



Rapport : Campagne de tir de mines

Saint Jean le Vieux / Ambronay

Tirs du 04/07/2022

Romain TROUILLOT

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

JUILLET. 2022

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 particulière » (à ne pas confondre avec la vitesse de propagation du front d'onde).
- L'accélération du mouvement qui quantifie la variation de la vitesse particulière dans le temps.

L'expérience montre que **la vitesse particulière** 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 particulière 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 :

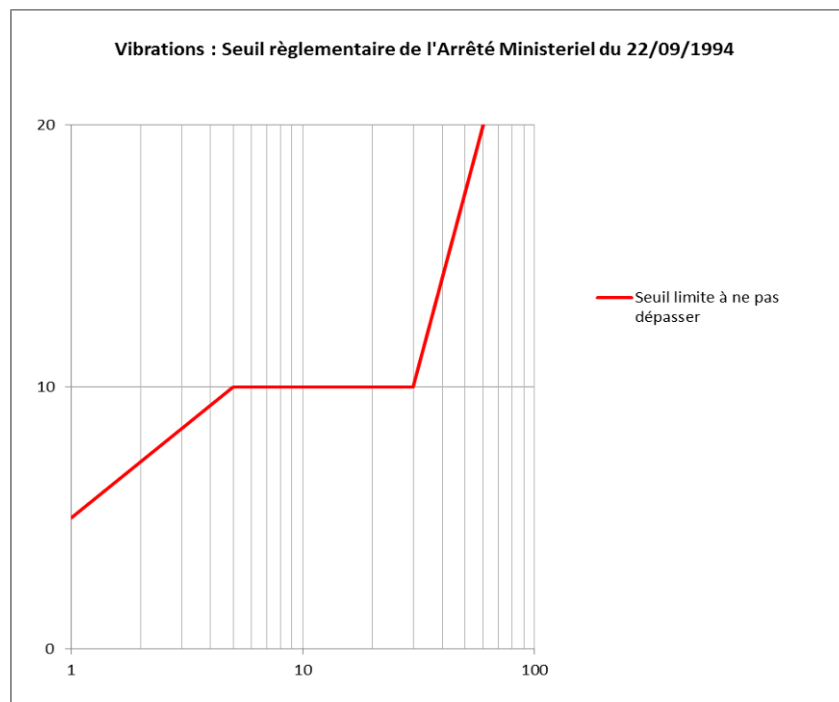
« Les tirs de mines ne doivent pas être à l'origine de vibrations susceptibles d'engendrer dans les constructions avoisinantes des vitesses particulières supérieures à 10 mm/s mesurées suivant les trois axes de la construction.

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 15 kg/trou au lieu de 100 à 150 kg/trou en roche massive).

Tir du 04/07/2022 :

Le 26/05/2021 au matin, Un tir a été effectué. Ce tir a consisté à ébranler un secteur composé de 14 trous.

Composition du tir :

- Tir n°1 – 11h16min
 - Charge unitaire : 14 trous chargés à 2x7.8 kg
 - 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 le tir:

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 :

