

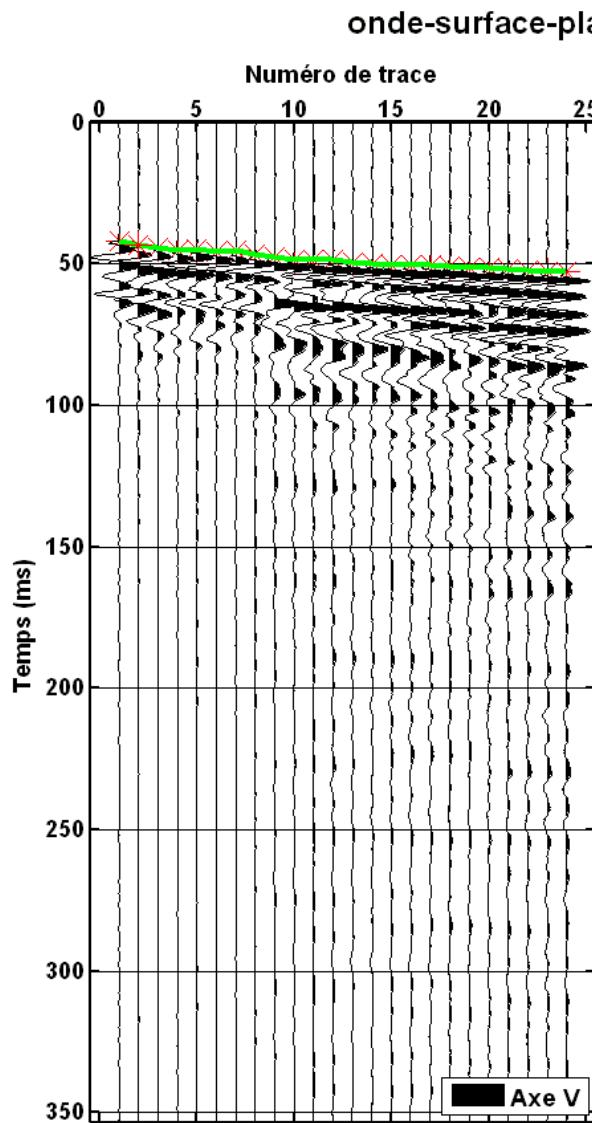


JOURNEES  
TECHNIQUES  
ACOUSTIQUE  
ET VIBRATIONS

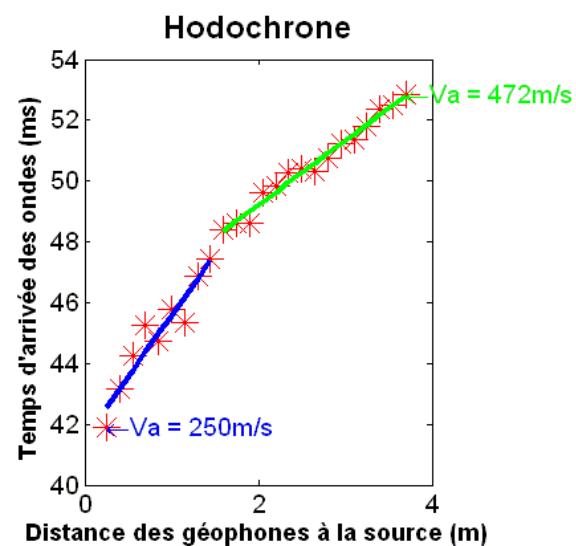


# Compacité du ballast ferroviaire par techniques de sismique passive

**Diego Mercerat et Delphine Jacqueline**  
**CEREMA**



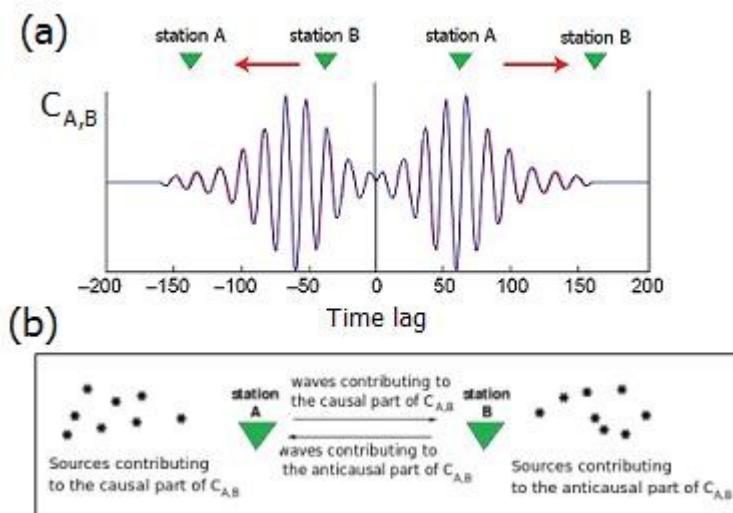
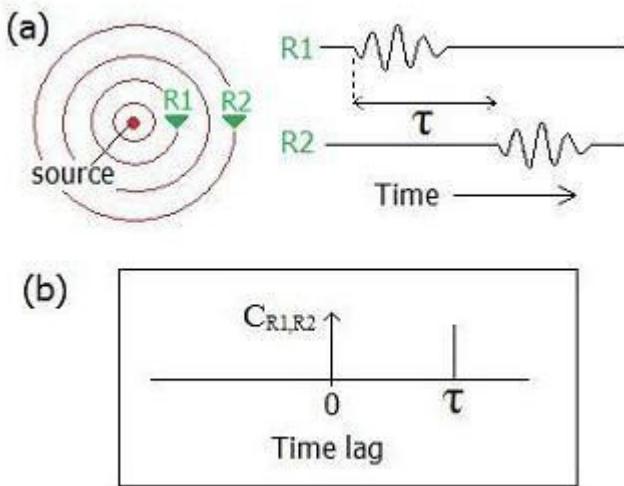
Source : marteau 1kg / Date essai : 14-avr.-2014 14:54:18



Méthodes de sismique active (réfraction, MASW)	Méthodes de sismique passive (inter-corrélation / interférométrie)
Nécessité de caractérisation de la source : contenu fréquentiel, puissance, durée, etc	Sources aléatoires reparties uniformément en espace (pas besoin de caractérisation/estimation)
Dispositif de N géophones	Dispositif de N géophones, mais $N^*(N-1)/2$ voies exploitables
Nécessité de cohérence tout au long du réseau → source énergétique et/ou reproductibilité	Nécessité de cohérence → par sommation temporelle
Traitements par ondes de volume et ondes de surface	Traitements par ondes de surface (ondes de volume très faibles)

