

Projet NF S 31-135

« Mesure de niveaux sonores à basse fréquence »



Jean-Jacques Leblond
PCI ESTRE
Département Laboratoire Clermont-Fd
CETE de Lyon

Guillaume Dutilleux
PCI Acoustique et Vibrations
Groupe Acoustique
LRPC de Strasbourg



Centre d'Études techniques de l'Équipement de l'Est

Contexte

- **Pas celui des accidents ni des catastrophes...**
- **« les éoliennes produisent des infrasons »**
- **L'onde acoustique associée aux tirs de mines peut être « dimensionnante »**

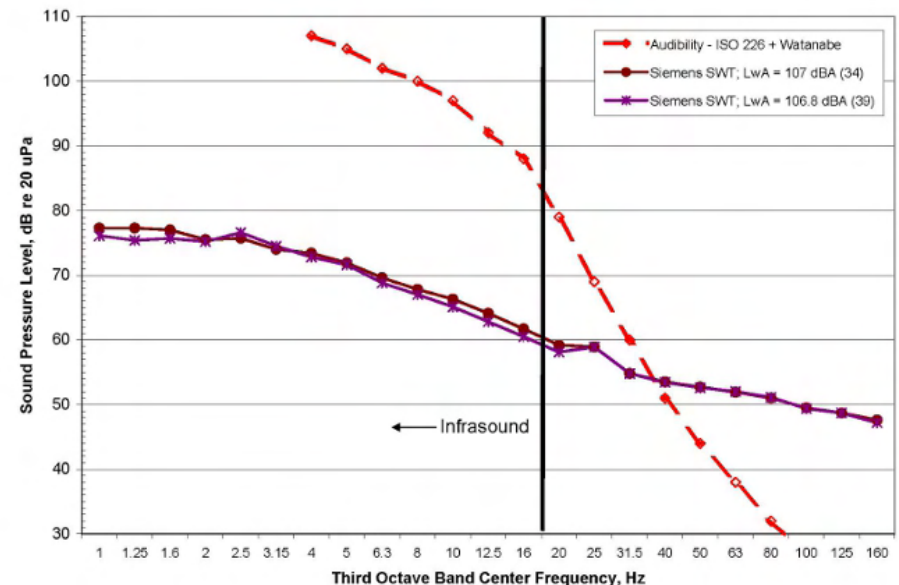
- **Un sujet largement traité à l'étranger**
 - **Allemagne : DIN 45 680:1997**
 - **Danemark : éoliennes et navires**
 - **Grande-Bretagne : G. Leventhall, D.C. Waddington**
- **Rien en France**



Domaine d'application

- Environnement et habitat
- Sources
 - Tirs de mines, explosions non accidentelles
 - Transports terrestres et aériens
 - Sites industriels
 - Aérogénérateurs
 - Musique amplifiée
- Application
 - Prévion et surveillance
 - Traitement des plaintes
 - Equipements sensibles

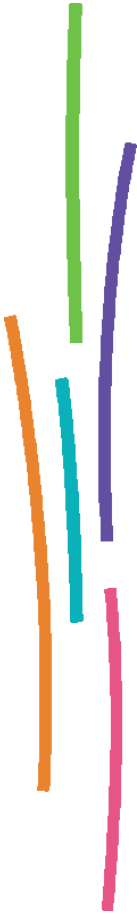
Figure 1. Siemens SWT-2.3-93 Wind Turbine Low Frequency Noise at 1,000 feet Compared to Audibility Criteria



<http://www.acoustics.org>

Domaine d'application (fin)

- **Domaine 1 Hz – 150 Hz**
 - **Essentiel de l'énergie des phénomènes impulsionnels**
 - **Recouvrement avec les normes habituelles**
 - **Transports : NF S 31-085/088**
 - **Bâtiment : NF EN ISO 10052**
 - **A la portée de microphones « standard »**
- **Exclusions**
 - **Lieux de travail et habitacles de véhicules**
 - **Bang sonique (NF S 31-029)**



Gamme : *BF* ou infrasons ?