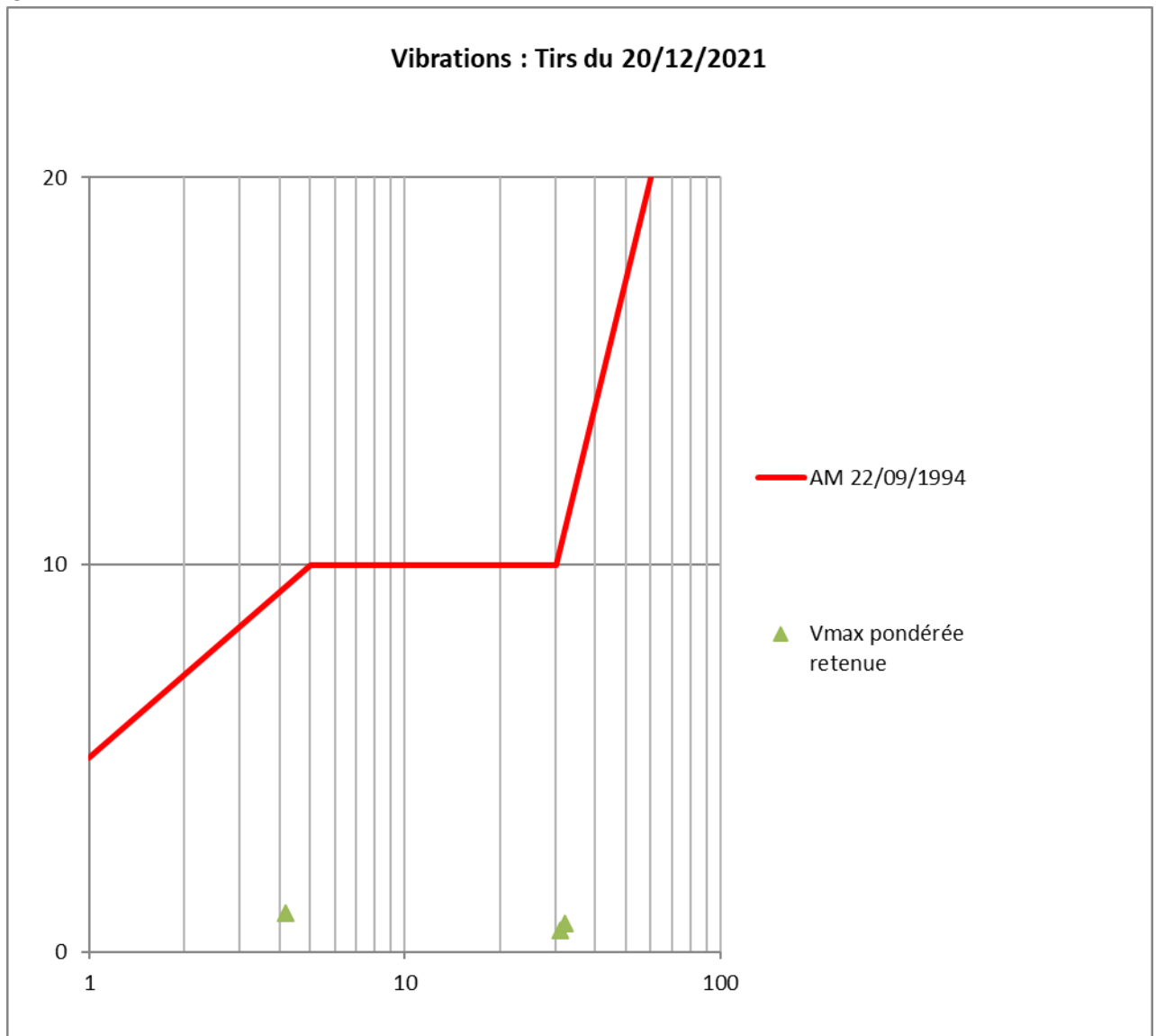
- à Hauterive sur la commune de Saint Jean le Vieux :
 - Maison Morandat
 - Maison Pargaud

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

- Sur la commune de Saint Jean le Vieux :
 - Maison Boris

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 ($\leq 7.8\text{kg/trous}$)
- 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 inférieur à 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 :

