

# Suivi du comportement dynamique des ponts par fibre optique télécom



## SHM-france

7<sup>ème</sup> JOURNEE NATIONALE  
CONTROLE SANTE ET MONITORING DES  
STRUCTURES

19 septembre 2024

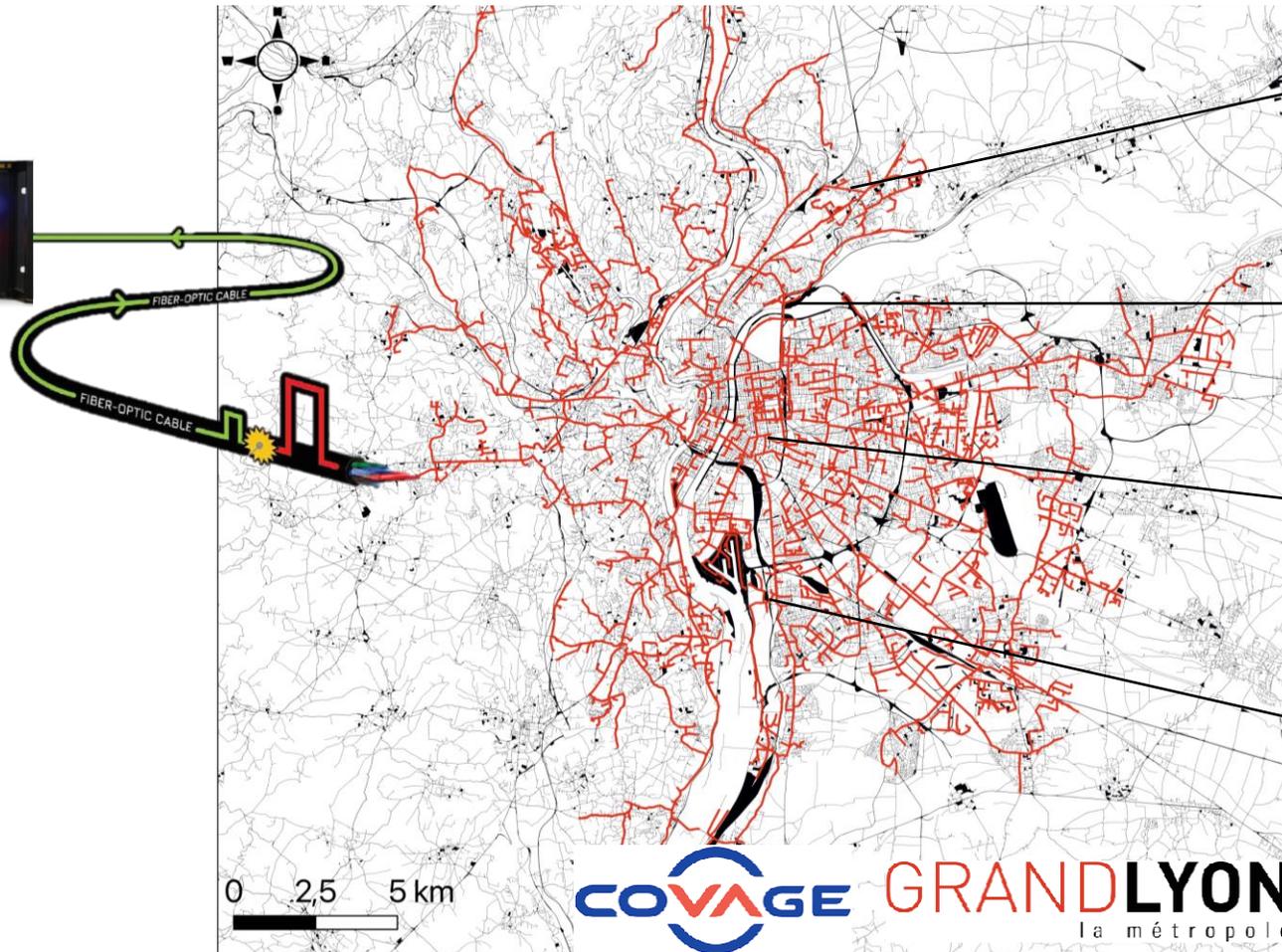


Comment caractériser le comportement dynamique des ponts à **grande échelle** pour **anticiper les actions de maintenance** et **sécuriser leur exploitation** ?





