



Rapport : Campagne de tir de mines

Saint Jean le Vieux / Ambronay

Tirs du 26/10/2020

Florian DEREGNAUCOURT

**Granulats VICAT
Le Mollard
01 640 Saint Jean le Vieux**

Oct. 2020

Rappels techniques concernant les tirs de mines :

Une vibration peut être définie comme étant un mouvement oscillatoire d'une particule ou d'un corps à partir de sa position de référence (ou position de repos). Les vibrations qui se propagent constituent des ondes de vibration.

Le « front d'onde » constitue la surface de séparation entre les particules de matériau au repos et les particules en mouvement. Le front d'onde se déplace dans les terrains avec une vitesse de propagation généralement comprise entre 1000 m/s et 6000 m/s.

En arrière du front d'onde, une particule de matière est soumise à un mouvement oscillatoire dans l'espace.

Ce mouvement peut être décomposé en trois composantes suivant 3 directions orthogonales (Vertical, Longitudinal ou Radial et Transverse). Chacune de ces composantes est alors caractérisée par :

- Le déplacement effectué dans le temps par la particule à partir de sa position de repos.
- La vitesse avec laquelle ce déplacement s'effectue, dite « vitesse particulaire » (à ne pas confondre avec la vitesse de propagation du front d'onde).
- L'accélération du mouvement qui quantifie la variation de la vitesse particulaire dans le temps.

L'expérience montre que **la vitesse particulaire** et **la fréquence** de la vibration sont les paramètres les plus significatifs des effets des vibrations sur les constructions.

Couple vitesse-fréquence :

Malgré les niveaux de vibrations préconisés qui permettent de limiter au maximum les effets des vibrations, la perception des vibrations ressenties par les personnes est extrêmement fine.

Des niveaux de vitesse particulaire de l'ordre de 0.5 mm/s à 1 mm/s sont souvent ressentis par les personnes alors que ces niveaux se situent bien en deçà des valeurs limites usuellement retenues.

De plus, les vibrations occasionnées par les tirs de mines **s'atténuent avec la distance**.

Par ailleurs, les tirs de mines induisent une onde aérienne constituant un bruit qui ne doit pas être pris comme une vibration. En effet, ces ondes transmises par l'air, bien que sans aucune action sur les structures principales, sont généralement ressenties (plus ou moins fortement) en raison des vibrations qu'elles provoquent sur les voiles minces comme les vitres par exemple.

Courbe limite définie par l'AM du 22.09.1994 – rappel réglementaire:

La courbe limite de surveillance des vibrations dues aux tirs de mines définies par l'Arrêté Ministériel du 22.09.1994 correspond au seuil vibratoire à retenir lors des études. Ces valeurs constituent, en effet, le seuil édicté légalement :

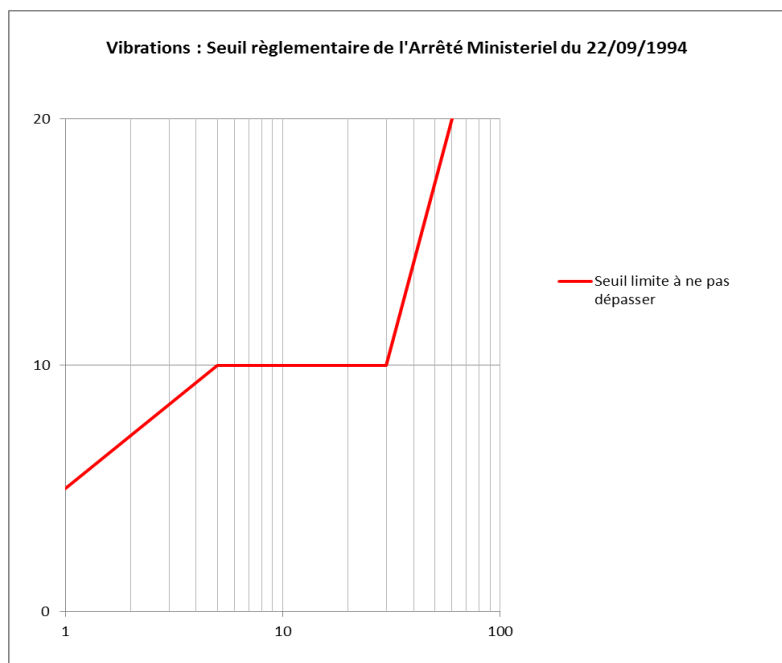
« Les tirs de mines ne doivent pas être à l'origine de vibrations susceptibles d'engendrer dans les constructions avoisinantes des vitesses particulières supérieures à 10 mm/s mesurées suivant les trois axes de la construction.