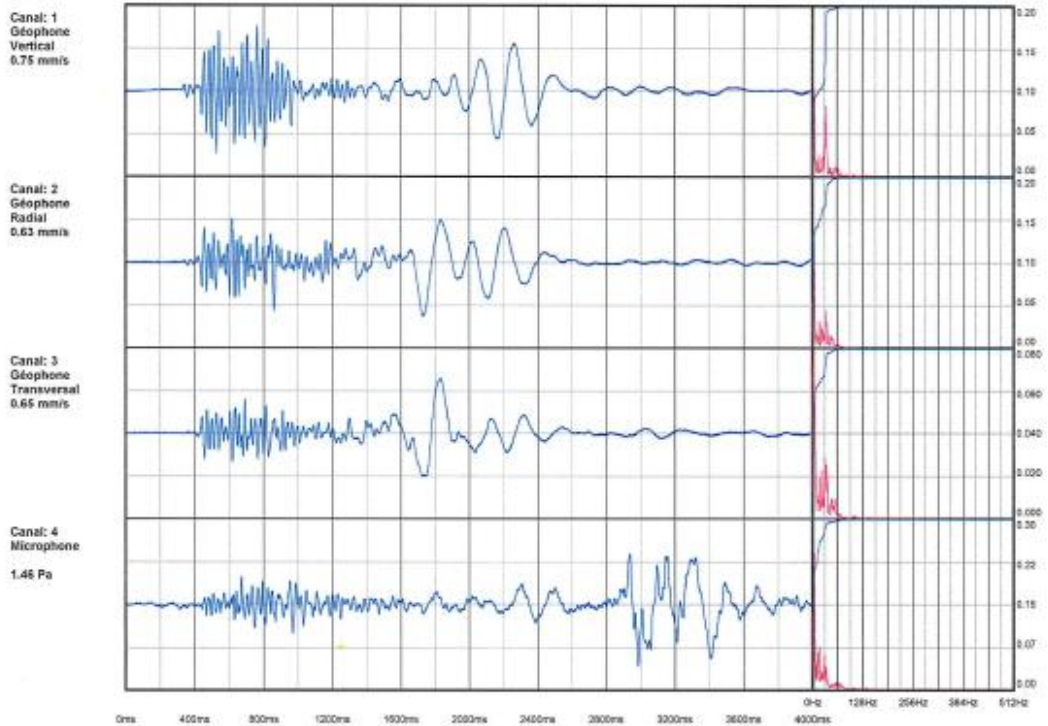
Conformément aux enseignements issus des tirs précédents et suite à l'audit réalisé par la société Egide Environnement les tirs ont été réalisés avec :

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 04/07/2021 toutes les vibrations enregistrées étaient faibles et nettement en dessous des seuils réglementaires.

ANNEXE : Rapports d'enregistrement

Capteur:	Vibracord Tellus	Enregistrement:	3DB9A51AE0841.sis
Numéro de série:	TE0841	Date & Heure:	04-07-2022 - 10:16:01
Date d'étalonnage:	23-11-2021	Pré trigger:	500 ms (10:16:1.1634)
Commentaire 1:	HABITATION PARGAUT	Longitude:	-
Commentaire 2:	1001m CUI 7.8kg	Latitude:	-
Commentaire 3:	TIR 3 RAS	Source Temporelle:	Horloge interne



Echelle verticale: Vitesse = 0.50 mm/s/div; Pression = 1.00 Pa/div

Données de l'enregistrement			
Canal	Maximum	Temps	Fréquence (*)
1	0.75 mm/s	767.6 ms	32 Hz
2	0.63 mm/s	1734.0 ms	5 Hz
3	0.65 mm/s	1834.5 ms	5 Hz
4	1.46 Pa/97.3 dB	2963.0 ms	4 Hz
Somme Vectorielle (Bloc 1):		0.84 mm/s (768.0 ms)	

(*) Commentaire: Fréquence d'utilisation: Pseudo-fréquence

Valeurs pondérées
(Selon l'arrêté du 22 Septembre 1994)

