

Caractérisation de la variabilité spatiale des signaux sismiques

Dufour Frédéric

3SR, titulaire de la chaire PERENITI

Koufoudi Eleni (3SR), Chaljub Emmanuel (Isterre)

Isabelle DousteBacque, Sandrine Roussel (Isterre)

Bard Pierre-Yves (Isterre)

Bourdarot Eric, Humbert Nicolas, Robe Emmanuel (CIH, EDF)

Contexte industriel

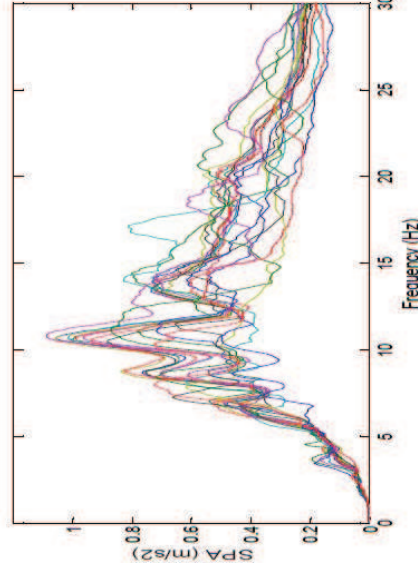
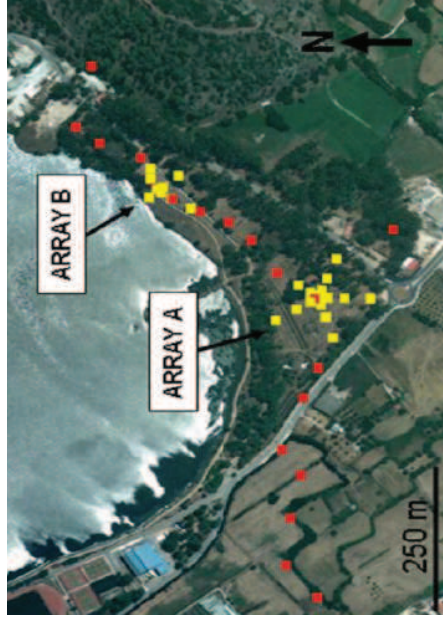
Améliorer les connaissances physiques et la modélisation du comportement dynamique des ouvrages hydrauliques pour identifier les marges de sécurité.

Notamment, mieux caractériser et modéliser la sollicitation sismique ressentie par un ouvrage.



Variabilité spatiale (phase et amplitude) du signal sismique

- Hétérogénéités mécaniques dans le sol
- **Topographie de surface** (diffraction et réflexion multiples des ondes)



Objectifs du travail de recherche

1. **Caractérisation de la variabilité spatiale de l'aléa sismique en site alpin**
2. **Comprendre et modéliser les origines de la variabilité spatiale**
3. **Effets de la variabilité spatiale sur la réponse sismique des barrages**



Plan

- **Instrumentation** sismologique du barrage de Saint Guérin
- **Vérification** du fonctionnement du réseau sismologique
- **Analyses** préliminaires
- **Conclusions / Perspectives**

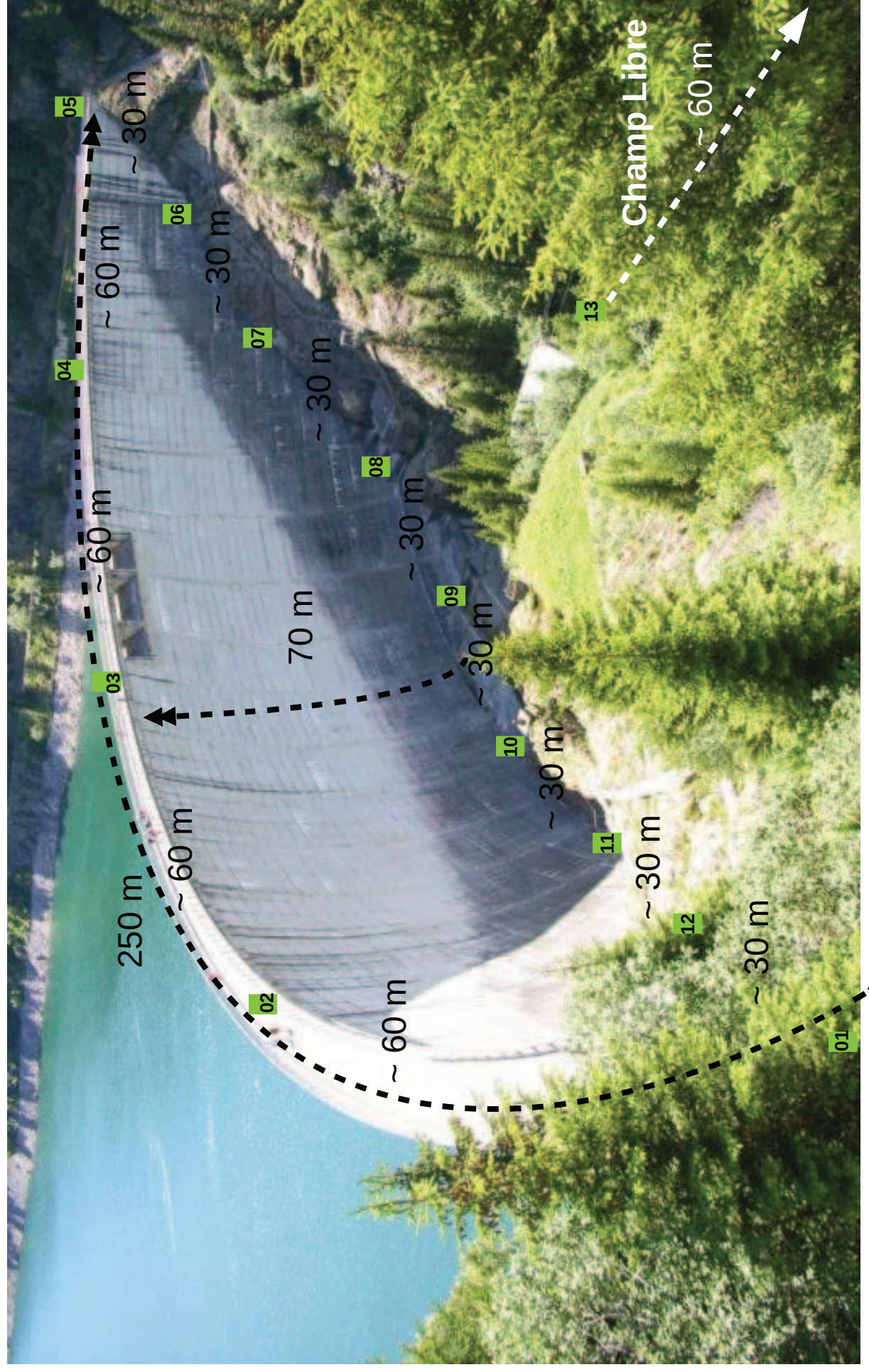
Plan

- **Instrumentation sismologique du barrage de Saint Guérin**
- Vérification du fonctionnement du réseau sismologique
- Analyses préliminaires
- Conclusions / Perspectives