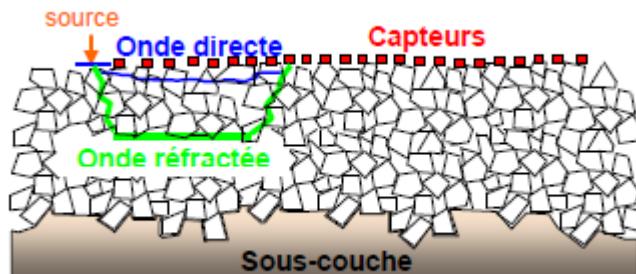
# Interférométrie sismique

A partir des différences (xcorr) des signaux enregistrés à R1 et R2 trouver les caractéristiques du milieu entre R1 et R2 (*Green's function*)

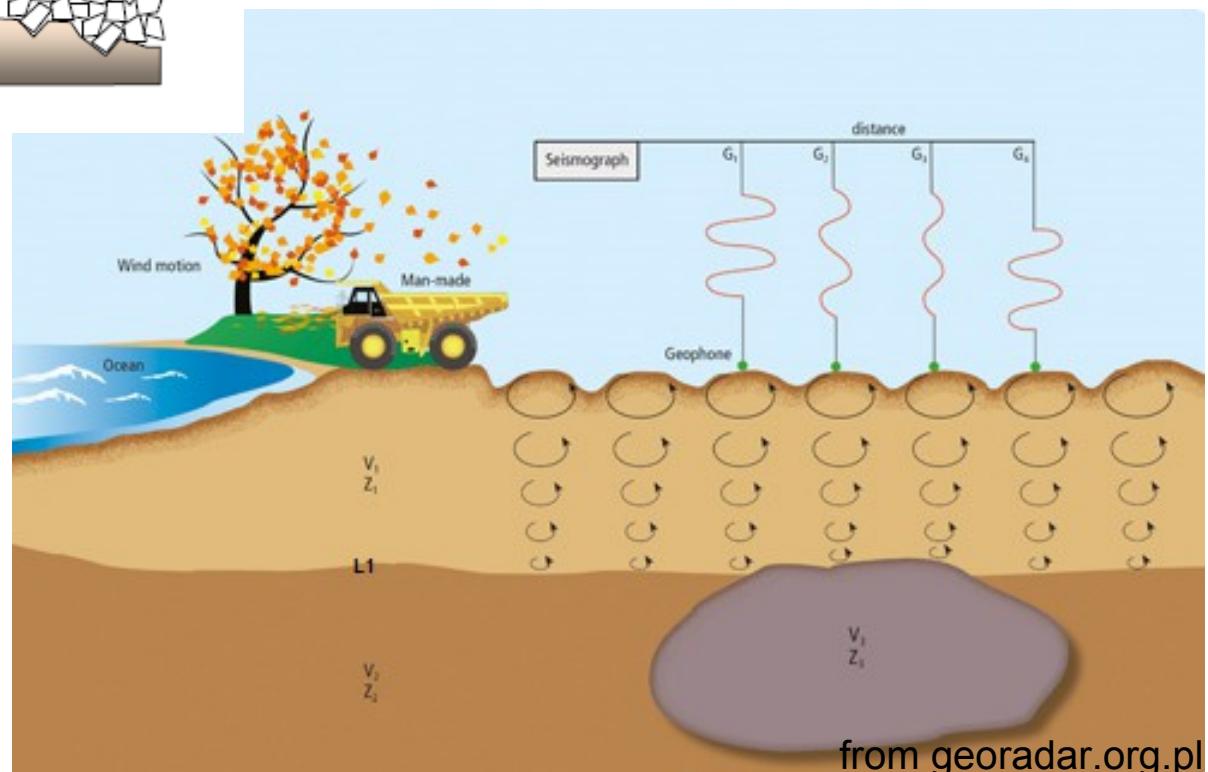


IASPEI/IAVCEI tutorial on seismic noise interferometry  
[http://volc\\_seis\\_commission.leeds.ac.uk](http://volc_seis_commission.leeds.ac.uk)