Vertical: 0.66
Radial: 0.62
Transversal: 0.87

SuperGraphics - Rapport

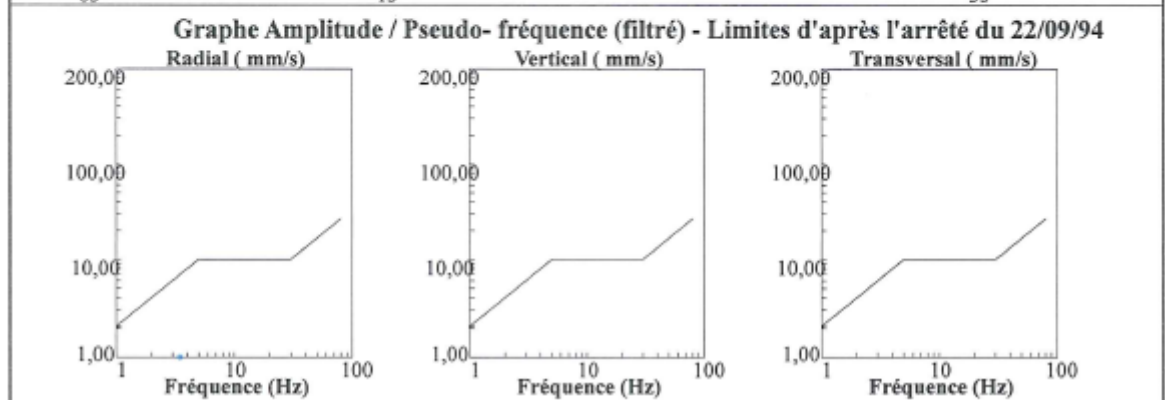
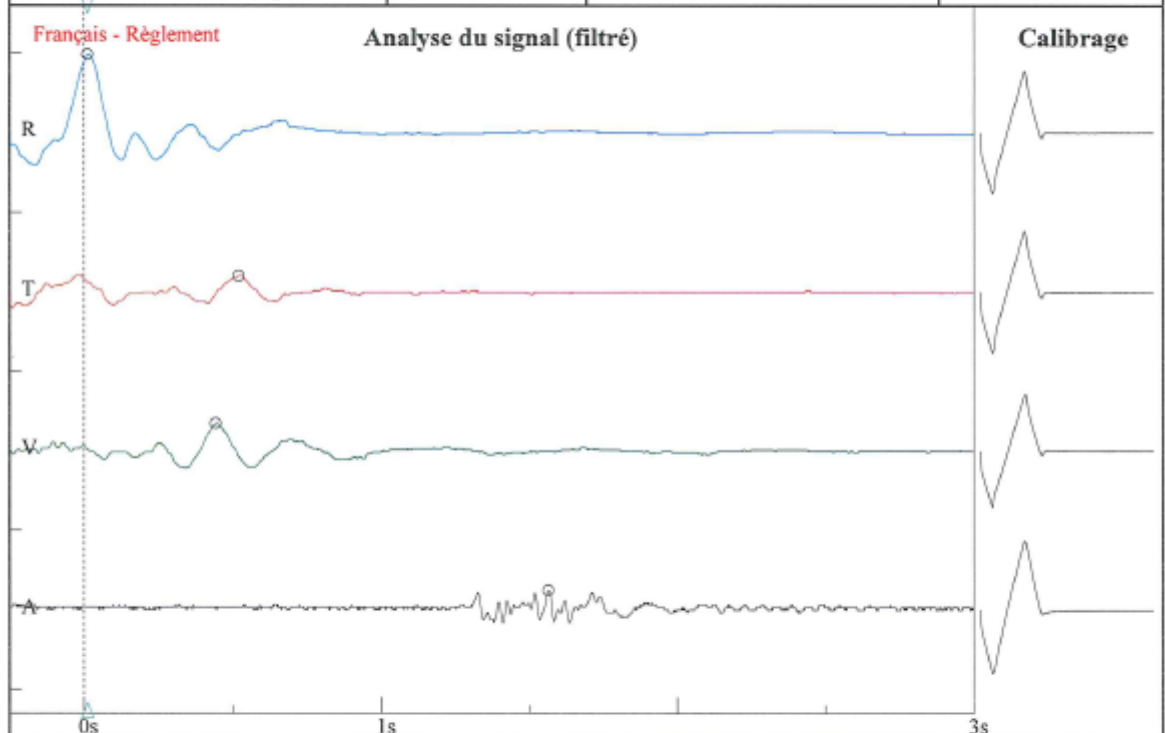
Téléphone: (205)592-2488 x 23

Société: ROCMINE
 Situation: HABITATION MORANDAT
 Opérateur: Arnaud RICHARD
 Notes: TIR 3 RAS