Position de stations sismologiques



Position de stations sismologiques sur le barrage



Plan

- Instrumentation sismologique du barrage de Saint Guérin
- **Vérification du fonctionnement du réseau sismologique**
- Analyses préliminaires
- Conclusions / Perspectives

Enregistrement d'un télé-séisme :

Chili 16/09/2015 22:54, M 8,3

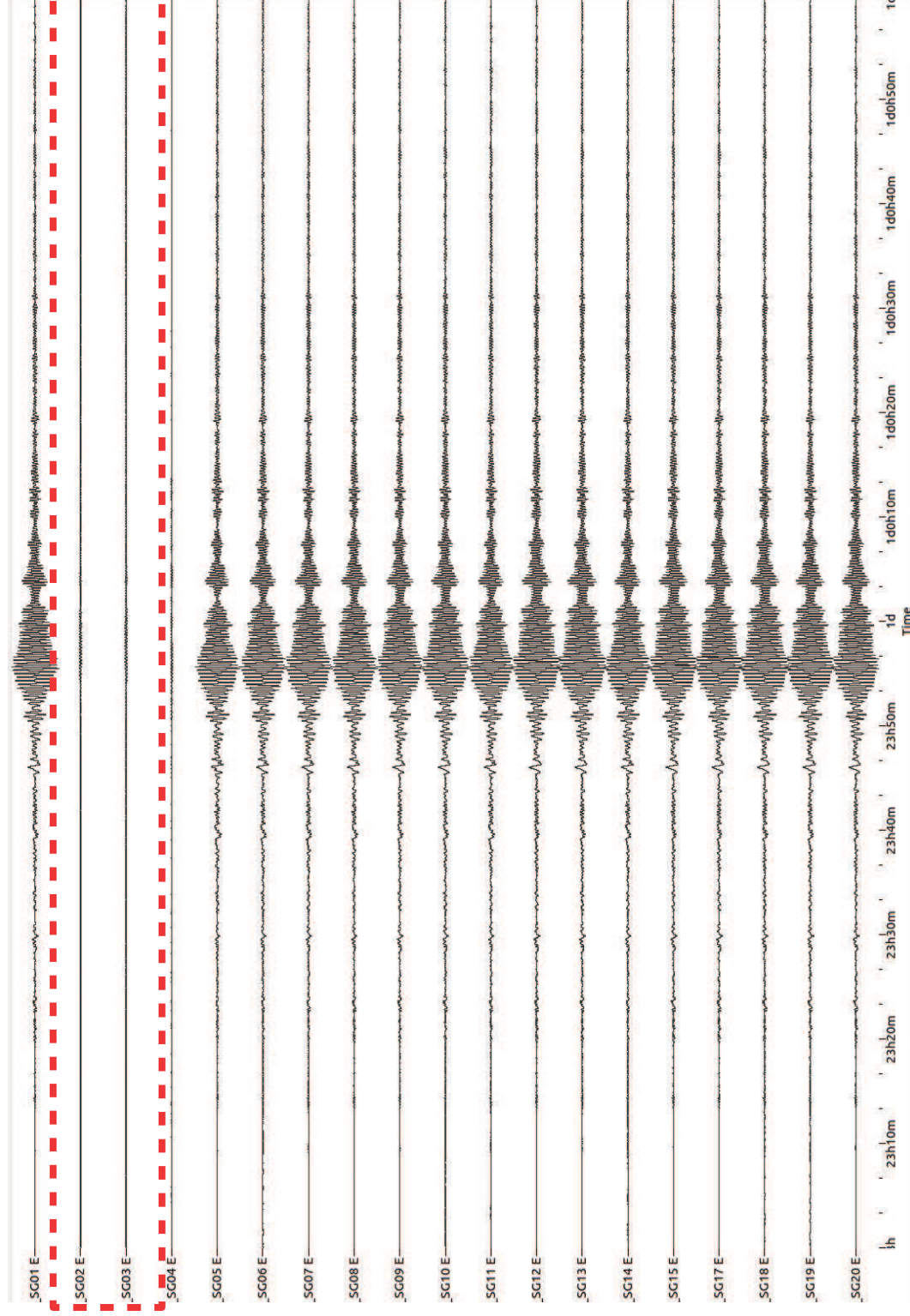


Vérification du fonctionnement du réseau sismologique
en amplitude et en phase

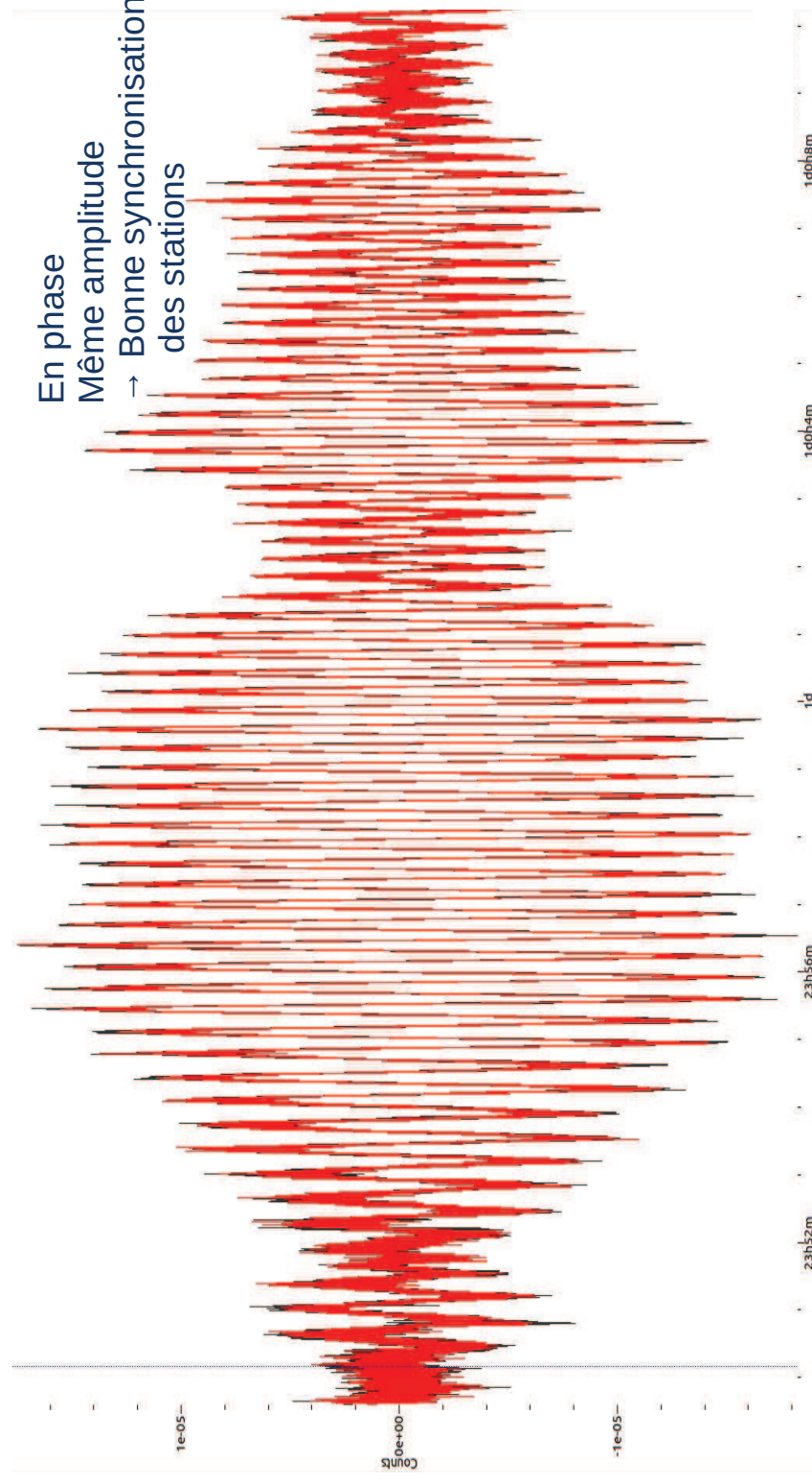


Chili 16/09/2015 22:54 ; M 8,3

Séries Temporelles sans filtrage



Chili 16/09/2015 22:54 ; M 8,3

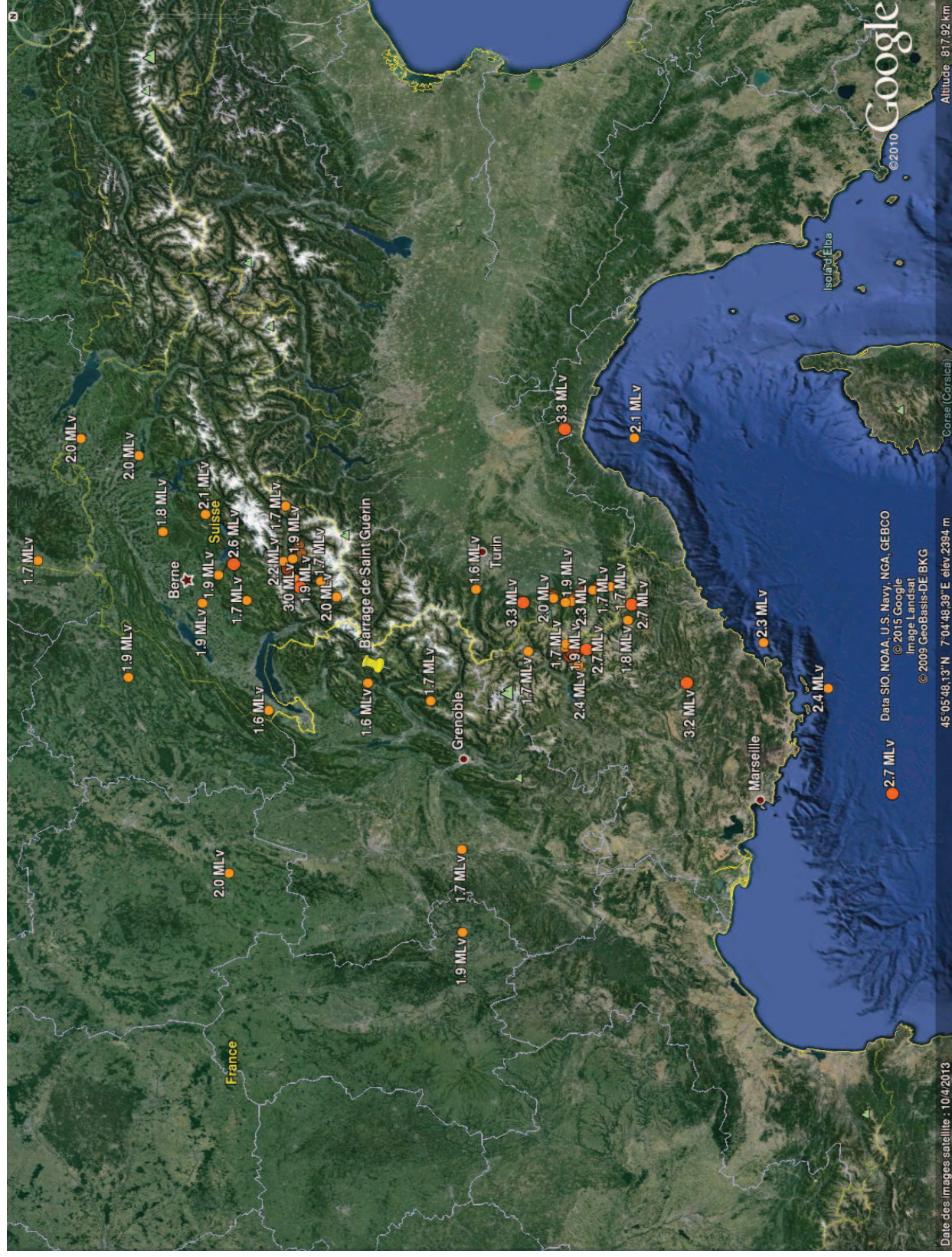


10 mins