Utiliser **les réseaux de fibre optique télécom** pour obtenir des données expérimentales sur le comportement dynamique global des ponts.



Pas de déploiement et d'achat de capteurs dédiés

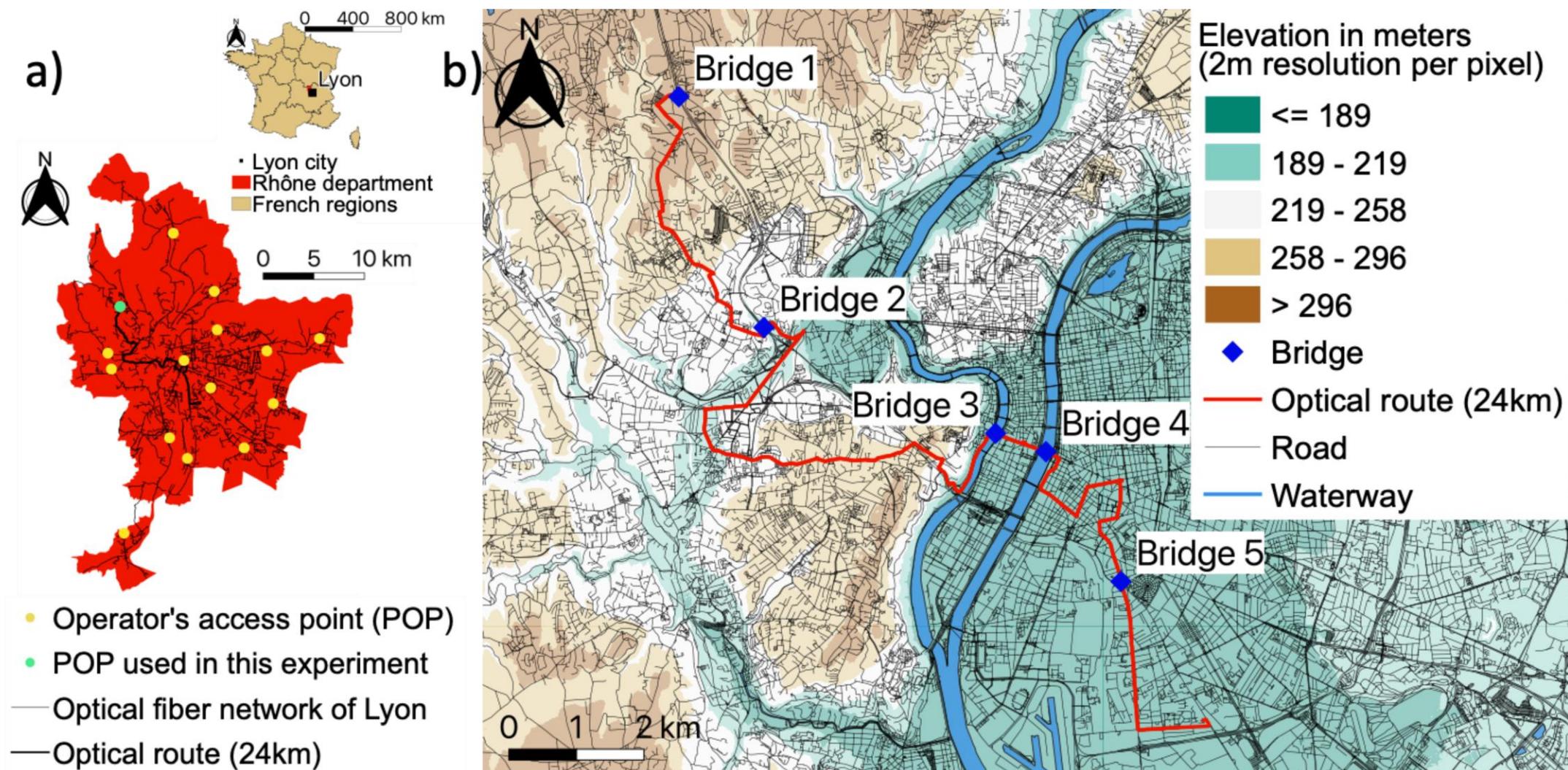
Echantillonnage spatial fin

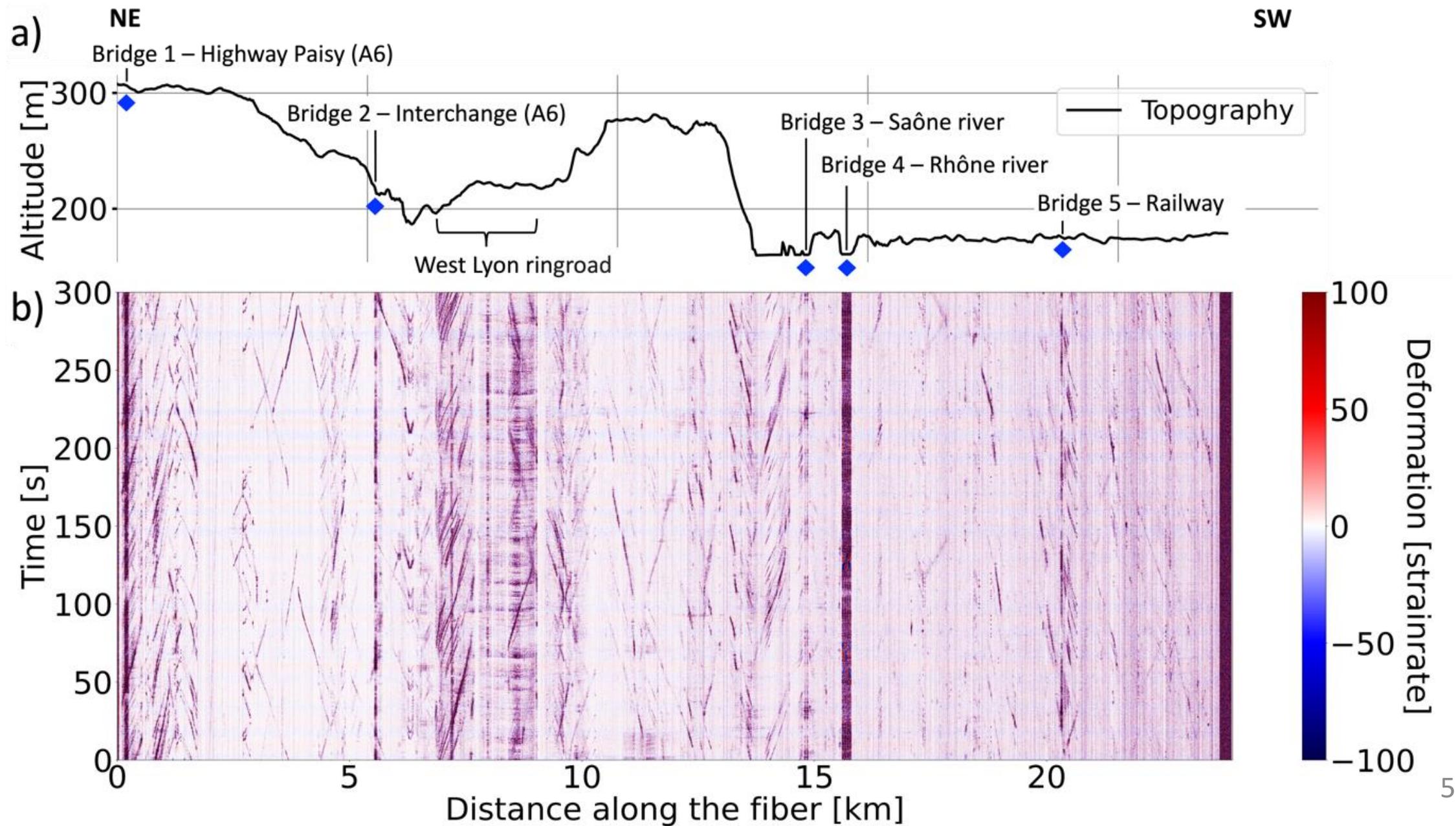
Surveillance simultanée de plusieurs structures