- **Infrasons ?**
 - **Une notion normalisée...**
 - **...mais arbitraire**
 - **Variable d'un sujet à l'autre**
 - **Anthropocentriste**
 - **Possible d'entendre jusqu'à 1 Hz !**
 - **$F < 20$ Hz : la hauteur des sons est indéfinie**
- **Importance de la perception extra-auditive**
- **Les infrasons se mesurent avec un baromètre !**



Source : CEA

Gamme : BF !

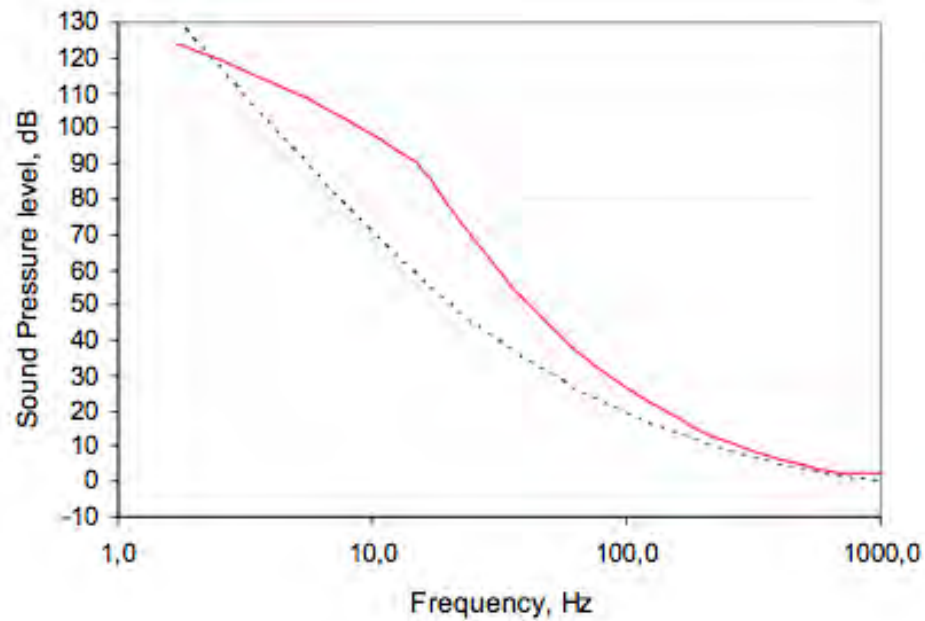
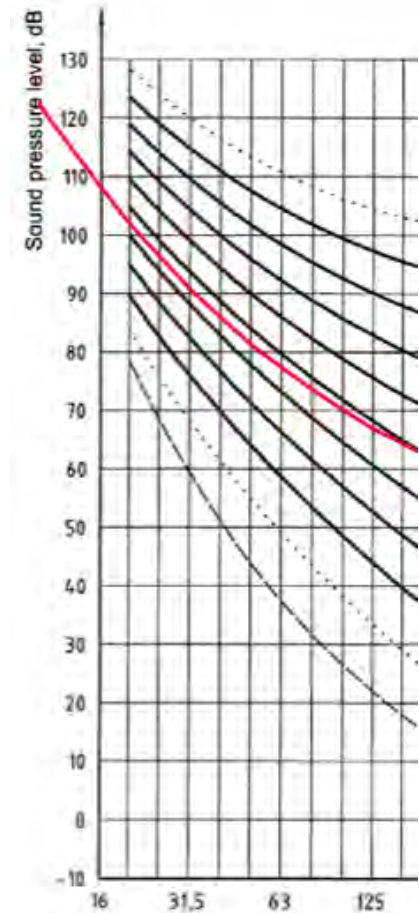