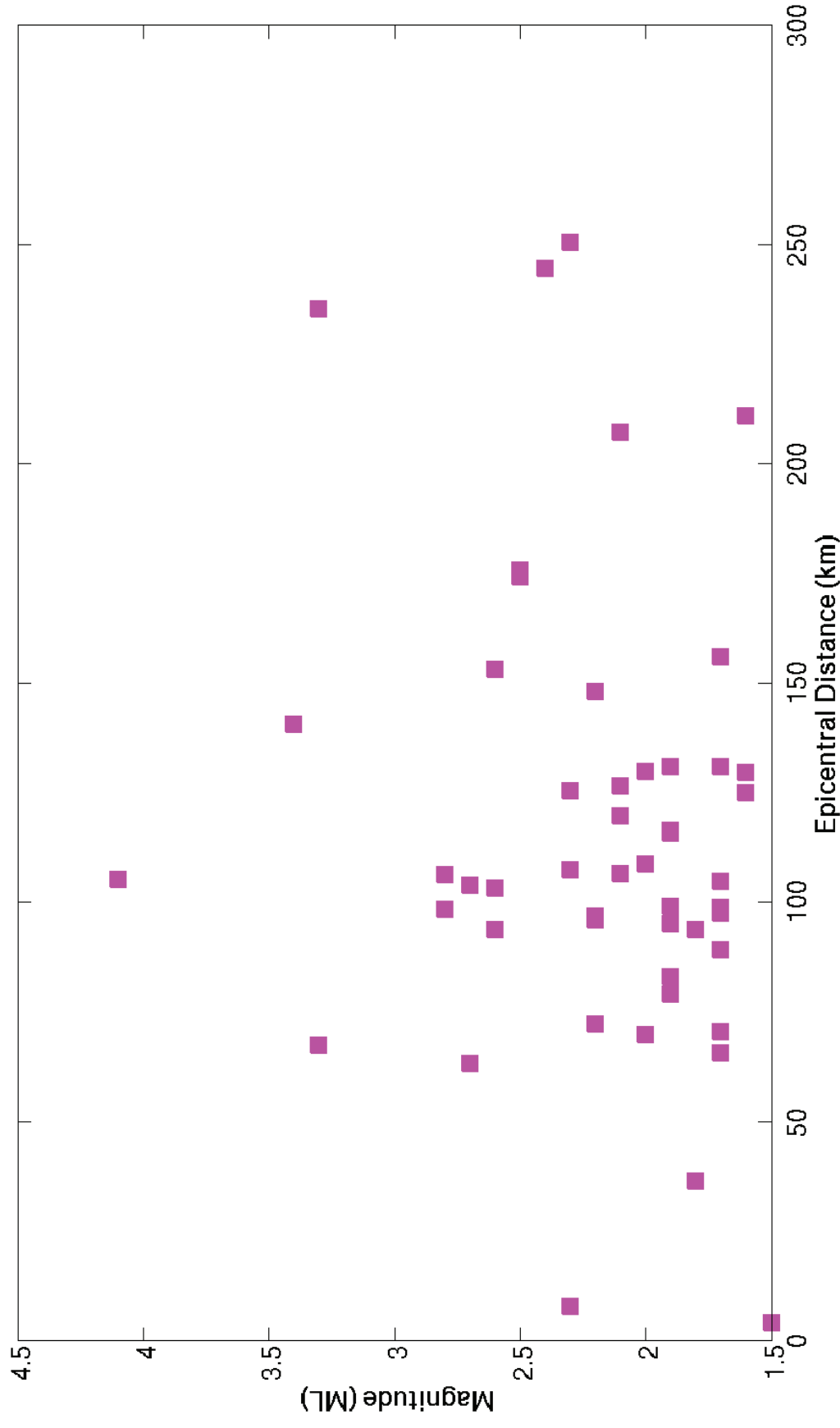
Plan

- Instrumentation sismologique du barrage de Saint Guérin
-
- Vérification du fonctionnement du réseau sismologique
-
- **Analyses préliminaires**
 - Événements analysés
 - Cohérence : indicateur de déphasage
 - Analyse du déphasage
 - Analyse de la variabilité en amplitude
- Conclusions / Perspectives