Accès aux données sans interruption d'exploitation



## ■ Fibre urbaine de la métropole de Lyon



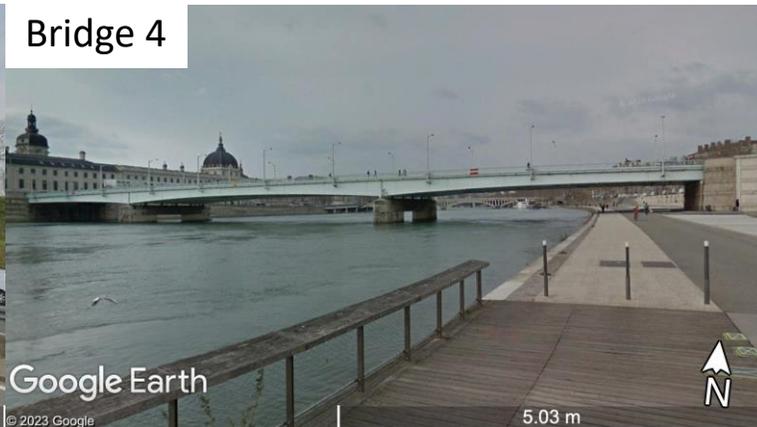




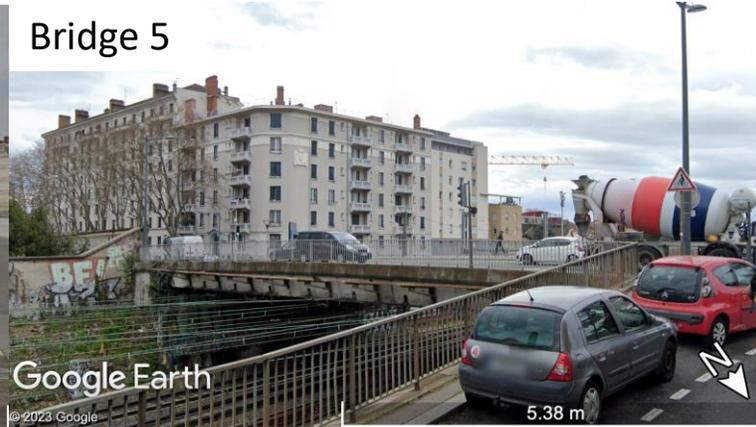