On entend par constructions avoisinantes, les immeubles occupés ou habités par des tiers ou affectés à toute activité humaine et les monuments.

Pour les autres constructions des valeurs limites plus élevées peuvent être fixées par l'arrêté d'autorisation après étude des effets des vibrations sur les constructions.

Le respect de la valeur limite est vérifié dès les premiers tirs réalisés sur la carrière, puis par campagnes périodiques dont la fréquence est fixée par l'arrêté d'autorisation. »

Il est rappelé que préconiser un seuil de vibration, c'est s'assurer que, tant que le seuil préconisé n'est pas dépassé, la pérennité des habitations n'est pas affectée. A l'inverse, le dépassement du seuil préconisé ne signifie pas que l'apparition de dégât sera systématiquement observée.



Etude des tirs de mines sur le site de Saint Jean le Vieux - Ambronay :

Justification de tirs de mines sur le site de Saint Jean le Vieux :

Le gisement exploité sur le site de Saint Jean le Vieux correspond à des dépôts fluvio-glaciaires datant de la fin du Pliocène et du Quaternaire. Ces dépôts, constitués de sables et graviers, ne présentent pas de niveaux gréseux, mais une compacité importante interdisant un fonctionnement optimal de l'outil d'extraction (drague flottante à grappin). Les tirs ont pour but de décompacter le gisement pour faciliter son foisonnement et garantir la stabilité des fronts d'exploitation. Pour ce faire les quantités d'explosif utilisées sont faibles en comparaison avec un tir d'abattage en roche massive (5 à 10 kg/trou au lieu de 100 à 150 kg/trou en roche massive).

Tir du 26/10/2020 :

Le 26/10/2020 au matin, deux tirs ont été effectués. Ces tirs ont consisté à ébranler un secteur composé de 12 trous.

Le secteur a fait l'objet de deux volées de tir composées comme suit :

- Tir n°1 – 9h35min29s
 - Charge unitaire : 6 trous chargés à 2x7.8 kg (Charge unitaire instantanée de 7.8 kg/trou)
 - Profondeur de 15 m par rapport au niveau d'eau du plan d'eau
 - Micro retard : 30 ms (détonateur électronique) entre trou et 10ms entre étage
 - Orientation de la séquence de tir : Nord/Sud

- Tir n°2 – 10h51min32s
 - Charge unitaire : 6 trous chargés à 2x7.8 kg (Charge unitaire instantanée de 7.8 kg/trou)
 - Profondeur de 15 m par rapport au niveau d'eau du plan d'eau
 - Micro retard : 30 ms (détonateur électronique) entre trou et 10ms entre étage
 - Orientation de la séquence de tir : Nord/Sud

Commentaires sur les tirs:

Afin de réduire les émissions de vibration, chaque détonateur de la volée est équipé d'un micro retard introduisant un décalage entre le déclenchement de chaque charge.

Le décalage entre deux trous est de 30ms.

De plus, au sein d'un trou des charges ont été étagées avec un retard de 10ms.