# Interférométrie sismique

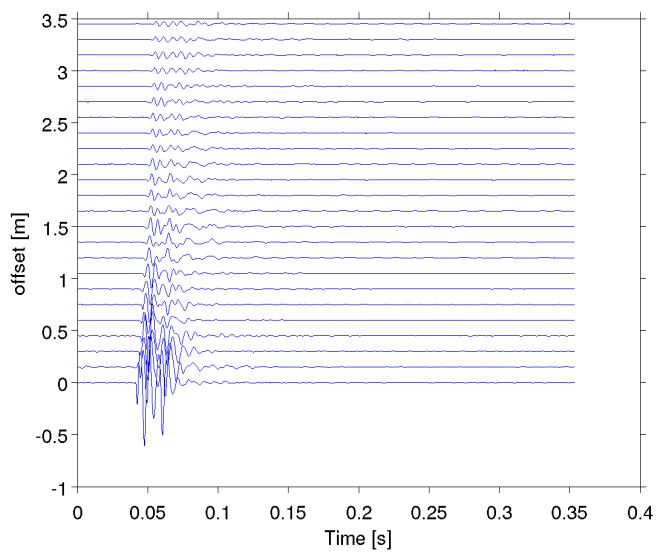


« ReMi » (Louie 2001) :  
Refraction Microtremor

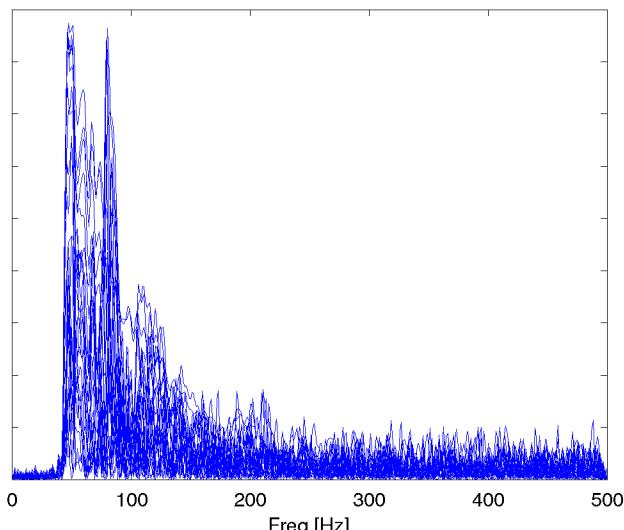
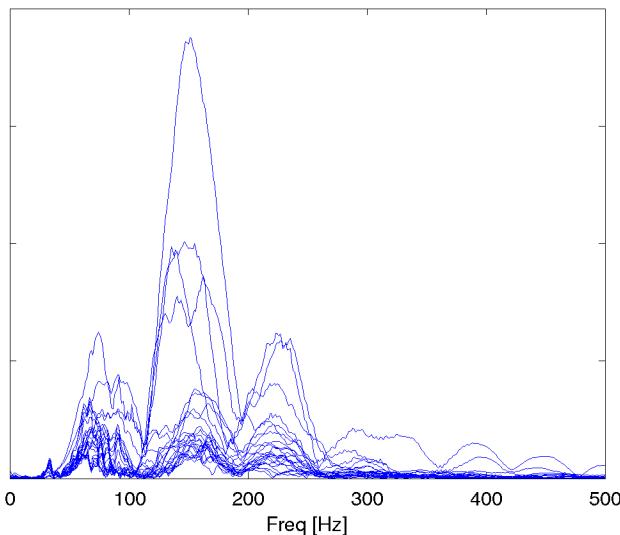
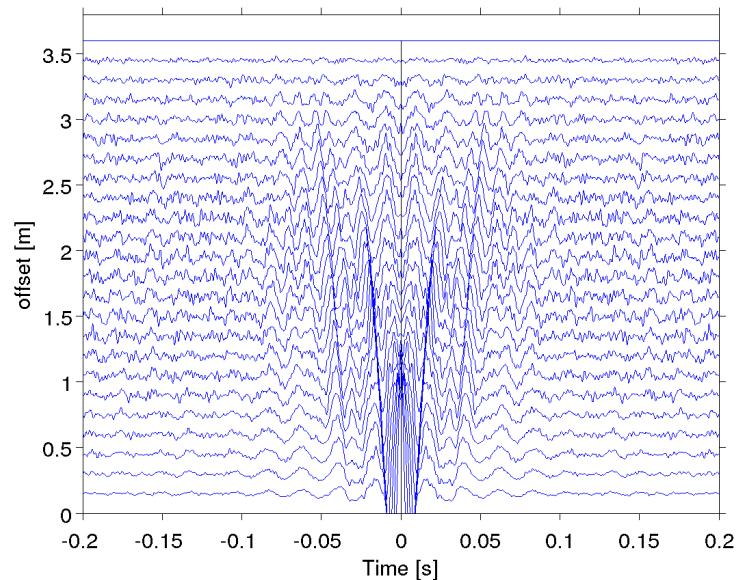