Bridge 1



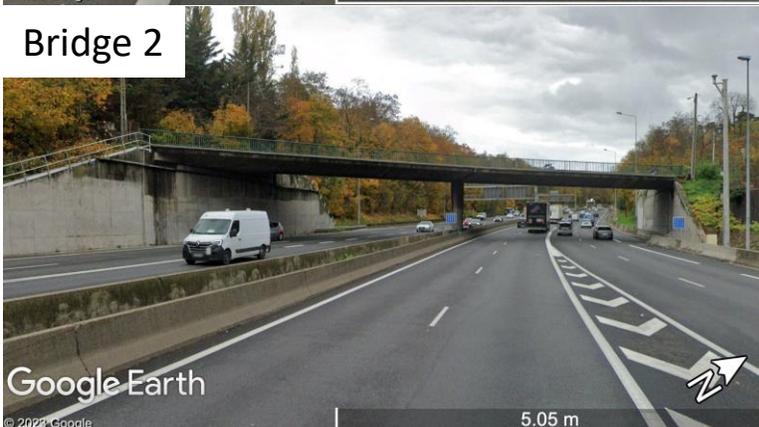
Bridge 4



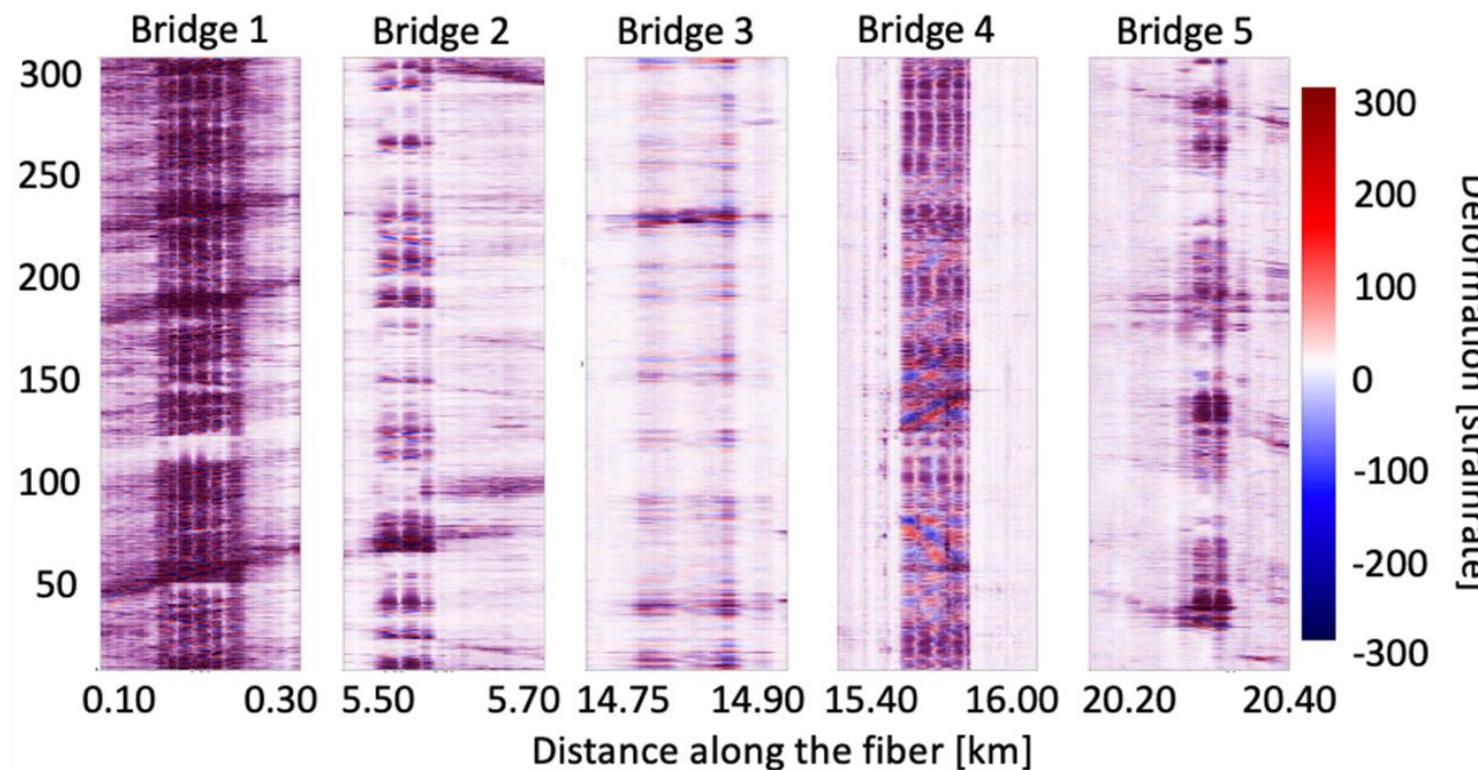
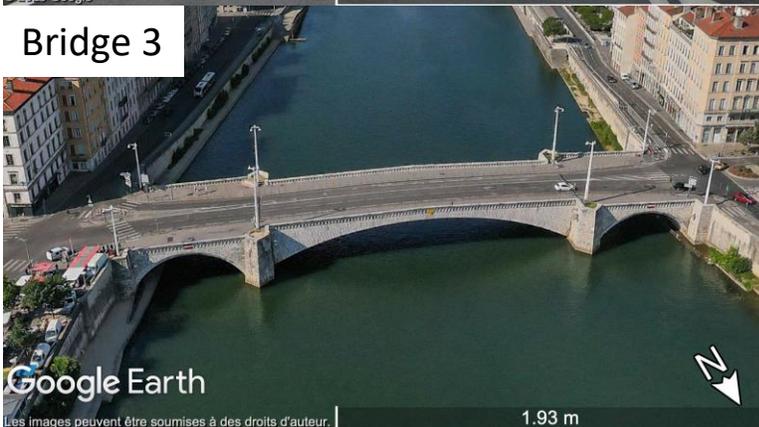
Bridge 5