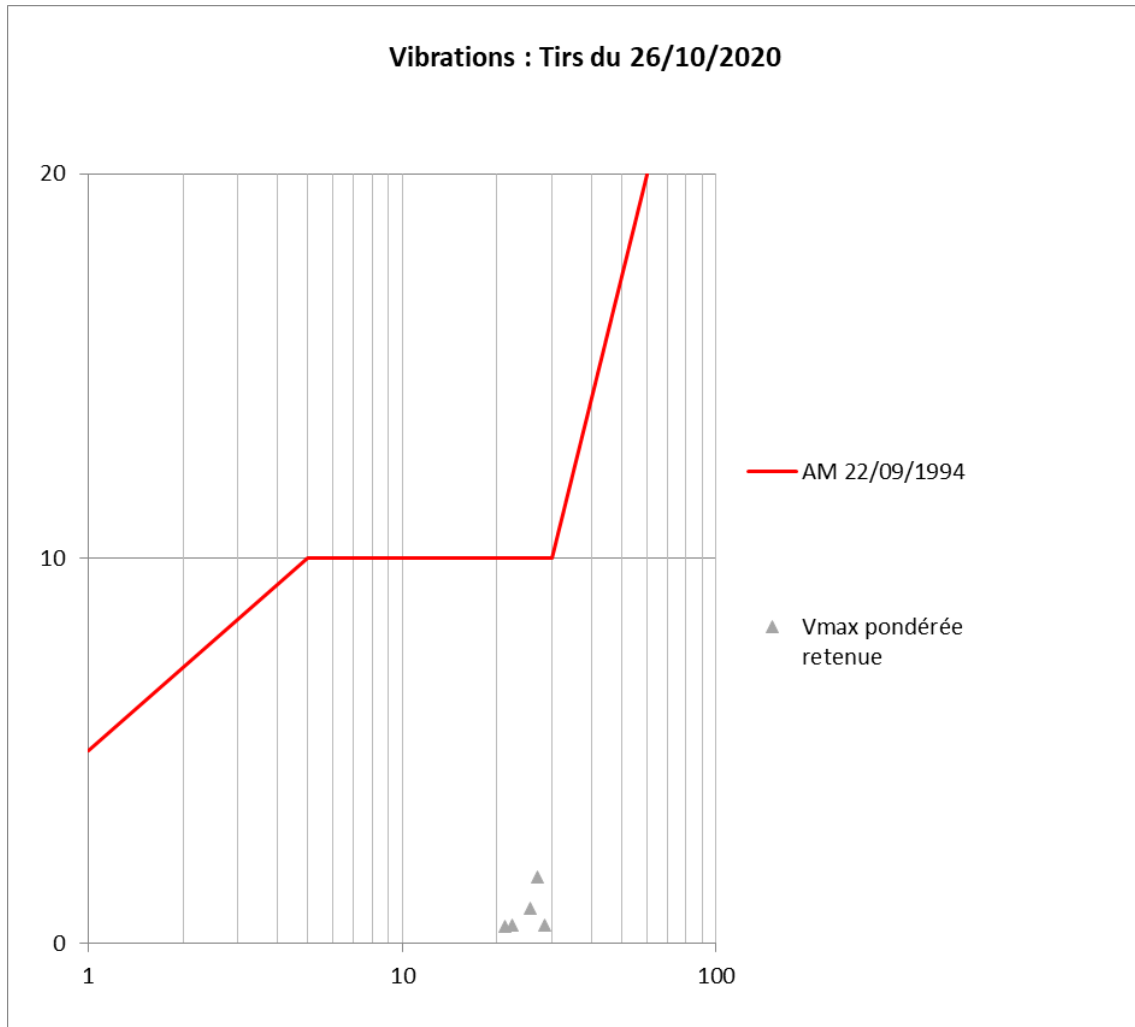
L'utilisation de détonateur électronique permet de programmer le retard voulu. Le retard de 30ms a été établi par retour d'expérience. En effet, nous avons observé lors des tirs précédents que ce retard permet une bonne atténuation des vibrations en vitesse et le décalage des fréquences vers les hautes fréquences.

Les tirs ont fait l'objet d'une mesure de vibration à l'aide de sismographes placés au niveau des habitations du secteur :

- à Hauterive sur la commune de Saint Jean le Vieux :
 - Maison Maillet
 - Maison Morandat
 - Maison Pargaud

- Au Bellaton sur la commune d'Ambronay :
 - Pas de capteur installé du fait de l'éloignement.

Les enregistrements sont consignés dans le tableau qui suit :



Le graphique ci-dessus présente les valeurs de vibration maximale pondérée mesurées à Hauterive. Toutes les vibrations enregistrées sont faibles et de l'ordre de 1 mm/s, les fréquences sont en outre décalées vers les hautes fréquences (25Hz en moyenne).

Analyse des paramètres mesurés :

Le plan de tir a été établi sur la base du retour d'expérience issu des tirs précédents :

- Micro retard : permettant un décalage vers les hautes fréquences
- Charge unitaire faible (\leq à 7.8kg/trous)
- Nb de trou de la volée faible

L'orientation de la mise à feu a été Nord/Sud pour ce tir : le train d'onde ne s'est donc pas diffusé préférentiellement en direction des habitations d'Hauterive.

Résultats :

L'ensemble des valeurs mesurées par les sismographes était de l'ordre de 1mm/s avec des fréquences décalées vers les hautes fréquences (env 25Hz).

Sur l'ensemble des tirs réalisés, tout les couples (vitesse ; fréquence) enregistrés sont très nettement en dessous du seuil édicté par l'arrêté ministériel du 22.09.1994.

La pérennité des habitations du secteur n'est donc pas remise en cause par le tir et la sécurité des riverains est par conséquent assurée.