from georadar.org.pl

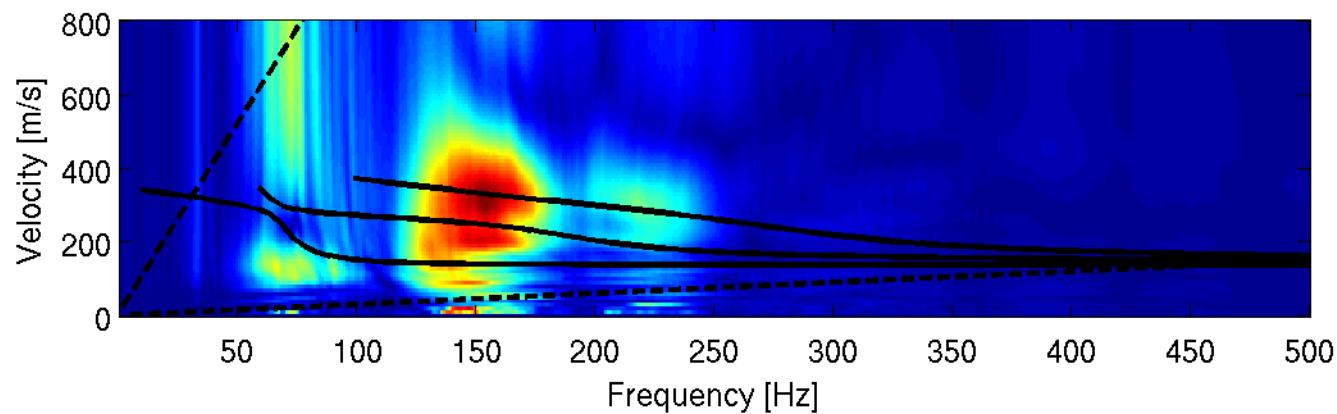
# Sismique active



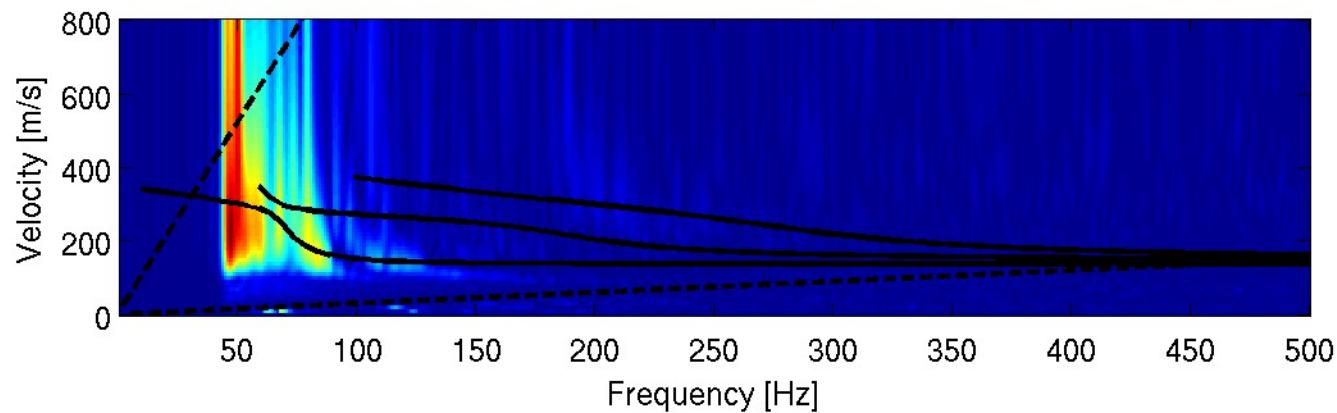
# Sismique passive



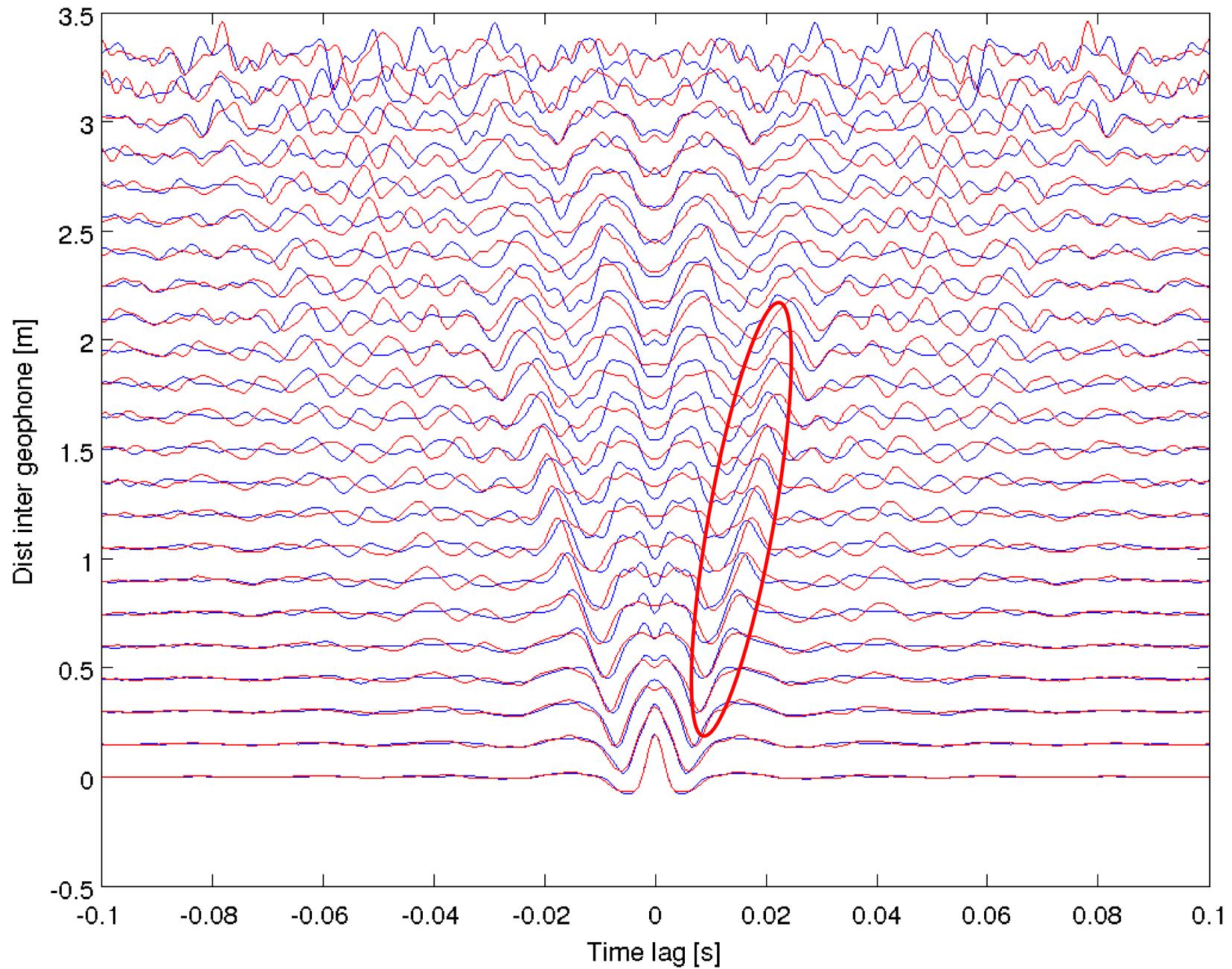
# Analyse de dispersion. Sismique active



