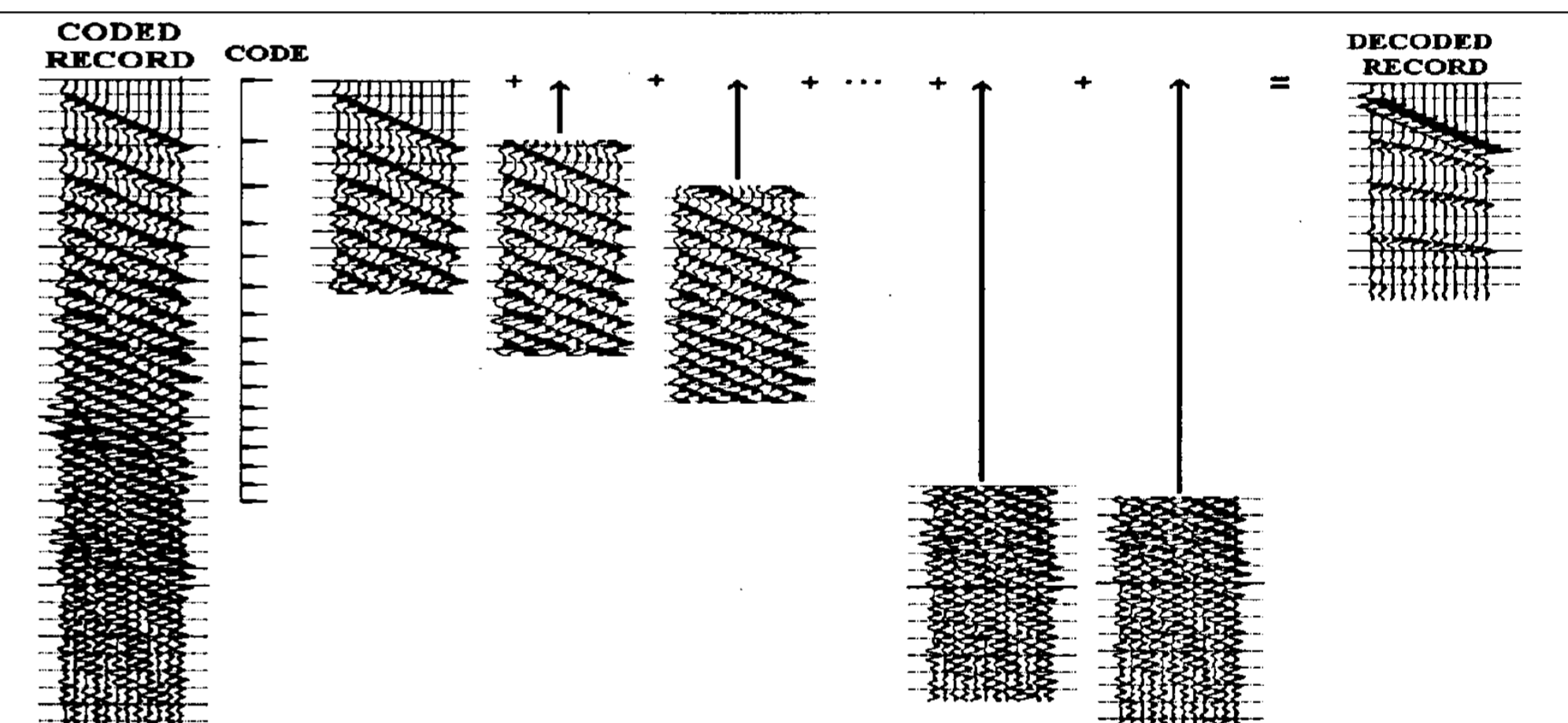


Fig. 5 - Procédure de « Shift & Stack »

RESULTATS

L'énergie de différentes sources sismiques peut se comparer via l'analyse fréquentielle des signaux réceptionnés par tous les géophones pour un point de tir (Fig. 6). Les résultats pour différents points de tir indiquent que la masse est la source la plus énergétique. Cependant, pour toutes les sources, la répartition de l'énergie est variable. Une analyse détaillée des signaux pris en compte et de l'influence du décodage VIBSIST est donc nécessaire pour motiver le choix d'une source ou d'une autre dans le cadre d'une prospection.