Conclusion :

Conformément aux enseignements issus des tirs précédents et suite à l'audit réalisé par la société Egide Environnement les tirs ont été réalisés avec :

1. Charge unitaire faible
2. Utilisation de micro retard
3. Tir court et ramassé
4. Orientation Nord/Sud : le train d'onde n'est pas orienté en direction d'Hauterive.

Lors des tirs du 26/10/2020 toutes les vibrations enregistrées étaient faibles et nettement en dessous des seuils réglementaires.

ANNEXE : Rapports d'enregistrement

SuperGraphics - Rapport

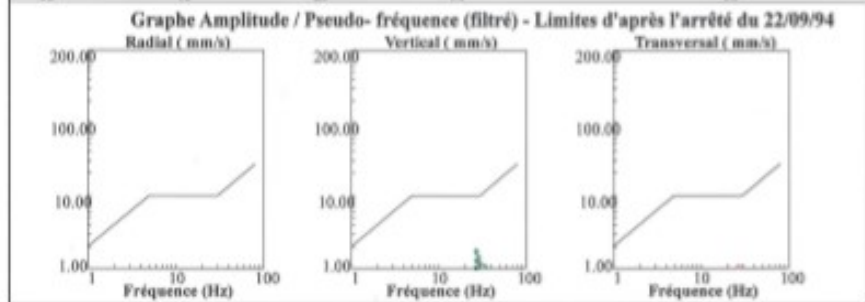
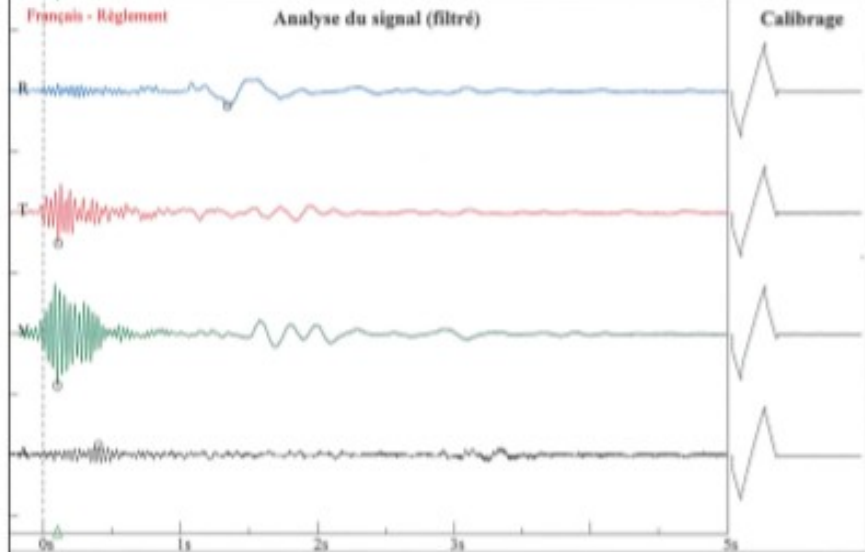
Telephone: (203)392-2499 x 23

Société: ROCMINE
Situation: Habitation PARGAUT
Opérateur: DELORME Bertrand
Notes: Tir 6 - RAS

26/10/2020 à 09:35:29 Événement # 135

Enregistreur: 10651
Dernier calibrage: 22déc16
Durée d'enregistrement: 5 sec
Taux d'échantillonnage: 1024/sec

Amplitude pondérée	Smax/Trigger	échelle / Seuil	Charge / Distance
○ Radial: 0.4949 mm/s @ 2.4 Hz	1340.8 ms	Echelle Acoustique: .00799 kPa/div.	Charge instantanée: 8 kg
○ Transversal: 1.0505 mm/s @ 26.9 Hz	109.4 ms	Echelle Sismique: 2.03 mm/s/div.	Distance: 838 m
○ Vertical: 1.7432 mm/s @ 26.9 Hz	103.5 ms	Seuil acoustique: N	Distance réduite: 300.1
○ Suppression: 95.9 dBL @ 30.1Hz / .012kPa/04.3 ms		Seuil sismique: .508 mm/s	
▽ Résultante: 1.87 mm/s @ 26.9 Hz	104.5 ms		