Figure 3

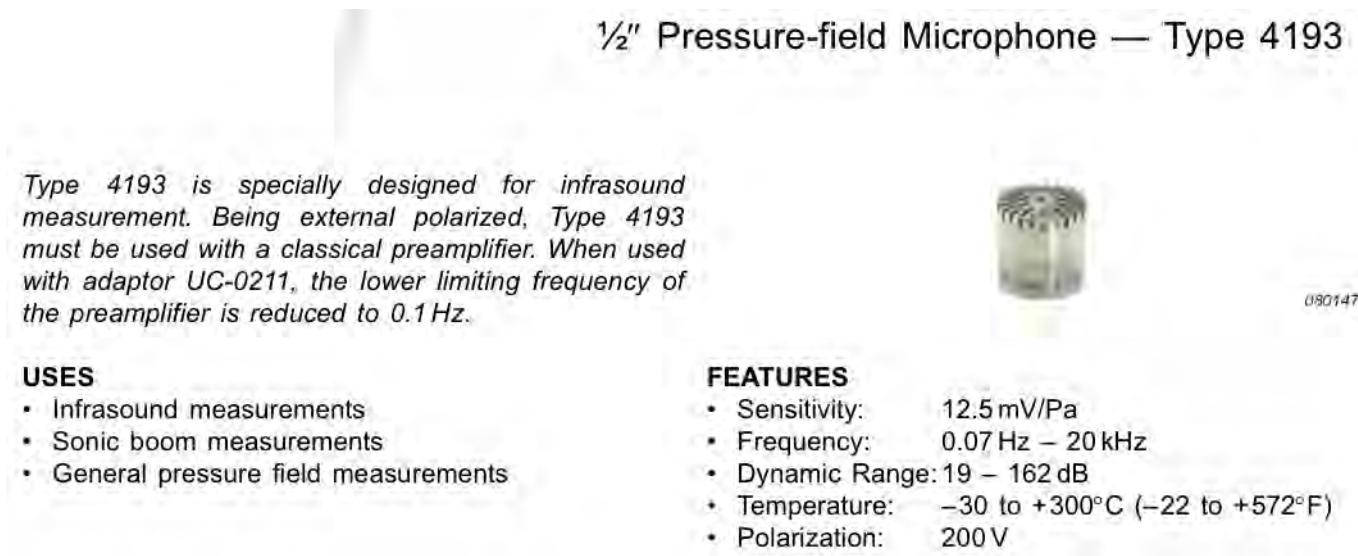
The average hearing threshold for pure tones in a free field (full line). The curve is constructed on basis of data from Møller & Pedersen, threshold proposal [33] (2-14 Hz), Watanabe & Møller [52] (16 Hz) and ISO 389-7 [17] (20-1000 Hz). The inverse A-curve is shown with a broken line.



Source : EFP06 Delta

Bruits stationnaires

- Instrumentation
 - Microphone 1/2 pouce version BF
 - Sonomètre de classe I
 - Enregistreur audio pour le traitement de plaintes



Source : Bruel & Kjaer

Bruits stationnaires

- **Calibrage**

- **Pistonphone 250 Hz**

- **Problème : hors gamme de mesurage**

- **Calibrateur basse fréquence**

- **Problèmes : coût et encombrement**

Low-Frequency Calibrator Type 42AE

Product Data and Specifications

Applications

- *Low-frequency pressure response measurements*
- *Low-frequency phase response measurements*
- *Comparative measurements*
- *Single and dual-channel measurements*

And features

- *All microphone sizes from 1/8", 1/4", 1/2" and 1"*
- *Front and rear-vented microphones*
- *Frequency range¹ from 0.27 Hz–100 Hz*
- *Calibration levels up to 140 dB (re. 20 µPa)*



Source : GRAS

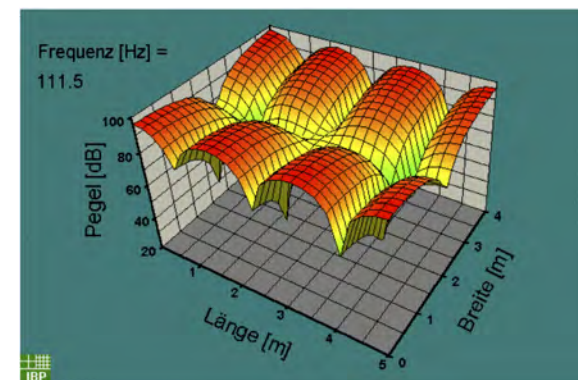
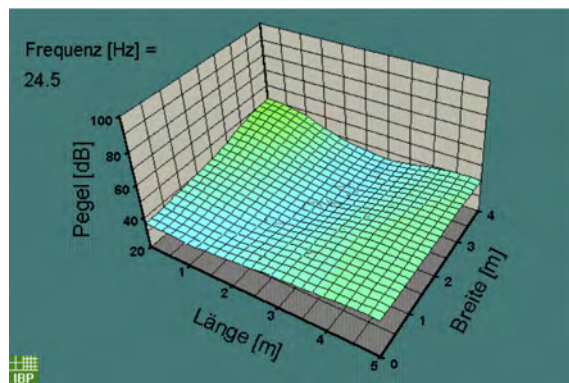
Bruits stationnaires