# Analyse de dispersion. Sismique passive



Blue: compacte - Rouge: foissonne



## Variations de vitesse

$$x = v t$$

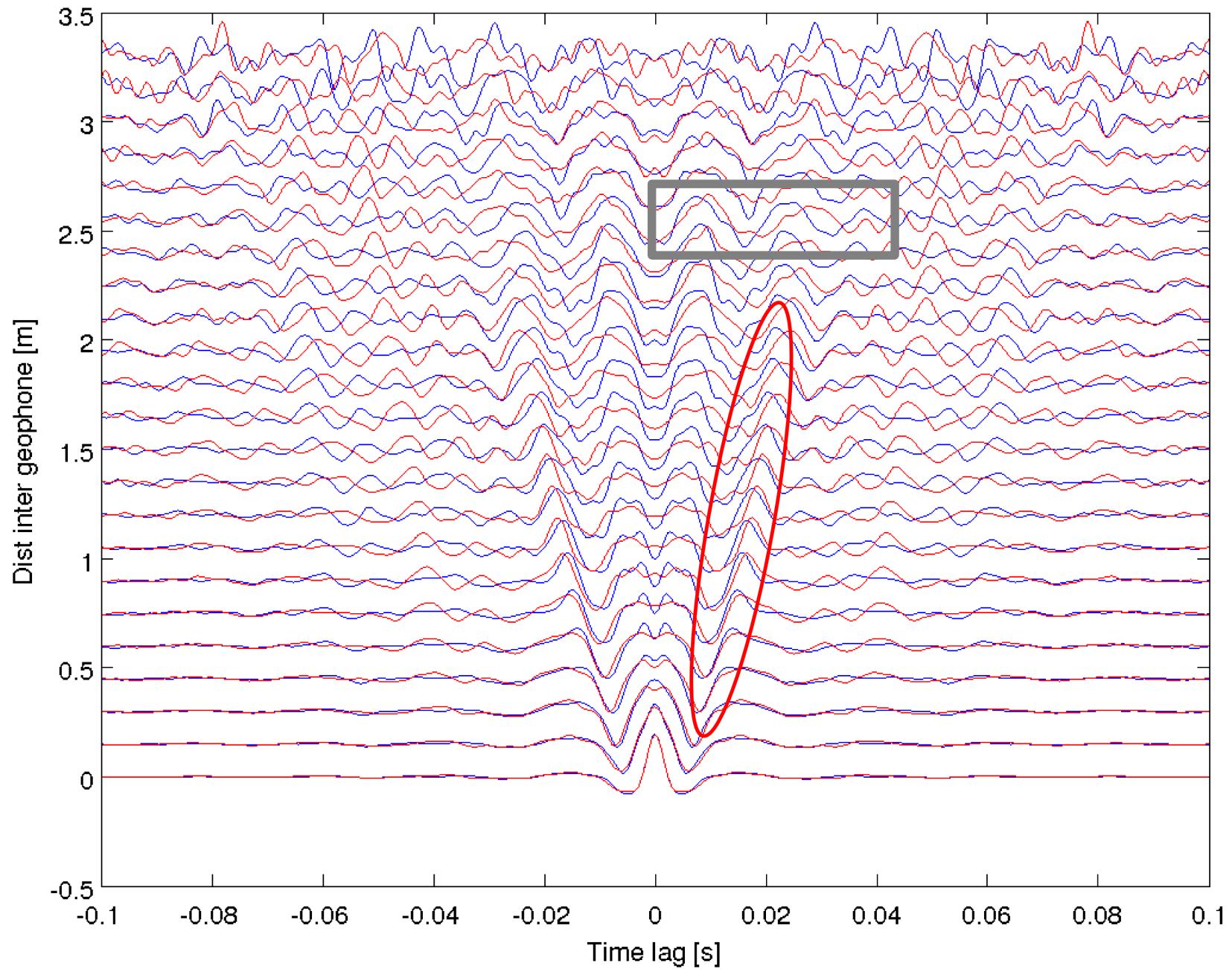
$$dx = dv t + v dt$$

$$0 = dv t + v dt$$

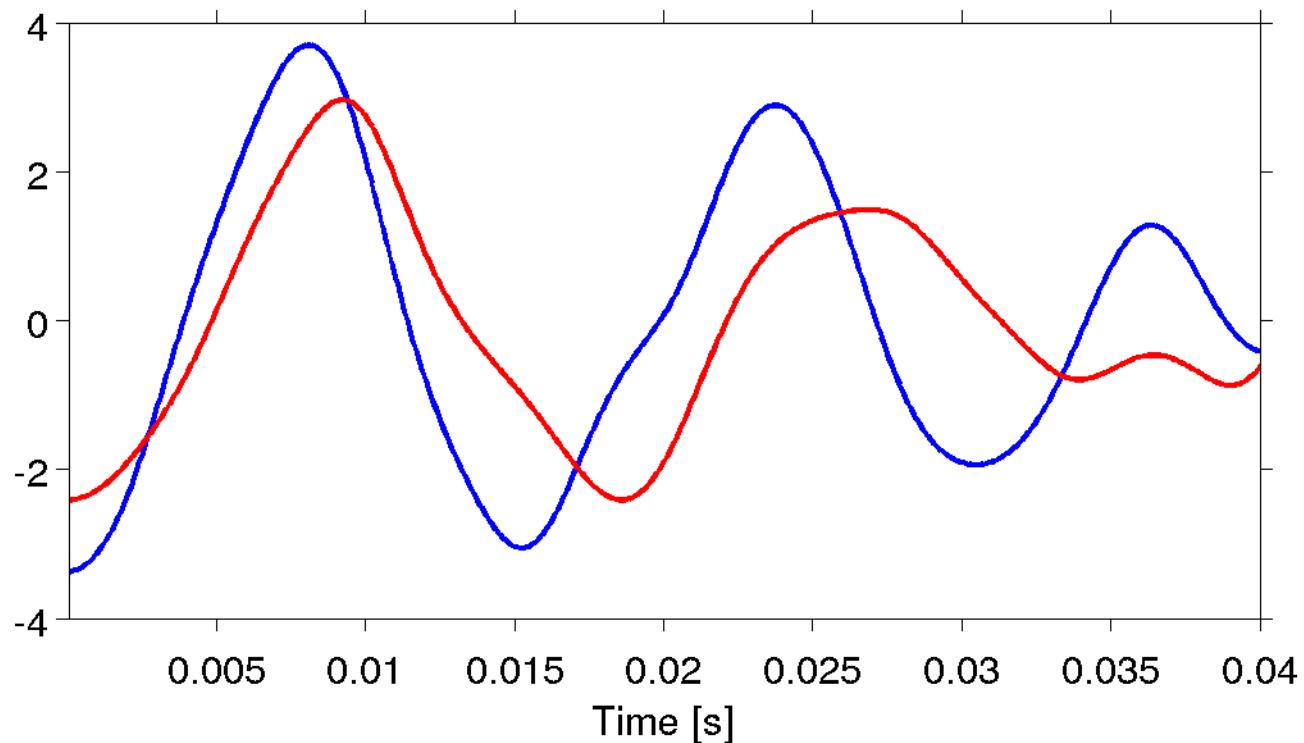
$$\longrightarrow \frac{dv}{v} = -\frac{dt}{t} = \alpha$$