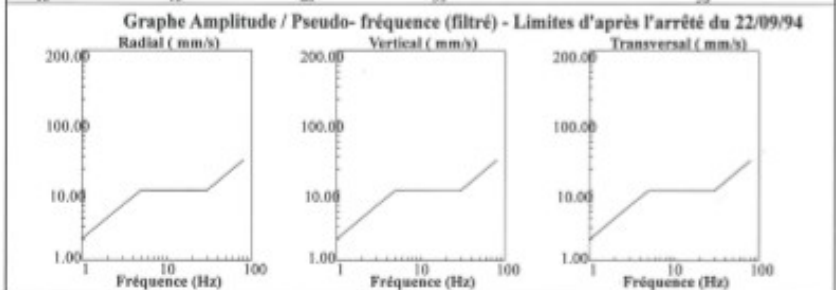
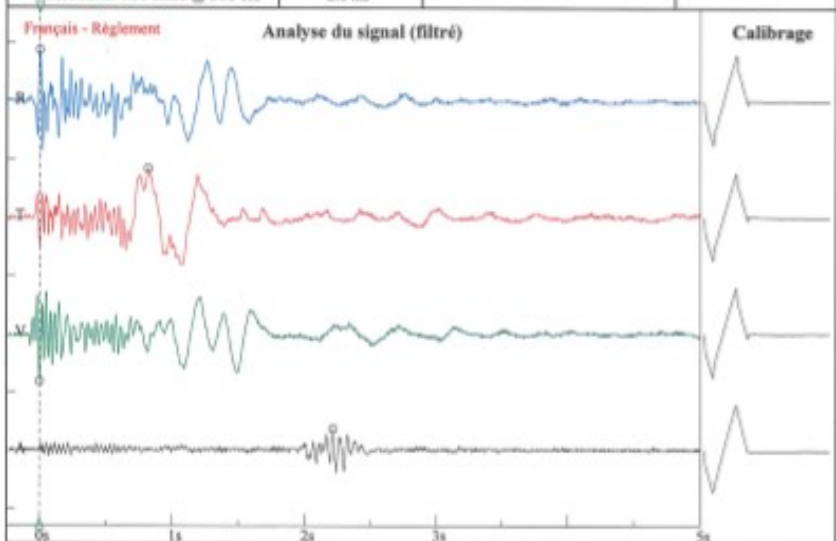
SuperGraphics - Rapport

Téléphone: (203)592-2488 x 23

Société: ROCMINE
Situation: Habitation MAILLET
Opérateur: Bertrand DELORME
Notes: TIR 6 - RAS

26/10/2020 à 09:35:30 Événement # 233
Enregistreur: 11292
Dernier calibrage: 17sept19
Durée d'enregistrement: 5 sec
Taux d'échantillonnage: 1024/sec

Amplitude pondérée	Smax/Trigger	échelle / Seuil	Charge / Distance
Radial: 0.4382 mm/s @ 21.3 Hz	2.0 ms	Echelle Acoustique: .00799 kPa/div.	Charge instantnée: 8 kg
Transversal: 0.4224 mm/s @ 2.7 Hz	818.4 ms	Echelle Sismique: 0.51 mm/s/div.	Distance: 1196 m
Vertical: 0.4113 mm/s @ 23.3 Hz	1.0 ms	Seuil acoustique: N	Distance réduite: 428.2
Suppression: 103.5 dBL @ 23.2Hz / 003kPa	16.8 ms	Seuil sismique: .508 mm/s	
Résultante: 0.66 mm/s @ 21.3 Hz	2.0 ms		