- **Traitement des plaintes**
 - **Point de mesure indiqué par le plaignant**
 - **Durée des mesurages 3 jours au moins**
 - **Enregistrement audio continu**
 - **Journal à tenir par le plaignant**
- **Dépouillement sur la base du journal**
- **Recherche des tonalités**



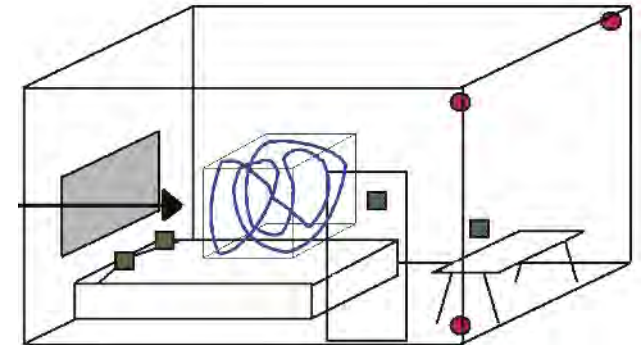
Bruits stationnaires

- Cas des mesurages à l'intérieur hors plaintes
 - 3 intervalles
 - En dessous du 1er mode
 - Entre le 1er mode et la fréquence de Schroeder
 - Au dessus de la fréquence de Schroeder (peu probable ici)

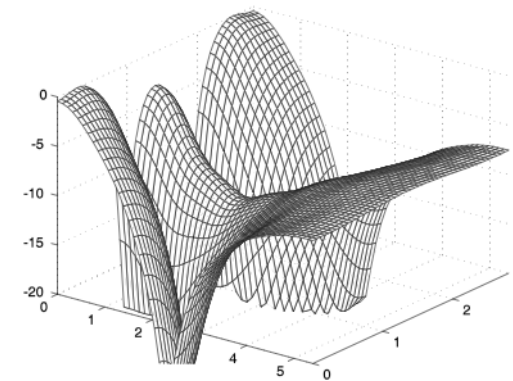


Bruits stationnaires

- Mesurages à l'intérieur hors plaintes
 - 2 objectifs possibles
 - Rechercher le niveau maximum
 - Obtenir le niveau moyen
 - Possibilités d'emplacements
 - Balayages à la ISO 10052
 - Points dans les angles
 - Difficultés
 - Parois légères et ondes évanescentes
 - Dans un local quelconque, où sont les ventres de pression ?