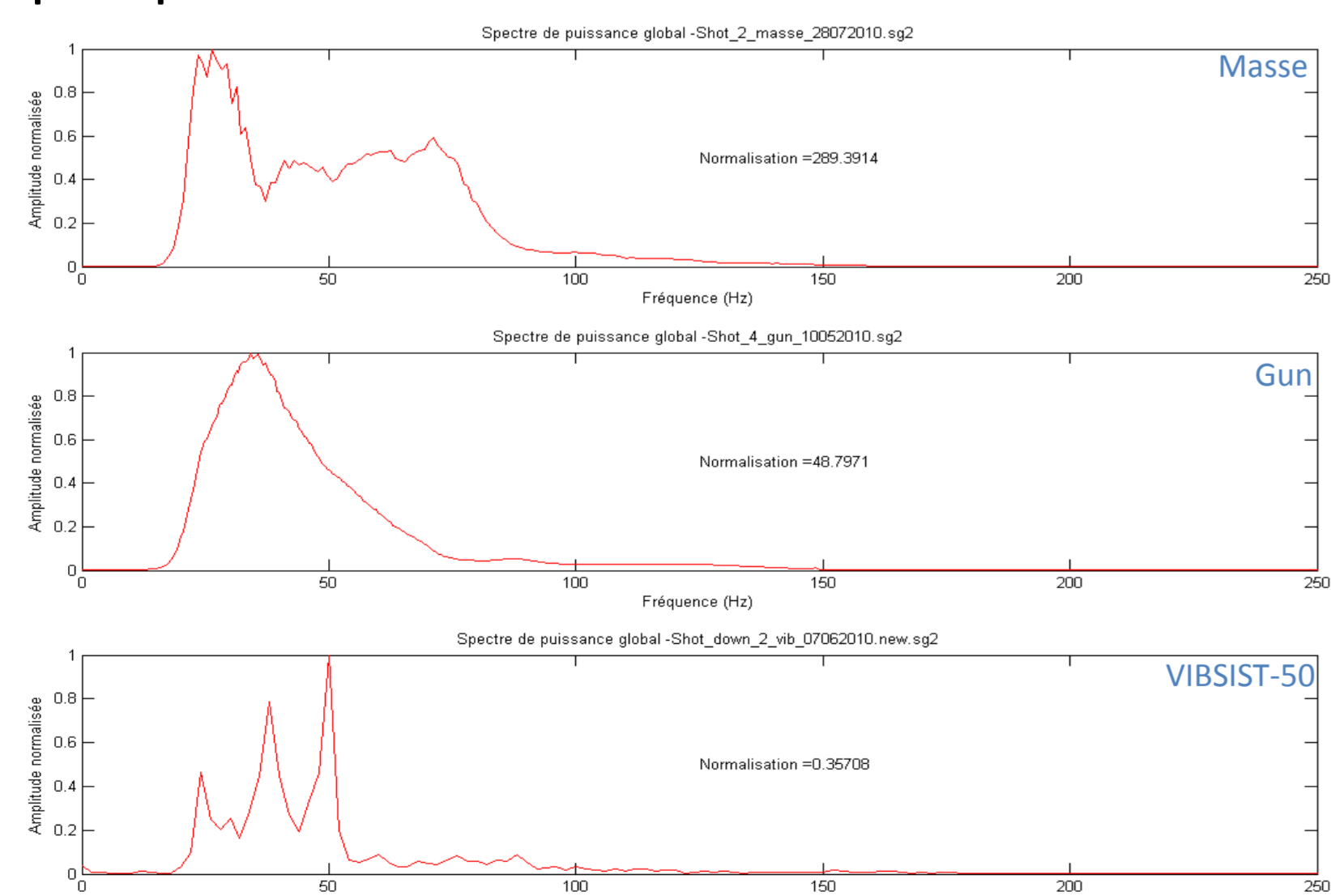


Fig. 6 - Comparaison de l'énergie fournie par la masse, le gun et VIBSIST-50, pour la même géométrie d'acquisition