SuperGraphics - Rapport

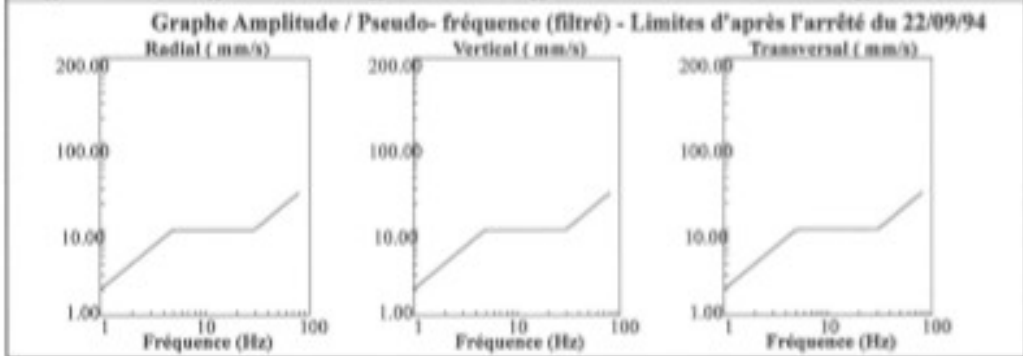
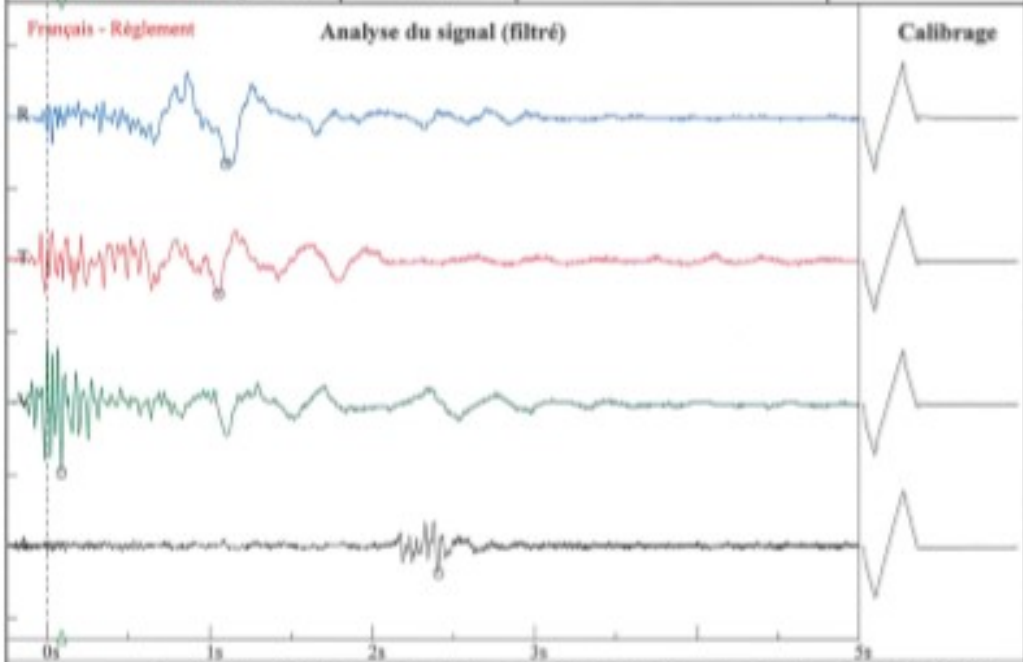
Téléphone: (202)392-2488 x 23

Société: ROCMINE
 Situation: Habitation MORANDAT
 Opérateur: Bertrand DELORME
 Notes: TIR 6 - RAS

26/10/2020 à 09:35:29 Evénement # 95

Enregistreur: 11293
 Dernier calibrage: 16oct18
 Durée d'enregistrement: 5 sec
 Taux d'échantillonnage: 1024/sec

Amplitude pondérée	Smax/Trigger	échelle / Seuil	Charge / Distance
○ Radial: 0.3407 mm/s @ 2.5 Hz	1096.7 ms	Echelle Acoustique: .00799 kPa/div.	Charge instantanée: 8 kg
○ Transversal: 0.2349 mm/s @ 5.0 Hz	1053.7 ms	Echelle Sismique: 0.51 mm/s/div.	Distance: 904 m
○ Vertical: 0.4866 mm/s @ 22.3 Hz	88.9 ms	Seuil acoustique: N	Distance réduite: 323.7
○ Suppression: 103.5 dBL @ 22.2Hz / 003kPa/04.3 ms		Seuil sismique: .508 mm/s	
▽ Résultante: 0.49 mm/s @ 22.3 Hz	88.9 ms		