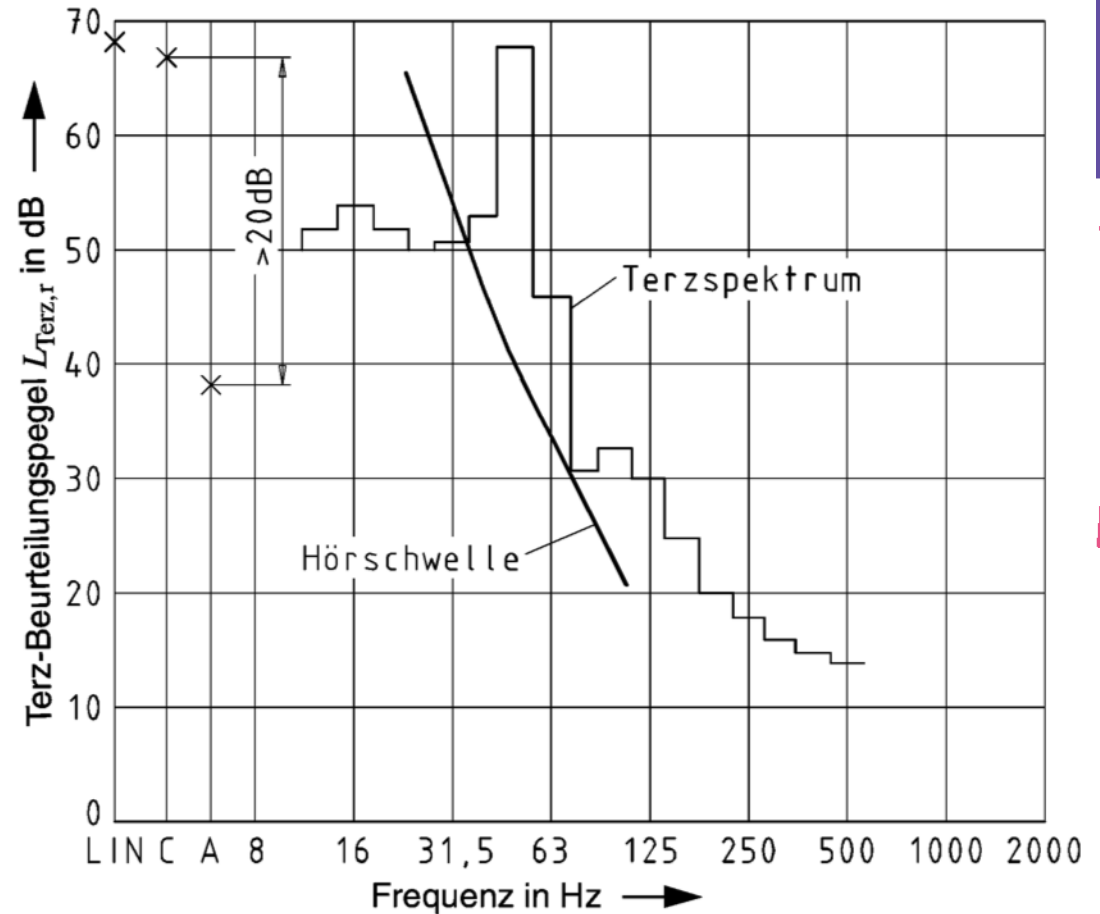
Source : Oliva et al. LFN 2010



Source : Brunskog et al. LFN 2010

Bruits stationnaires

- **Détermination de la tonalité**
 - **Peu pertinent en dessous de 20 Hz**
 - Perception déficiente de la hauteur
 - Pas de courbe auditive de référence
 - **Recherche d'un critère d'émergence**



Source : DIN 45680

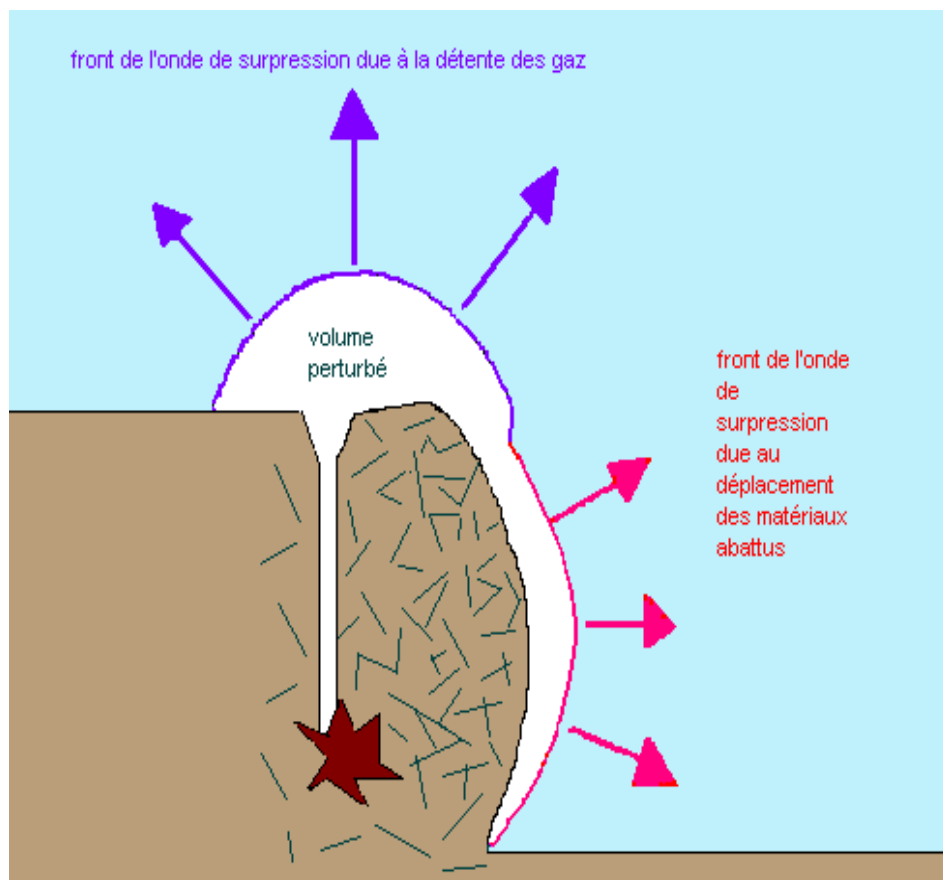
Définition du régime impulsif et sources concernées