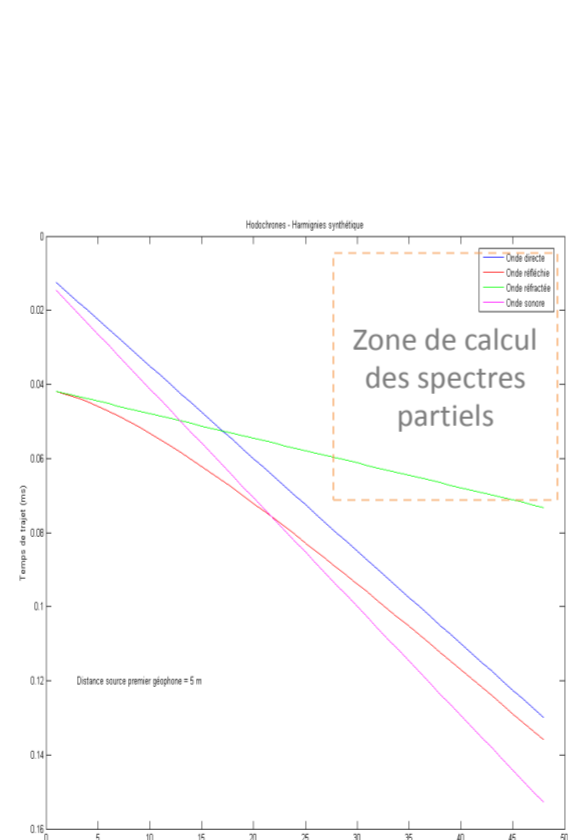


Fig. 7 - Hodochrones synthétiques sur le site d'Harmignies

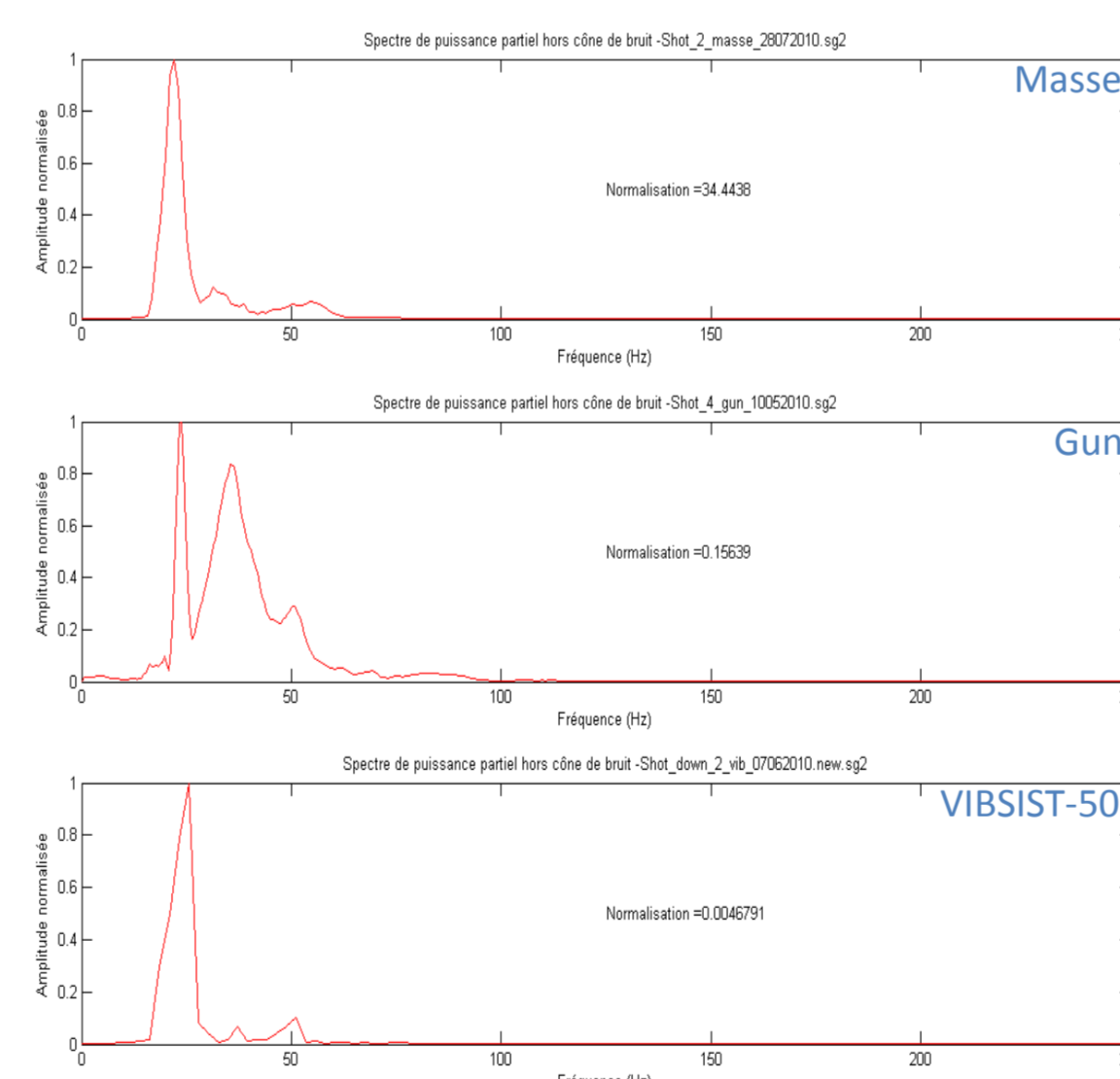


Fig. 8 - Spectres de puissance partiels pour la masse, le gun et VIBSIST-50, pour la même géométrie d'acquisition

Les résolutions horizontale et verticale sont liées au signal utile pour une prospection et à sa fréquence centrale. Le spectre de puissance partiel (Fig. 9), calculé sur la zone voulue (Fig. 8) permet d'approcher ces paramètres (Tab. 1).

Source	Masse	Gun	VIBSIST-50
Bande de fréquence centrale (Hz)	15-30	20-60 ou 20-45	15-35
Profondeur de la cible (m)		10	
Résolution verticale (m)	~ 5	~ 7-10	~ 5
Résolution horizontale (m)	~ 20	~ 15	~ 20

Tab.1 - Résolutions horizontale et verticale en fonction de la source pour imaginer l'interface séparant les craies des limons

Plus le rapport signal sur bruit (S/N) d'une trace sismique est élevé, meilleure sera la détermination des arrivées sismiques. De manière générale, S/N décroît lorsque la distance à la source augmente, ce que l'on constate pour les sources sismiques étudiées (Fig. 9). La masse possède le meilleur S/N, ce qui contredit ce qui est traditionnellement admis. La fréquence des signaux est peut-être à prendre en compte dans ce phénomène. Pour VIBSIST, du bruit non aléatoire est présent sur les traces malgré le décodage, il faut donc optimiser la procédure de « Shift & Stack » pour obtenir une meilleure représentation de S/N.