$$CC_{\text{fois}}(t) = CC_{\text{comp}}(t(1 - \alpha))$$

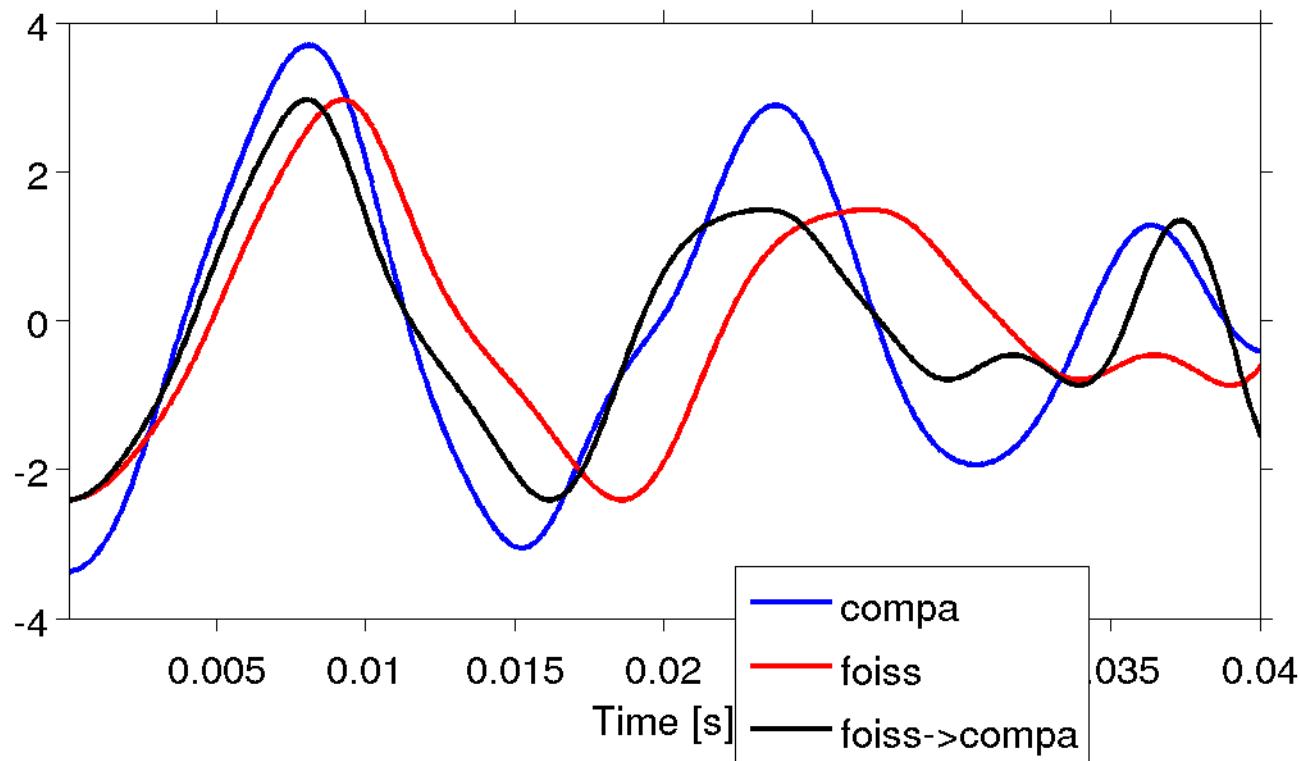
Blue: compacte - Rouge: foissonne



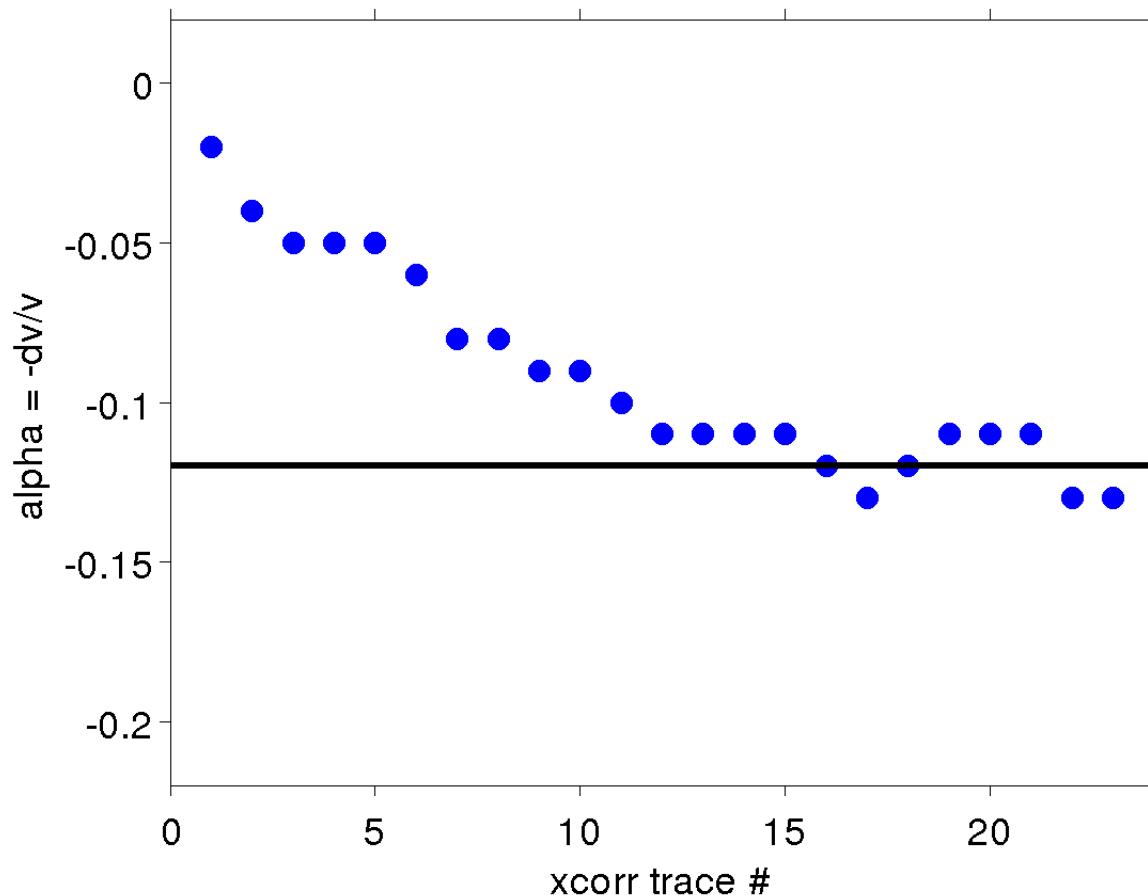
# Variations de vitesse



# Variations de vitesse



## Variations de vitesse



## Conclusions

- Faisabilité de la technique de sismique passive pour la caractérisation du ballast ferroviaire
- Temps d'enregistrement : 2 minutes suffiraient, quid sur des temps plus longs (améliorer le signal sur bruit)
- Variations de vitesse comme *proxy* du niveau de compacité :

Pour le cas étudié : différences de vitesse autour de 12% entre ballast compacté et foisonné :

$V_s_{comp} \sim 155 \text{ m/s}$

$V_s_{foiss} \sim 140 \text{ m/s}$

# Merci de votre attention

**Diego Mercerat et Delphine Jacqueline\***

**CEREMA Méditerranée - Laboratoire de Nice  
56 bd Salingrad 06300 Nice  
04 92 00 81 68 [diego.mercerat@cerema.fr](mailto:diego.mercerat@cerema.fr)**

**\*CEREMA Normandie-Centre CER Rouen**

## - Volcans

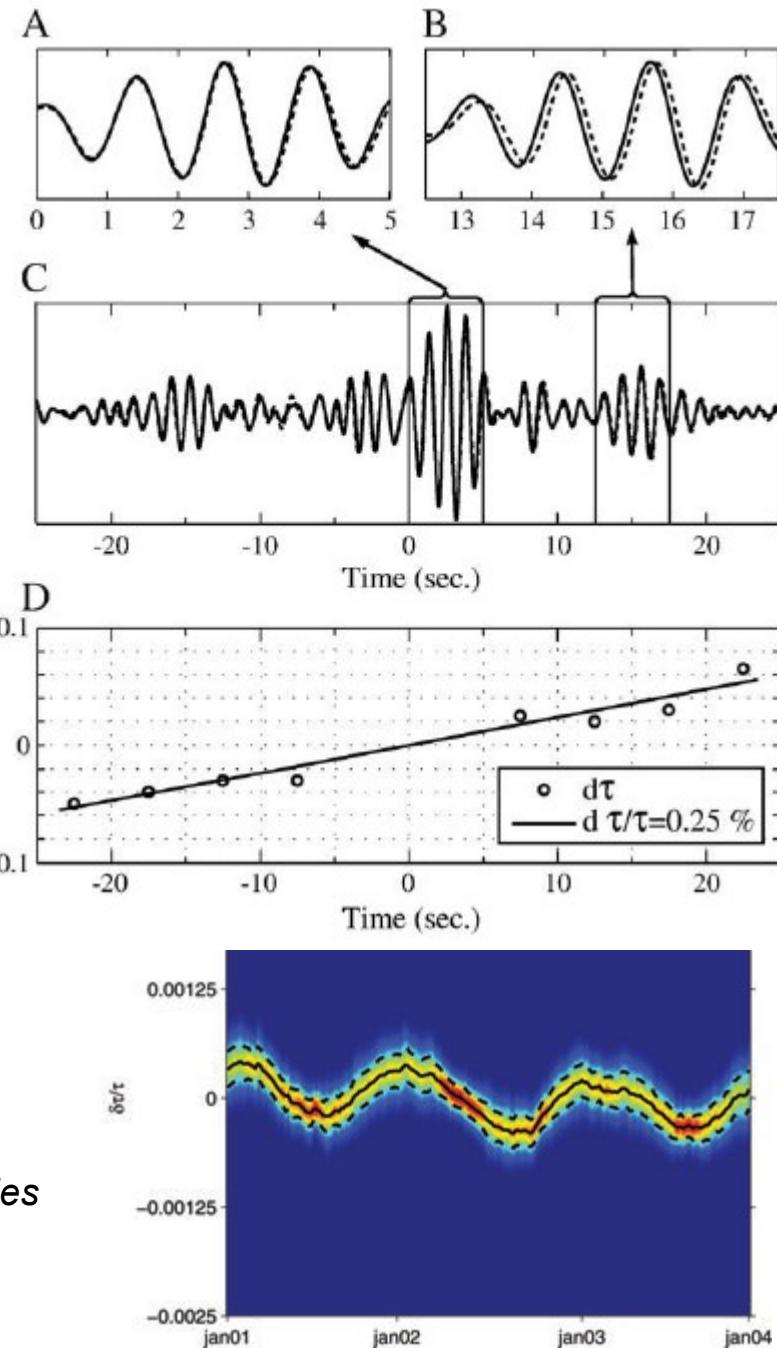
Sens-Schönfelder C and Wegler U (2006).