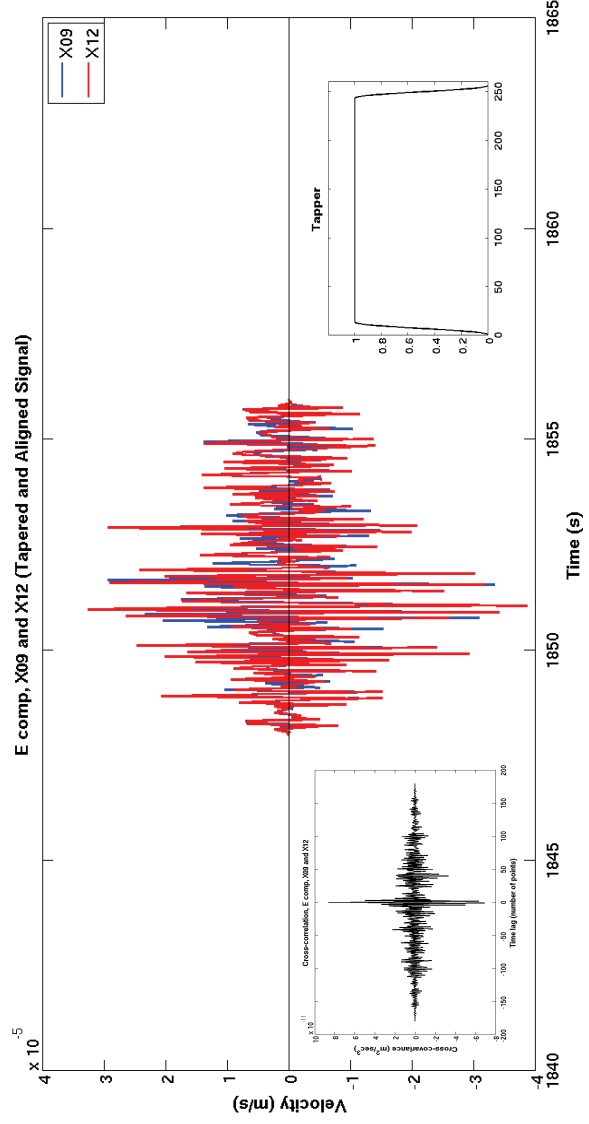
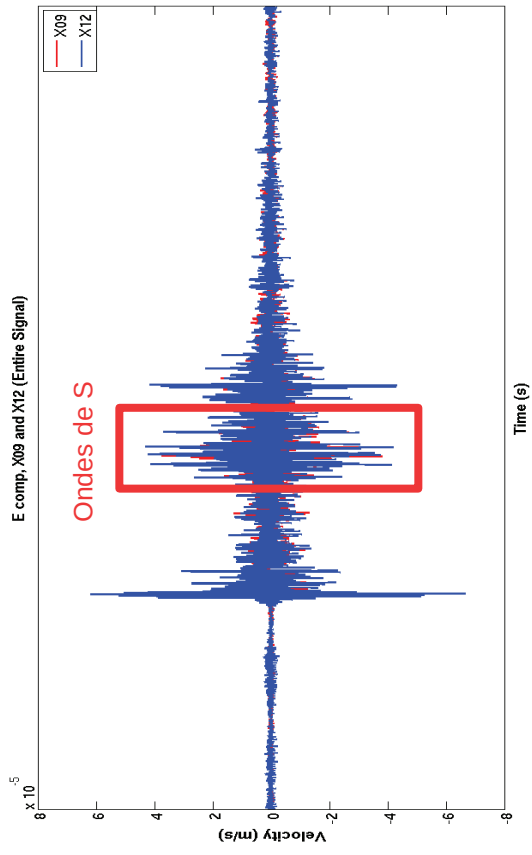
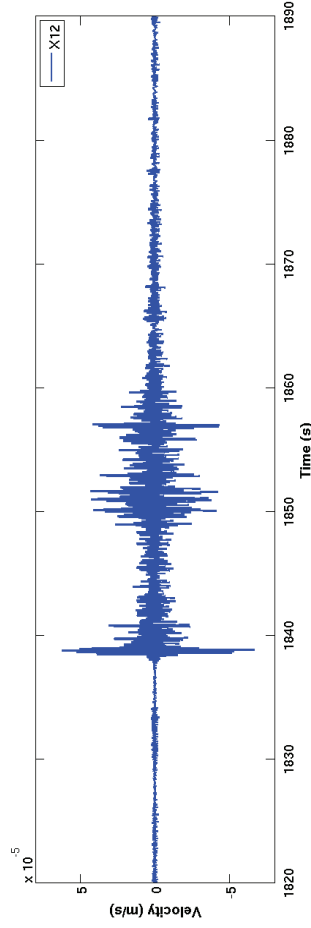
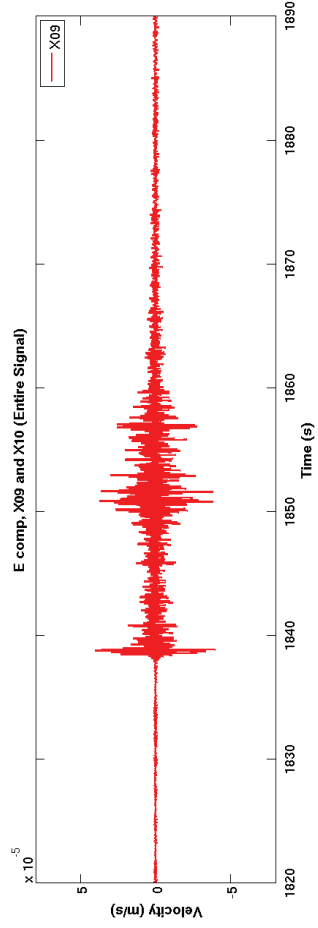
Carte de Séismicité Juin – octobre 2015



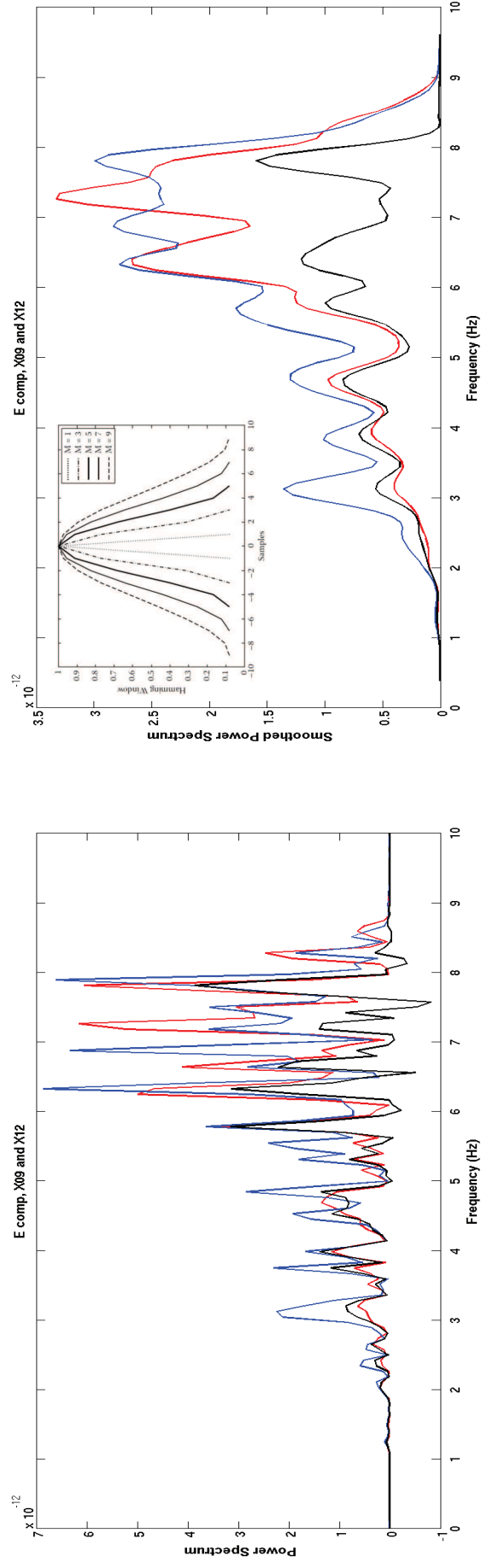
50 événements sismiques retenus sur 6 mois d'enregistrement