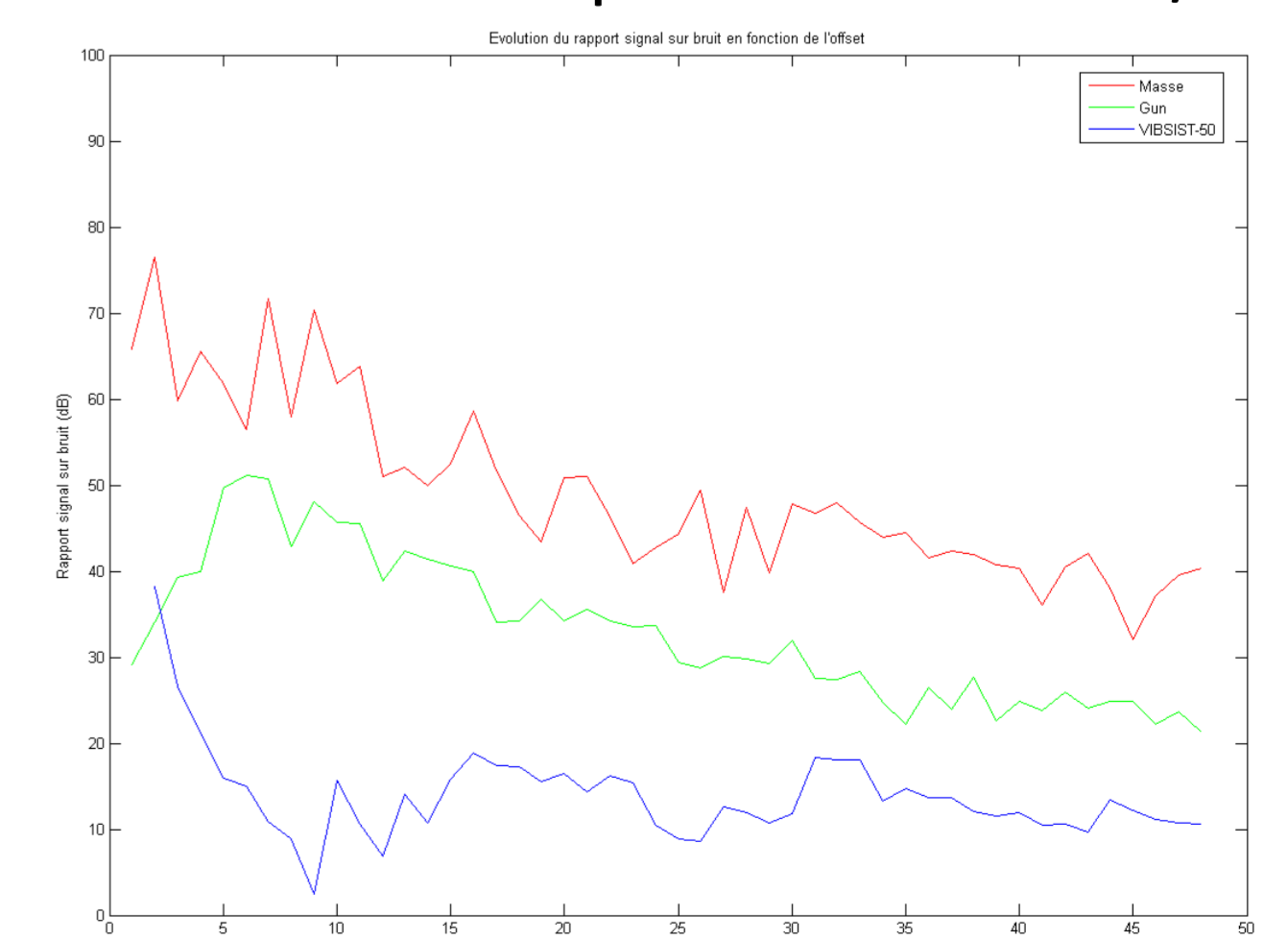


Fig. 9 - Evolution des rapports signal sur bruit en fonction de l'offset pour la masse (rouge), le gun (vert) et VIBSIST-50 (bleu)

REFERENCES

Bühnemann, J. and Holliger, K. (1998). Comparison of high-frequency seismic sources at the Grimsel test site, central Alps, Switzerland, *Geophysics*, 63, 1363
Park, C. B., Miller, R. D., Steeples, D. W. and Black, R. A. (1996). Swept Impact Seismic Technique (SIST), *Geophysics*, 61, 1789