SuperGraphics - Rapport

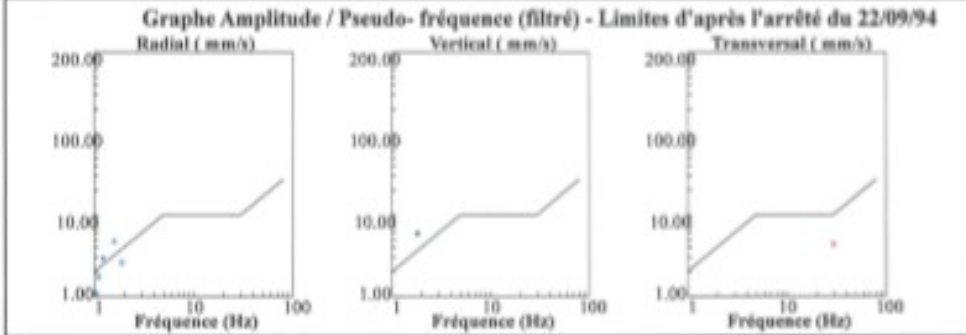
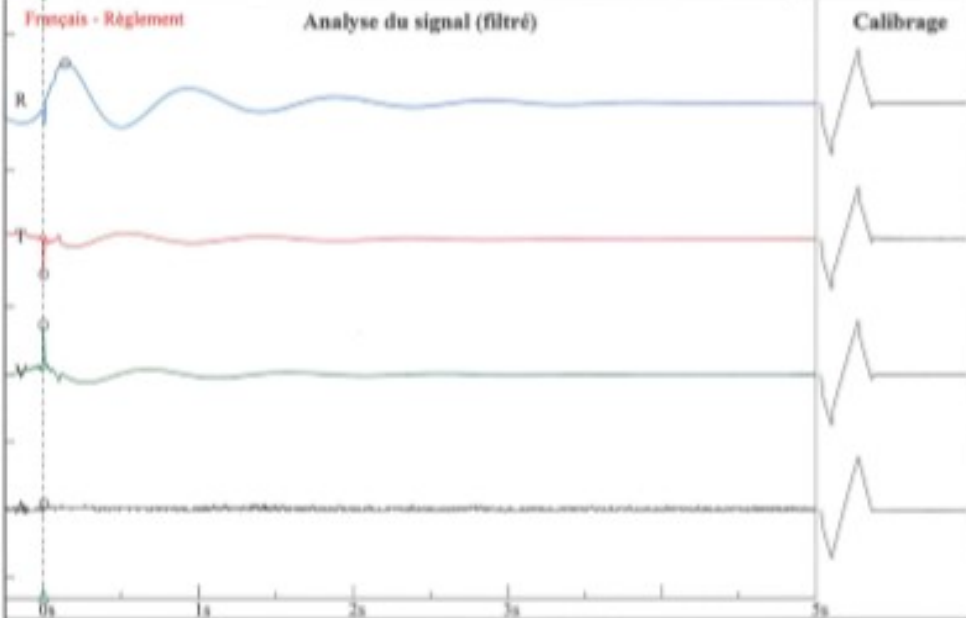
Telephone: (202)592-2488 x 23

Société: ROCMINE
 Situation: Habitation MAILLET
 Opérateur: Bertrand DELORME
 Notes: **TIR 7 - Pas de déclenchement lors du TIR**

26/10/2020 à 11:17:23 Evénement # 234

Enregistreur: 11292
 Dernier calibrage: 17/sep19
 Durée d'enregistrement: 5 sec
 Taux d'échantillonnage: 1024/sec

Amplitude pondérée	Smax/Trigger	échelle / Seuil	Charge / Distance
○ Radial: 4.7133 mm/s @ 1.6 Hz	141.6 ms	Echelle Acoustique: .00799 kPa/div.	Charge instantnée: 8 kg
○ Transversal: 4.2441 mm/s @ 30.1 Hz	2.0 ms	Echelle Sismique: 8.13 mm/s/div.	Distance: 1146 m
○ Vertical: 5.9159 mm/s @ 1.8 Hz	1.0 ms	Seuil acoustique: N	Distance réduite: 410.3
○ Suppression: 91.5 dB @ 0Hz / .000 kPa	4.9 ms	Seuil sismique: .508 mm/s	
▽ Résultante: 7.43 mm/s @ 1.8 Hz	2.0 ms		