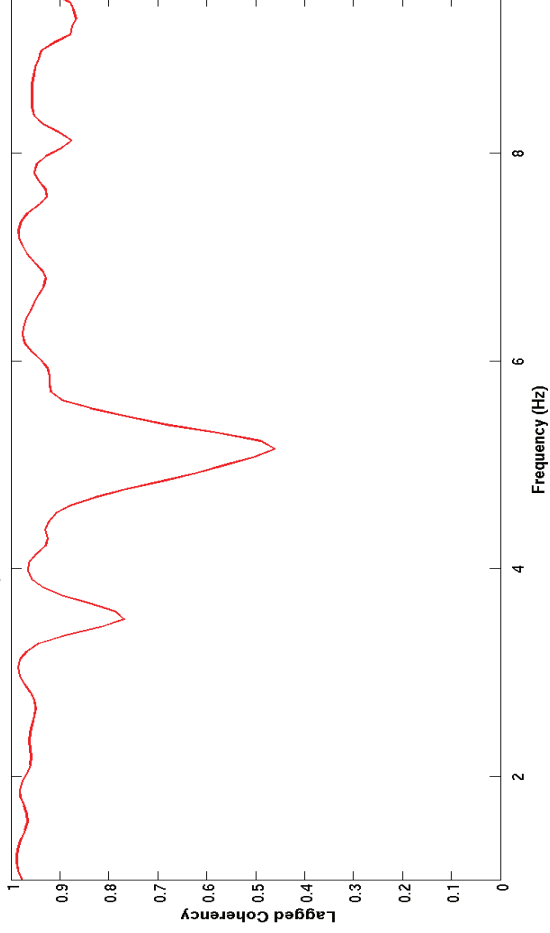
Cohérence



Cohérence

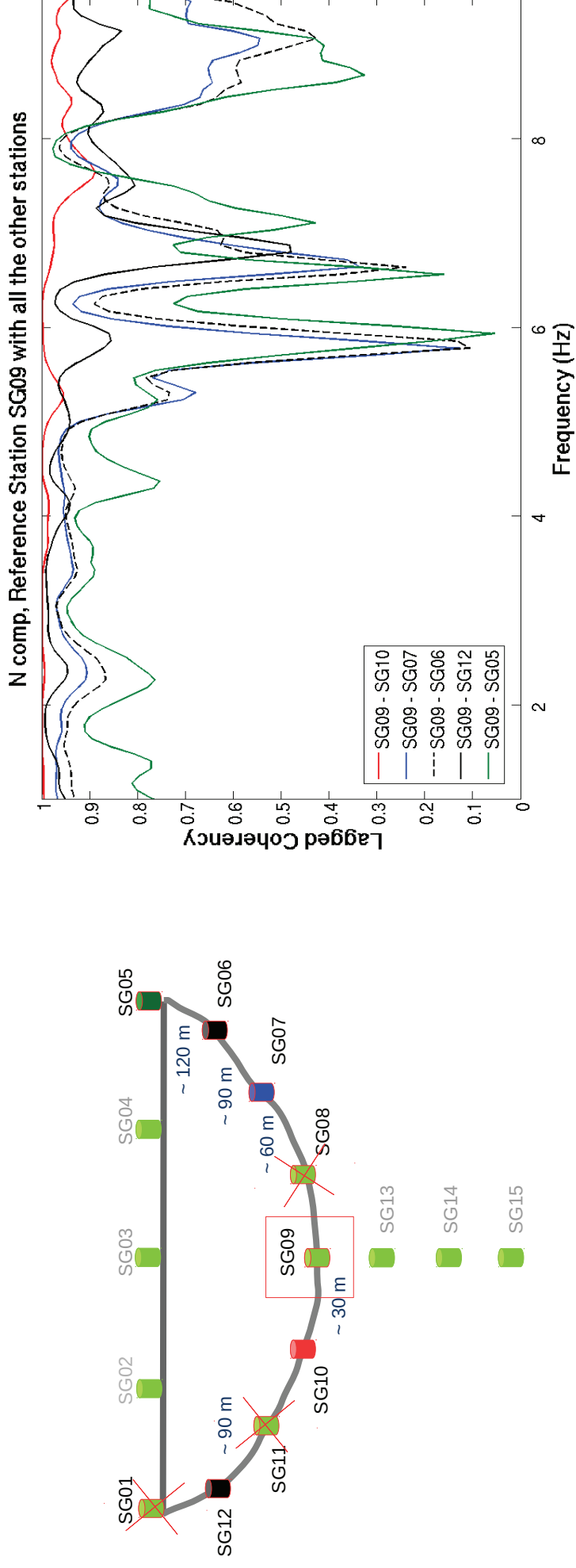


E comp, Reference Station SG09 with all station SG12

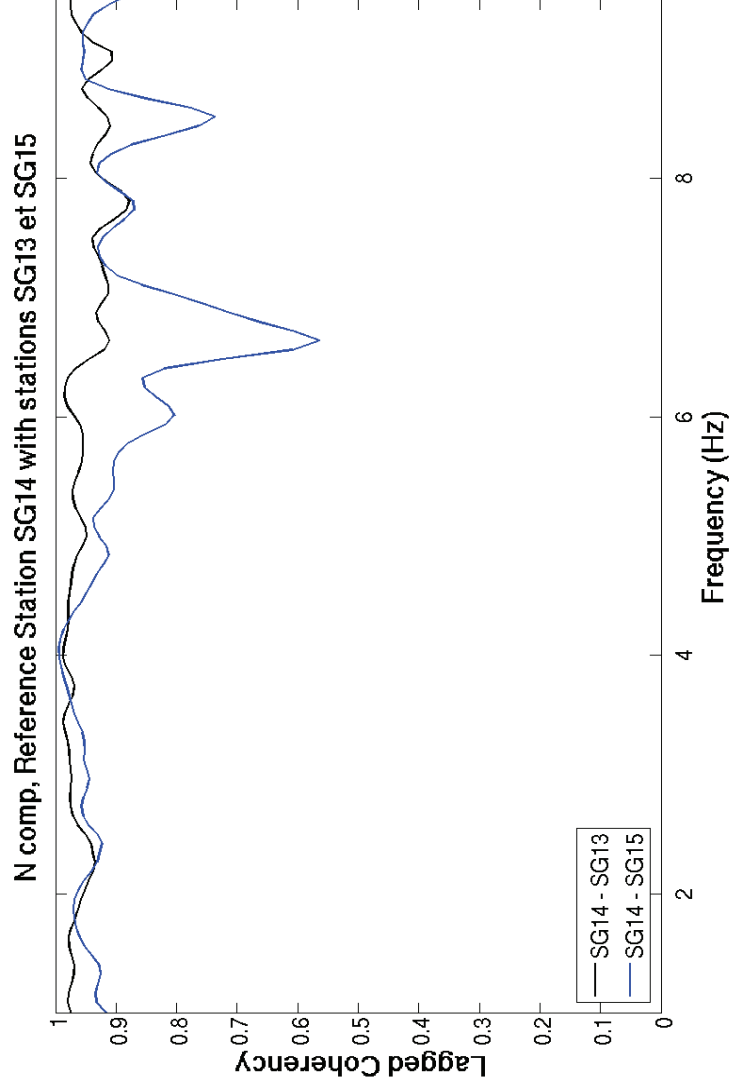
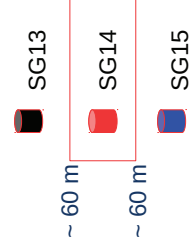
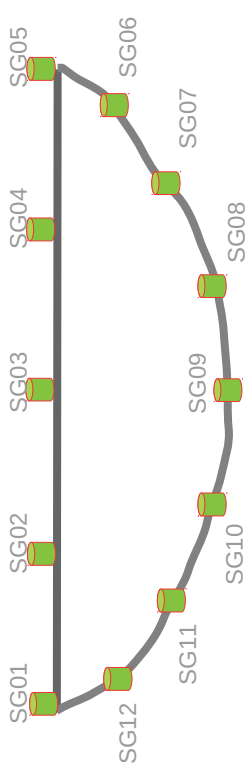