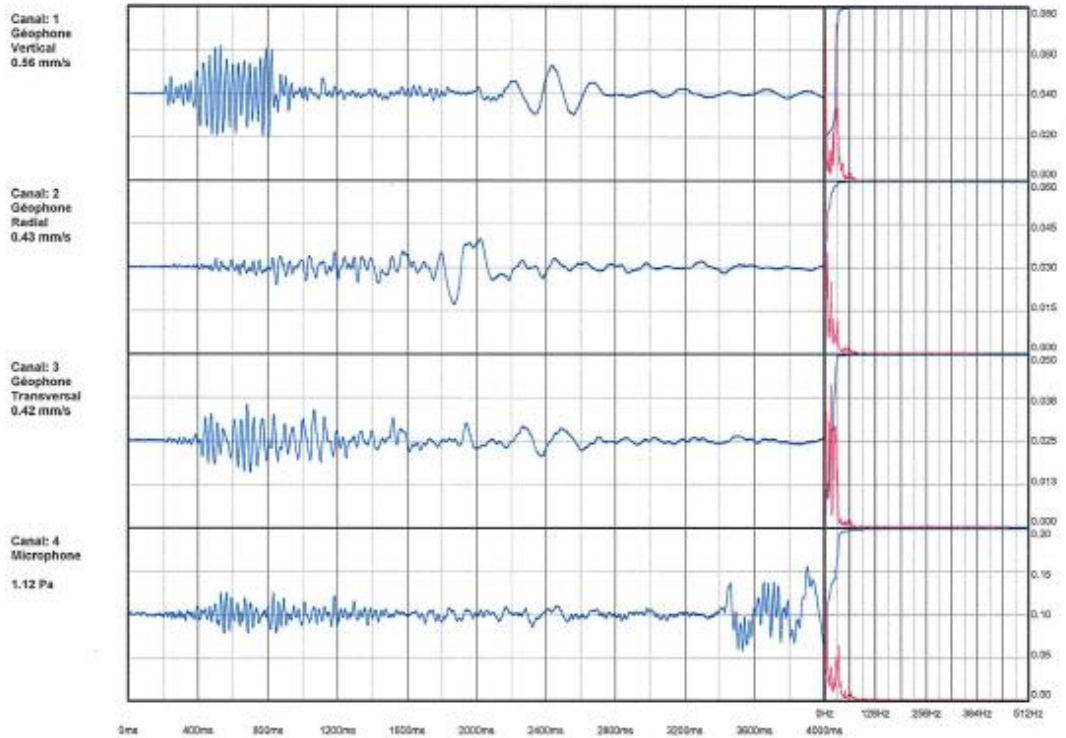
04/07/2022 à 10:16:04 Evénement # 26

Enregistreur: 13771
 Dernier calibrage: 23déc21
 Durée d'enregistrement: 3 sec
 Taux d'échantillonnage: 1024/sec

Amplitude pondérée	Smax/Trigger	échelle / Seuil	Charge / Distance
○ Radial: 1,0006 mm/s @ 3,5 Hz	12,7 ms	Echelle Acoustique: ,00799 kPa/div.	Charge instannée: 8 kg
○ Transversal: 0,226 mm/s @ 2,5 Hz	519,5 ms	Echelle Sismique: 1,02 mm/s/div.	Distance: 1009 m
○ Vertical: 0,3501 mm/s @ 4,2 Hz	442,4 ms	Seuil acoustique: N	Distance réduite: 363,3
○ Suppression: 100,0 dBL @ 22,2Hz / ,002kPa 562,5 ms		Seuil sismique: ,508 mm/s	
▽ Résultante: 1,01 mm/s @ 3,4 Hz	12,7 ms		



Capteur:	Vibracord Tellus	Enregistrement:	3DB9A51BE0845.sis
Numéro de série:	TE0845	Date & Heure:	04-07-2022 - 10:16:02
Date d'étalonnage:	02-12-2021	Pré trigger:	500 ms (10:16:2.7593)
Commentaire 1:	HABITATION BORIS	Longitude:	-
Commentaire 2:	1230m CUI 7,8	Latitude:	-
Commentaire 3:	TIR 3 RAS	Source Temporelle:	Horloge interne



Echelle verticale: Vitesse = 0.50 mm/s/div; Pression = 1.00 Pa/div

Données de l'enregistrement			
Canal	Maximum	Temps	Fréquence (*)
1	0.56 mm/s	531.7 ms	31 Hz
2	0.43 mm/s	1875.0 ms	5 Hz
3	0.42 mm/s	685.1 ms	26 Hz
4	1.12 Pa/96.0 dB	3904.8 ms	5 Hz
Somme Vectorielle (Bloc 1):		0.58 mm/s (885.0 ms)	
(*) Commentaire: Fréquence d'utilisation: Pseudo-fréquence			

Valeurs pondérées
(Selon l'arrêté du 22 Septembre 1994)

Vertical: 0.51
Radial: 0.54
Transversal: 0.40