*Passive image interferometry and seasonal variations of seismic velocities at Merapi Volcano*

Geophys Res Lett

Grêt A, Snieder R, Aster R C and Kyle P R (2005)

*Monitoring rapid temporal change in a volcano with coda wave interferometry.* Geophys Res Lett



## - Zones de faille

Wegler U and Sens-Schönfelder C (2007).

*Fault zone monitoring with passive image interferometry.* Geophys J Int

Brenguier F, Campillo M, Hadzioannou C,

Shapiro N M, Nadeau R M and Laroche E (2008b).

*Postseismic relaxation along the San Andreas fault at Parkfield from continuous seismological Observations.* Science

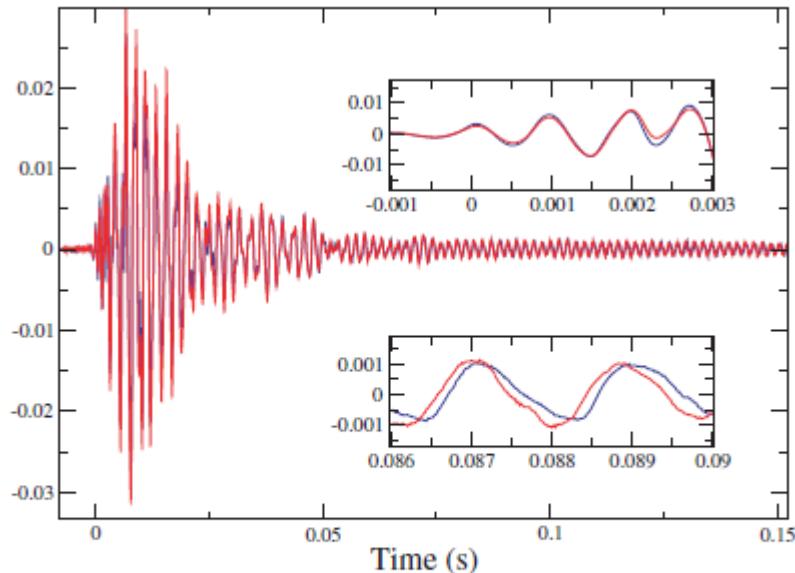
## - Basins sedimentaires

Meier U, Shapiro N M and Brenguier F (2010). *Detecting seasonal variations in seismic velocities within Los Angeles basin from correlations of ambient seismic noise.*

Geophys J Int

## - Tunnels

Gret, A., R. Snieder, and U. Ozbay, (2006)  
*Monitoring in-situ stress in a mining environment using coda wave interferometry.* Geoph. J. Int.,



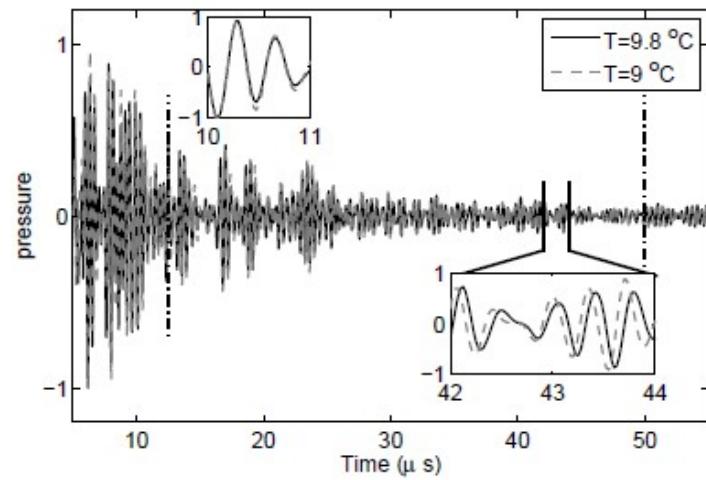
## - Calotte glaciaire

*Monitoring southwest Greenland's ice sheet melt with ambient seismic noise* (2016) A Mordret, T.Mikesell, C Harig, B Lipovsky and G Prieto