$$|\bar{Y}_{jk}(\omega)| = \frac{|\bar{S}_{jk}(\omega)|}{\sqrt{(S_{jj}(\omega)S_{kk}(\omega))}}$$

Cohérence à l'interface barrage-fondation



Cohérence en champ libre

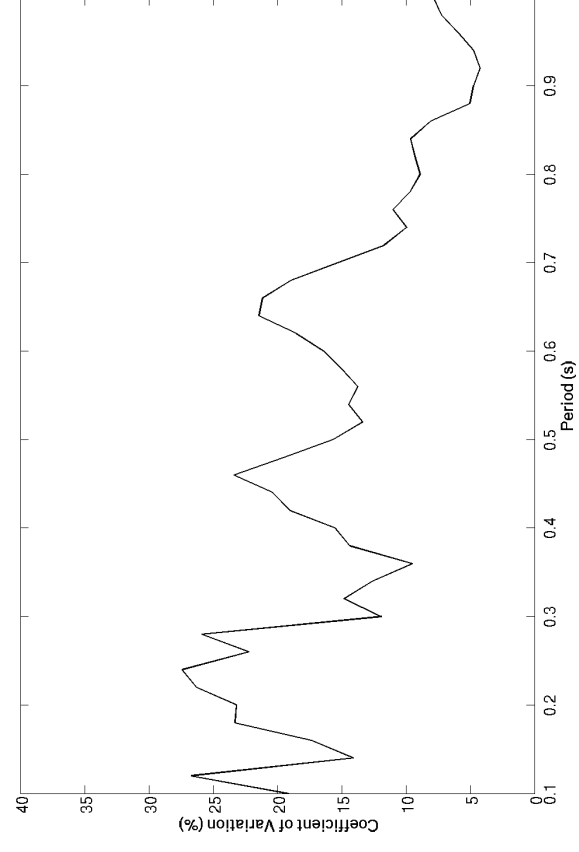
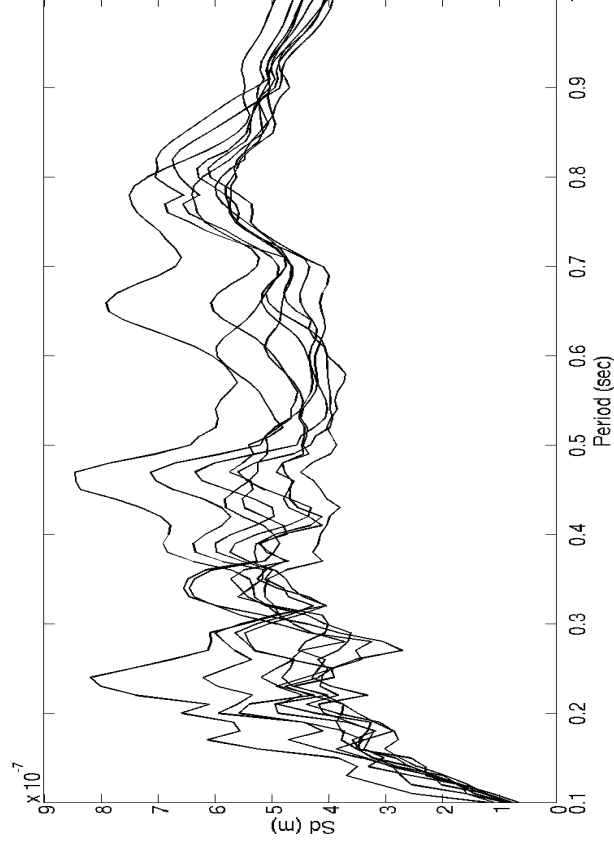


Variabilité spatiale en amplitude

$$\mu(T) = \frac{1}{N_s} \cdot \sum_{j=1}^{N_s} [\ln(SPD(T))]$$

$$std(T) = \sqrt{\frac{1}{N_s - 1} \cdot \sum_{j=1}^{N_s} |\ln(SPD(T)) - \mu(T)|^2}$$