SuperGraphics - Rapport

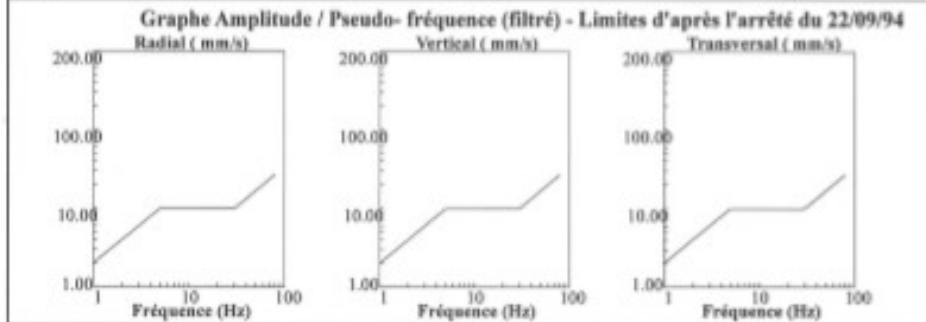
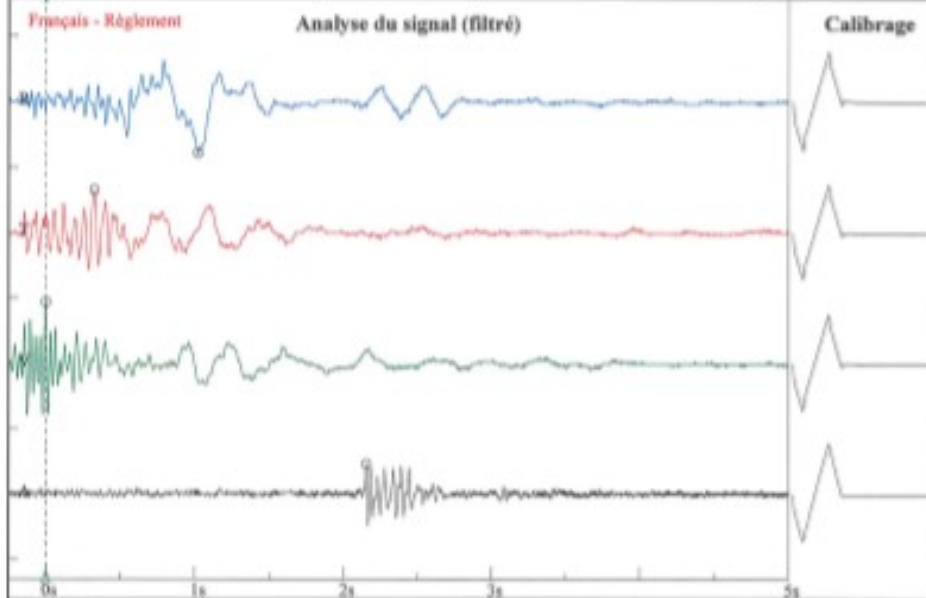
Téléphone: (202)593-2483 x 23

Société: ROCMINE
Situation: Habitation MORANDAT
Opérateur: Bertrand DELORME
Notes: TIR 7 - RAS

26/10/2020 à 10:51:31 Evénement # 96

Enregistreur: 11293
Dernier calibrage: 16oct18
Durée d'enregistrement: 5 sec
Taux d'échantillonnage: 1024/sec

Amplitude pondérée	Smax/Trigger	échelle / Seuil	Charge / Distance
○ Radial: 0.393 mm/s @ 2.1 Hz	1019.5 ms	Echelle Acoustique: .00799 kPa/div.	Charge instantnée: 8 kg
○ Transversal: 0.3259 mm/s @ 13.1 Hz	327.1 ms	Echelle Sismique: 0.51 mm/s/div.	Distance: 944 m
○ Vertical: 0.4983 mm/s @ 28.4 Hz	1.0 ms	Seuil acoustique: N	Distance réduite: 338.0
○ Suppression: 105.5 dB @ 25.2Hz / 0037kPa@3.3 ms	1.0 ms	Seuil sismique: .508 mm/s	
▽ Résultante: 0.5 mm/s @ 28.4 Hz	1.0 ms		



SuperGraphics - Rapport

Téléphone: (205)592-2489 x 23

Société: ROCMINE
 Situation: Habitation PARGAUT
 Opérateur: DELORME Bertrand
 Notes: Tir 7 - RAS

26/10/2020 à 10:51:32 Evénement # 144

Enregistreur: 10651
 Dernier calibrage: 22déc16
 Durée d'enregistrement: 5 sec
 Taux d'échantillonnage: 1024/sec

Amplitude pondérée	Smax/Trigger	échelle / Seuil	Charge / Distance
○ Radial: 0.4529 mm/s @ 2.5 Hz	1324.2 ms	Echelle Acoustique: .00799 kPa/div.	Charge instantané: 100 kg
○ Transversal: 0.9072 mm/s @ 25.6 Hz	127.9 ms	Echelle Sismique: 1.02 mm/s/div.	Distance: 875 m
○ Vertical: 0.9251 mm/s @ 25.6 Hz	103.5 ms	Seuil acoustique: N	Distance réduite: 87.5
○ Suppression: 91.5 dB @ 0Hz / .0007kPa	173.8 ms	Seuil sismique: .508 mm/s	
▽ Résultante: 1.13 mm/s @ 25.6 Hz	125.0 ms		