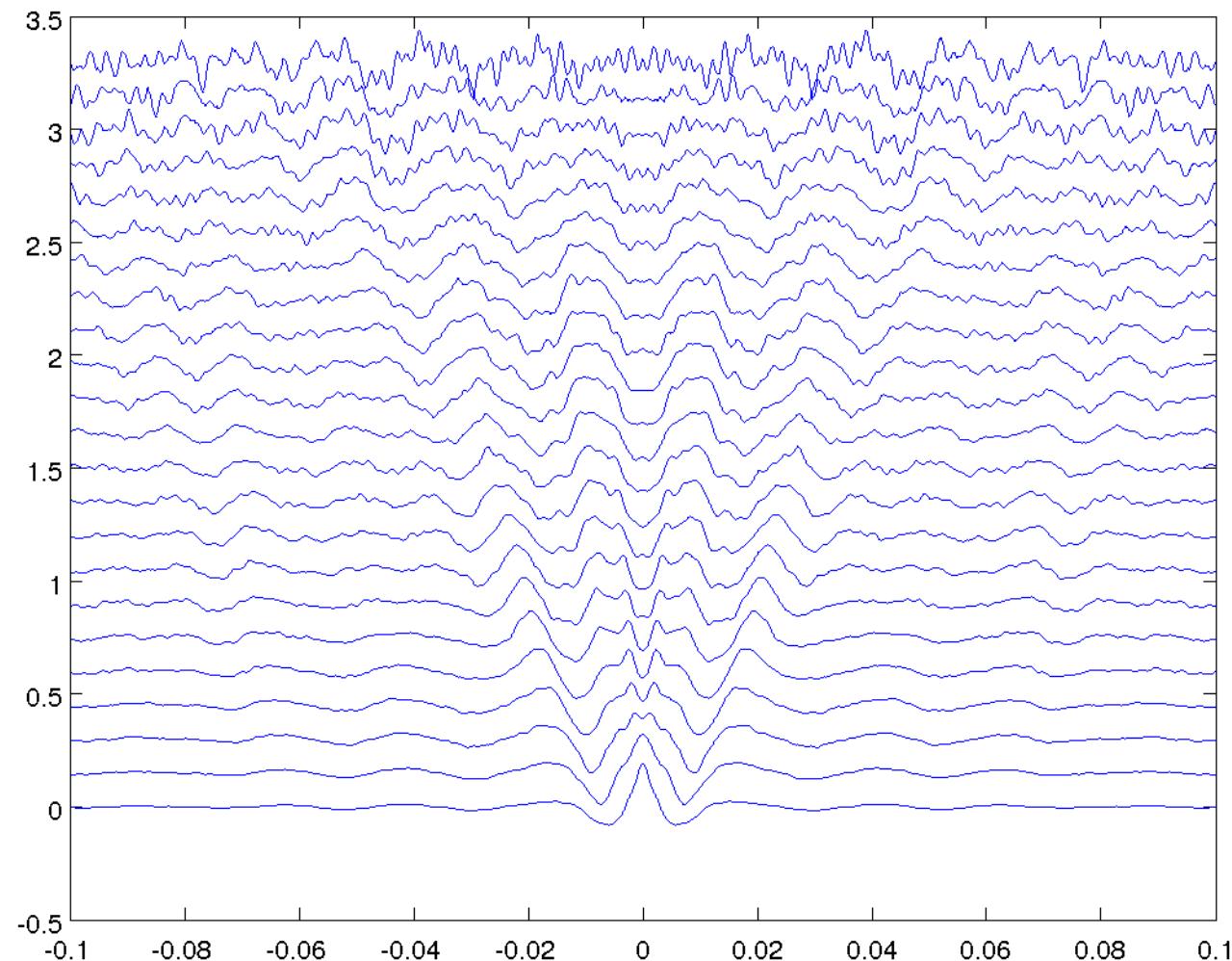
## - Essais laboratoire

Hadzioannou C, Larose E, Coutant O, Roux P and Campillo M (2009).

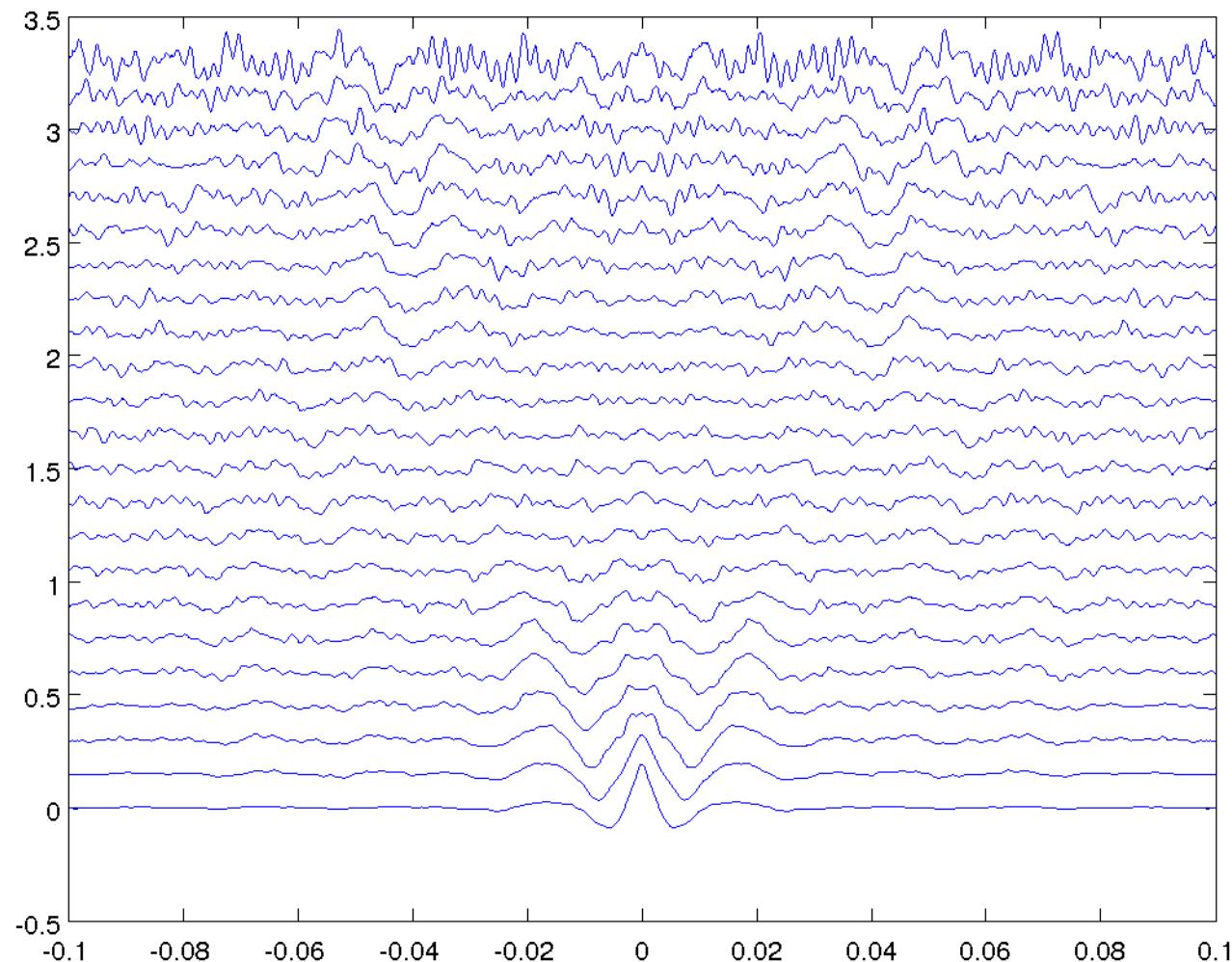
*Stability of monitoring weak changes in multiply scattering media with ambient noise correlation: Laboratory experiments.* J Acoust Soc Am



# En marchant



# Coups marteau



# Bruit ambiant