$$CV(T) = \frac{std(T)}{\mu(T)}$$

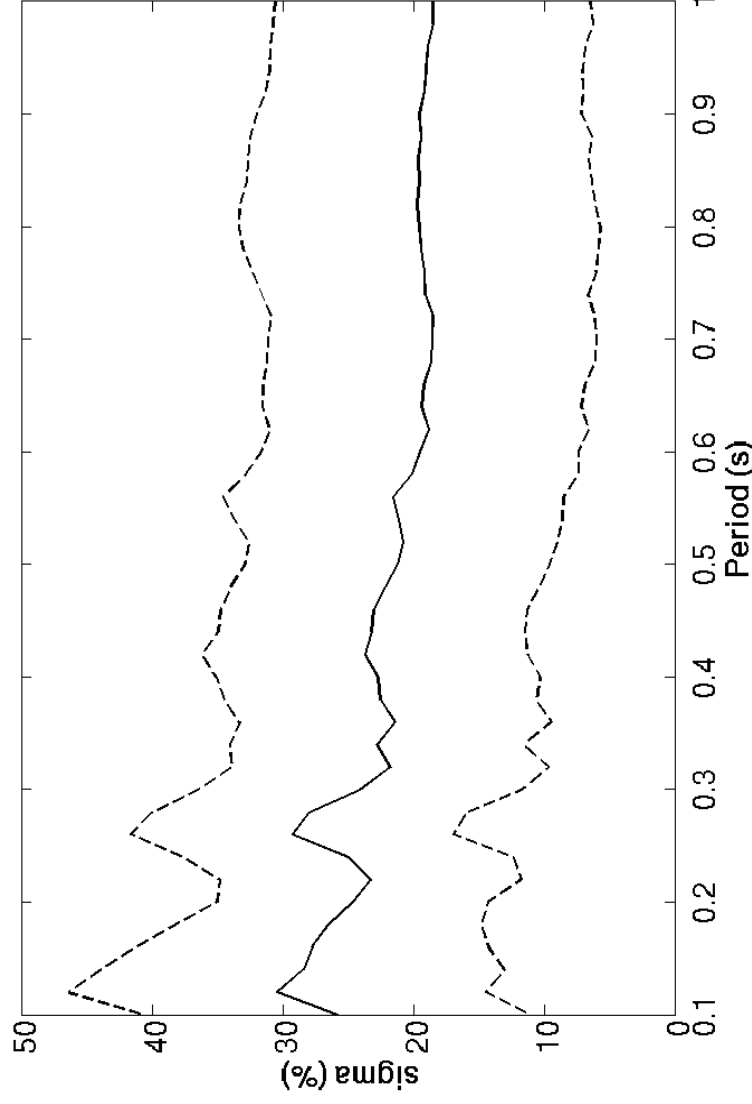


1 événement (M=3,3 ; d=67 km) enregistré sur 9 stations à la base de l'ouvrage.

Variabilité spatiale en amplitude

$$\mu_{CV}(T) = \frac{1}{N_{events}} \cdot \sum_{j=1}^{N_{events}} CV(T)$$

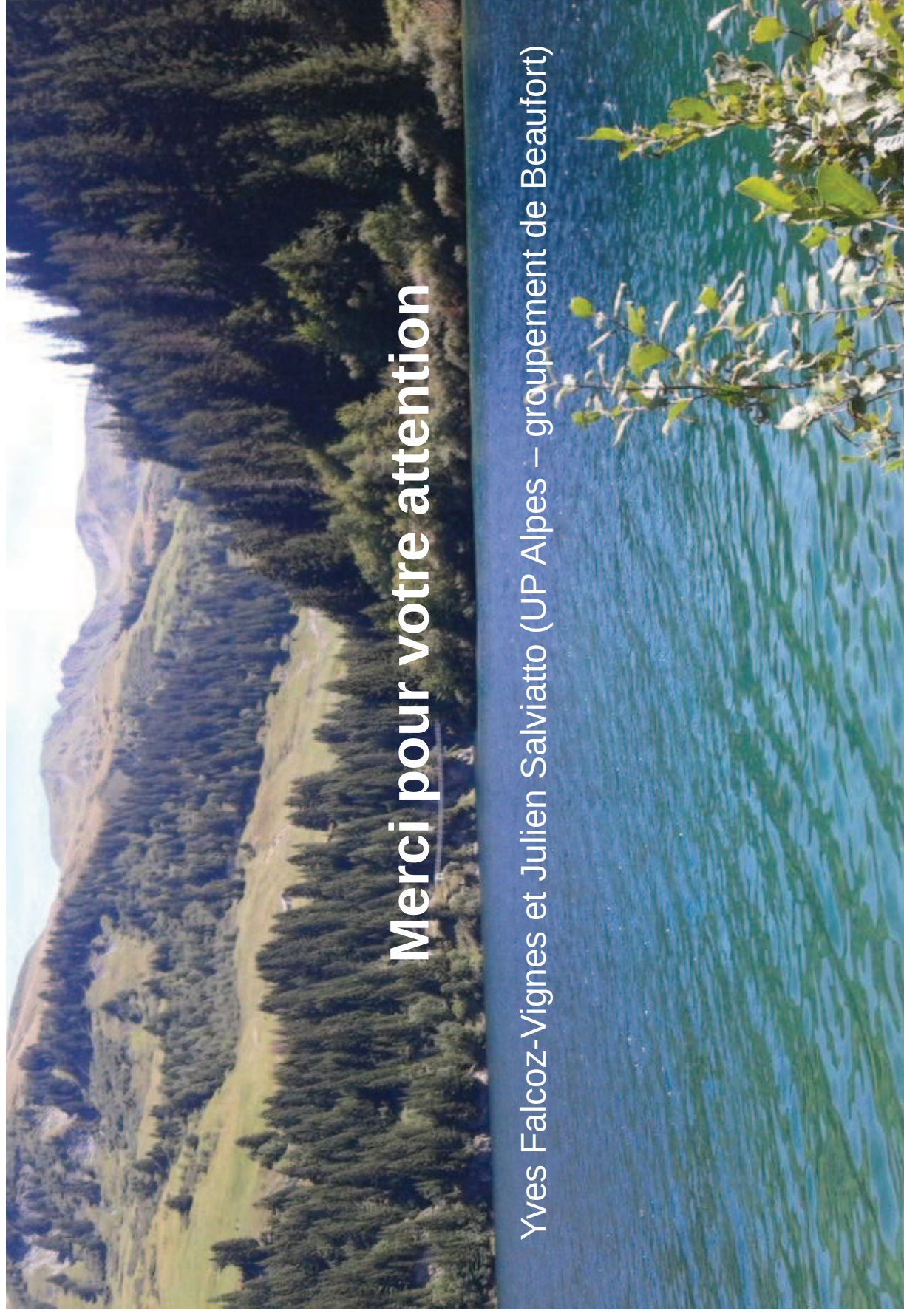
$$\sigma(T) = \sqrt{\frac{1}{N_{events} - 1} \cdot \sum_{j=1}^{N_{events}} |CV(T) - \mu_{CV}(T)|^2}$$



**Incertitudes (moyenne et écart type) sur les coefficients de variation (%)
des spectres en déplacement pour 51 événements.**

Conclusions / perspectives

- 1) Mise en place d'une instrumentation très originale
 - 2) Caractérisation en phase et amplitude de la variabilité spatiale du signal sismique en site alpin
-
- 1) Analyse par modélisation numérique des facteurs d'influence (topographie, azimuths, présence du réservoir, etc.)
 - 2) Influence de la variabilité spatiale sur la réponse sismique du barrage



Merci pour votre attention

Yves Falcoz-Vignes et Julien Salviatto (UP Alpes – groupement de Beaufort)