- **« Une surpression aérienne temporaire en dessous de 30 s »** (la discussion reste ouverte sur cette valeur de 30 s)
- **Les sources concernées sont:**
 - ➔ **Principalement les tirs de mine**
 - ➔ **Les sources industrielles impulsives de type marteau pilon et presse**

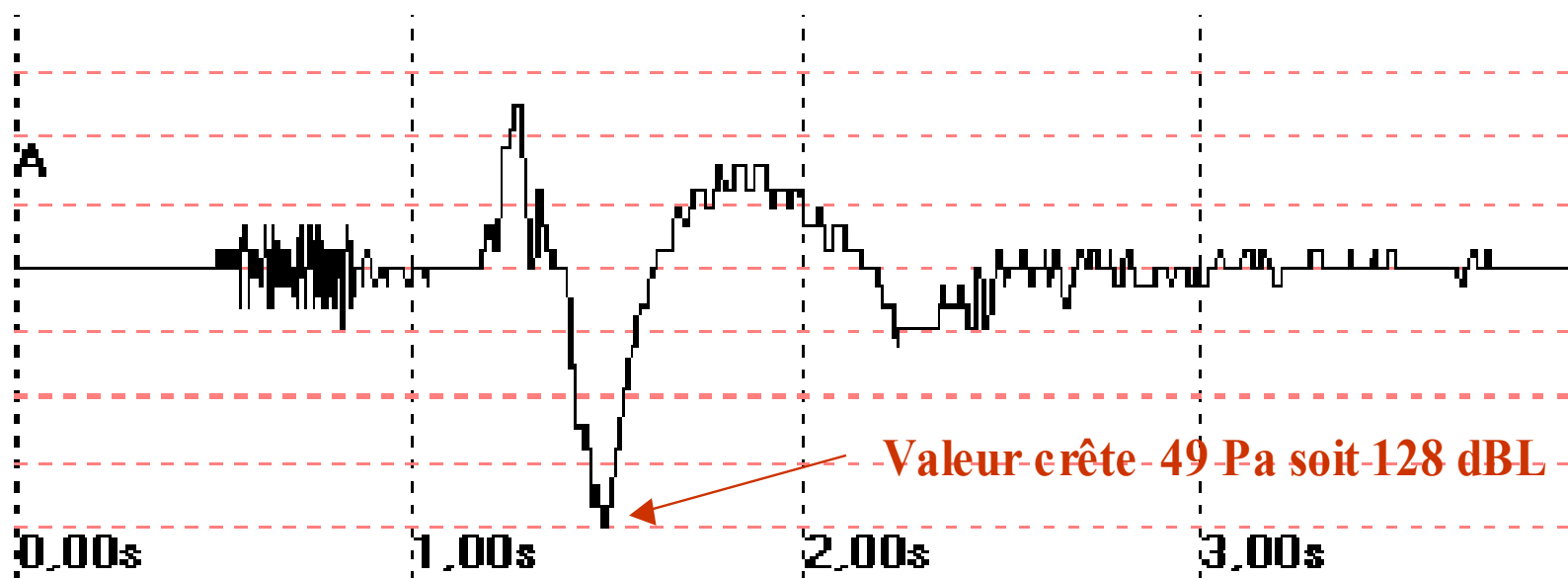
Particularités de ces sources

- **Émissions de très basses fréquences (< 10 Hz) , perceptibles par le corps humain que pour des variations importantes de pression (>1 Pa)**
- **Effets mécaniques sur les structures (mise en mouvement d'objets ou de parois minces, vibrations) susceptibles de provoquer des dommages ou correspondant à une perception indirecte des phénomènes par les personnes exposées.**

Surpression aérienne émise par un tir de mine

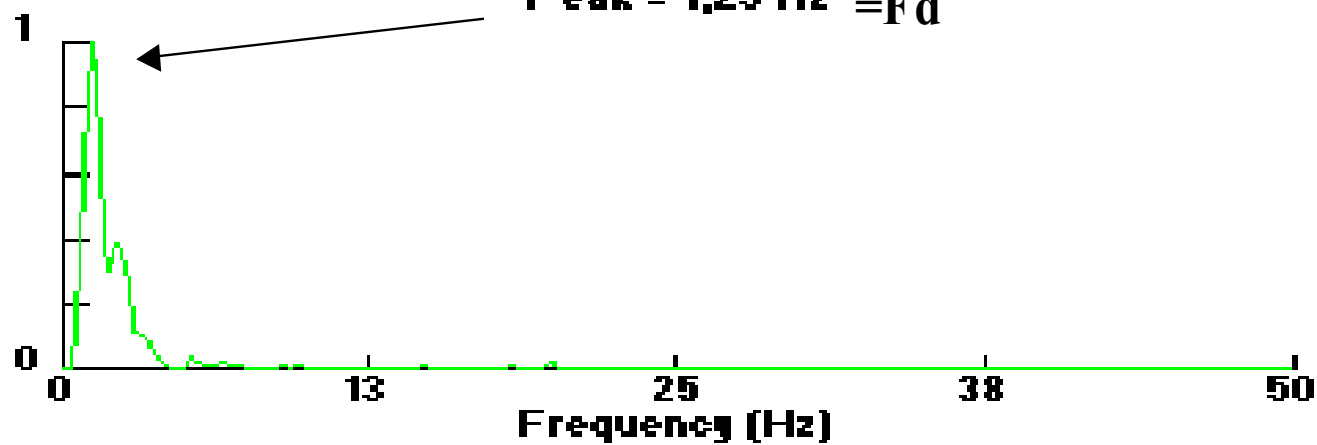


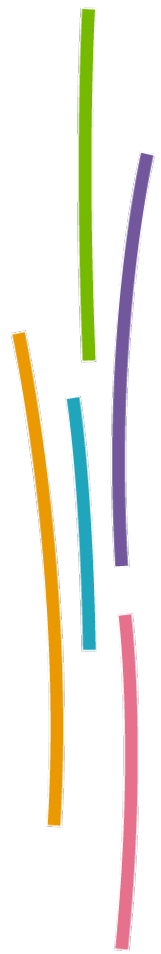
- La surpression aérienne a pour origine la détente des gaz du tir dans l'atmosphère et le déplacement des matériaux sous l'effet du tir.
- Elle se caractérise à proximité immédiate de la charge comme une onde de choc se propageant dans l'air à une vitesse initiale égale à la vitesse d'émission des gaz dans l'atmosphère (pour une charge aérienne=vitesse de détonation de l'explosif) ou à la vitesse de déplacement des matériaux .



**Fourier Analysis (Power Spectrum)
Acoustic**

Peak = 1,25 Hz = F_d





Principe du mesurage

- **L'évaluation des effets nécessite fréquemment une mesure synchrone des surpressions et des vibrations suivant des modes opératoires compatibles privilégiant l'aspect temporel des phénomènes.**
- **Acquisition de la variation de la pression en fonction du temps dans les conditions définies selon la norme NF E 90-020 applicables aux vibrations mécaniques.**

Paramétrage et descripteurs

- **Gamme dynamique: 1 à 360 Pa soit 94 à 145 dBL**
- **Plage de fréquence minimale: 1-150 Hz**
- **Fréquence d'échantillonnage: 1000 Hz mini**
- **Signal de référence à conserver: signal temporel brut de mesurage.**
- **Descripteurs de base: valeur maximale zéro-crête de la pression**
- **Traitement fréquentiel: spectre FFT, spectre en bandes fines.....(non défini à ce jour)**

FIN



Ressources, territoires, habitats et logement
Énergies et climat Développement durable
Prévention des risques Infrastructures, transports et mer

Présent
pour
l'avenir

Ministère de l'Écologie, du Développement durable,
des Transports et du Logement

www.developpement-durable.gouv.fr