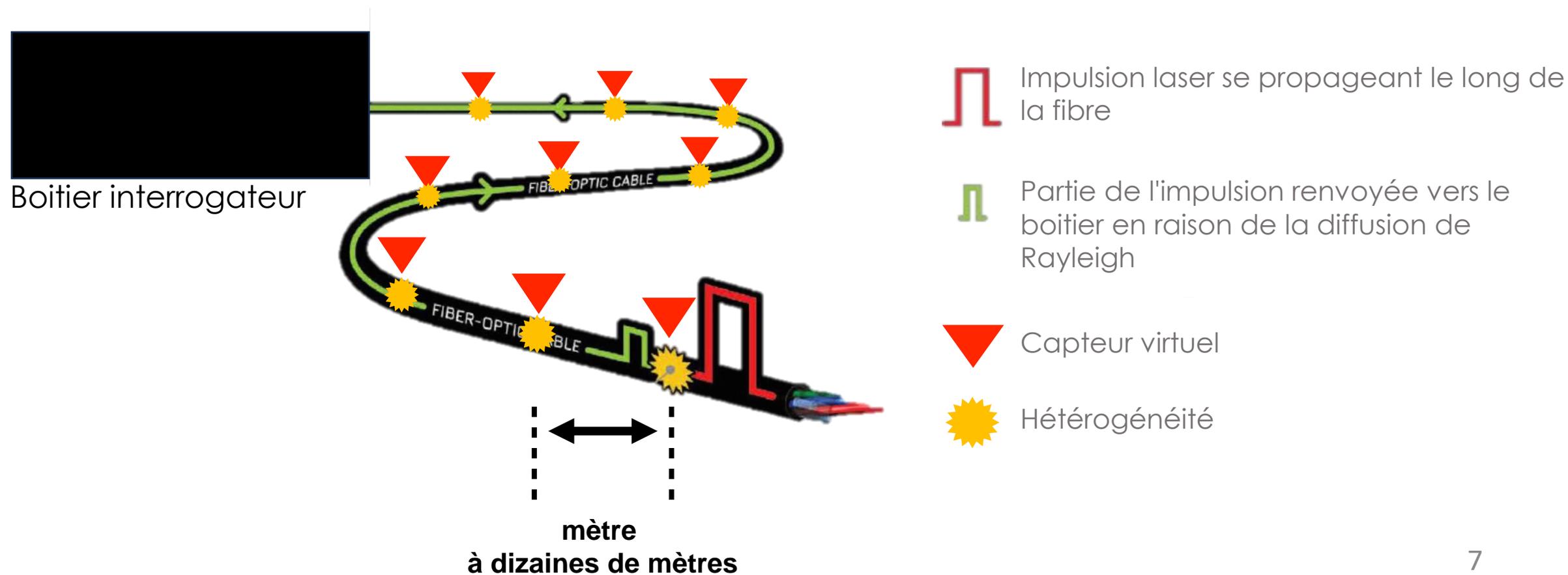
Bridge 2



Bridge 3

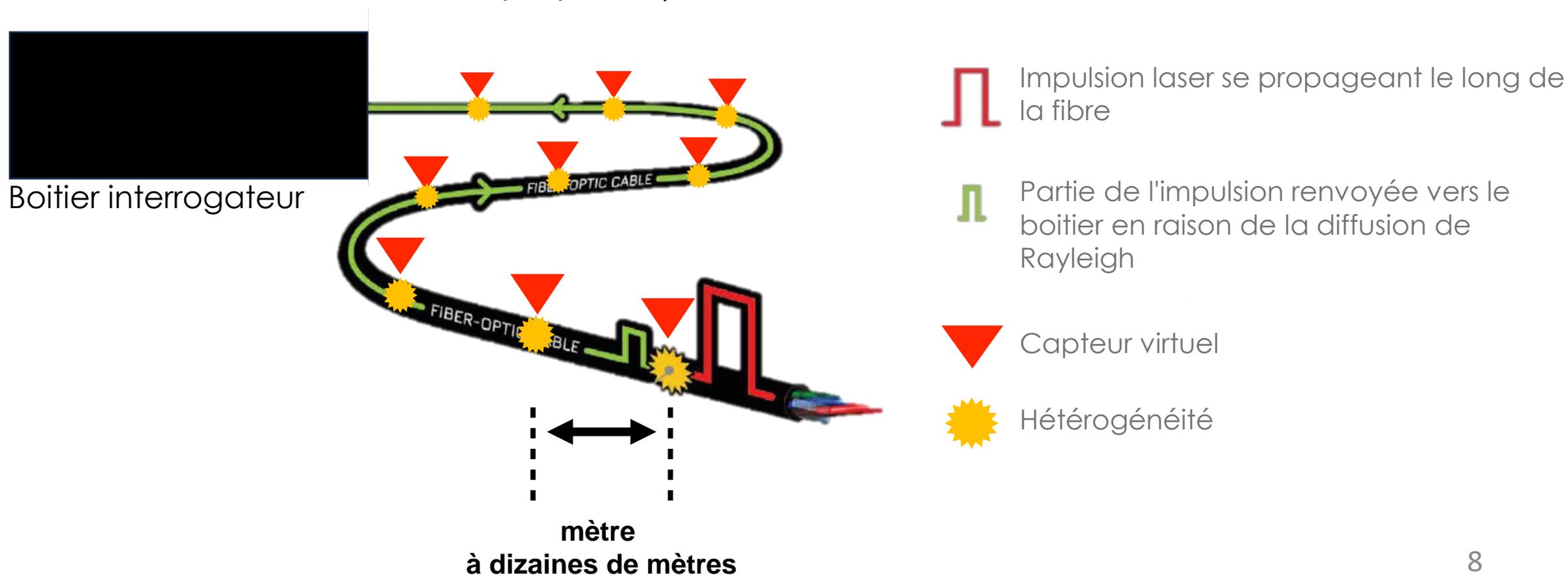


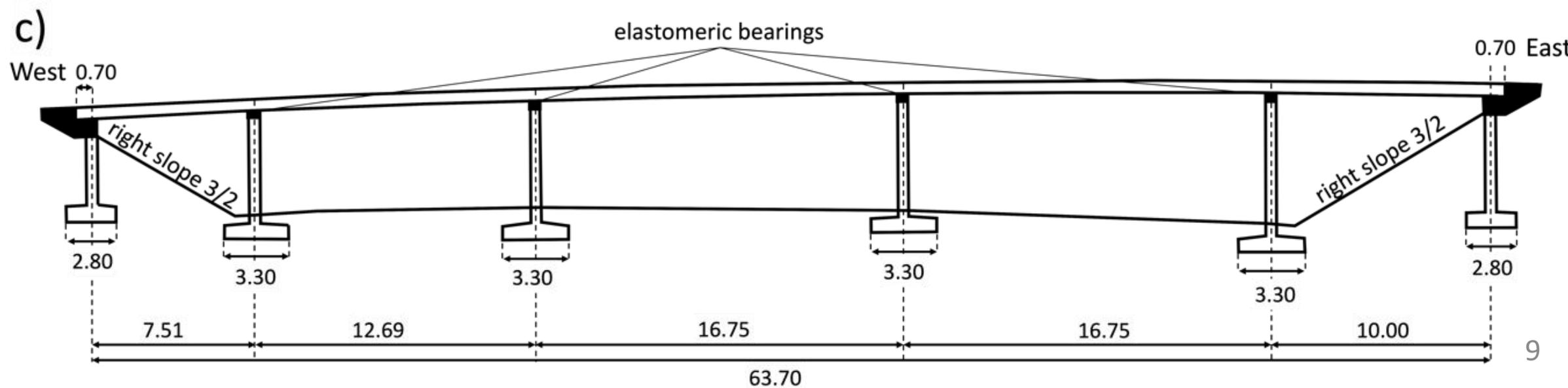
Le Distributed Acoustic Sensing (D.A.S.) mesure la déformation **dans l'axe** et **en chaque point** de la fibre.



$$\varepsilon = \frac{\lambda \cdot d\theta}{4\pi \cdot n \cdot GL \cdot \xi}$$

$\varepsilon$  est la déformation,  $\lambda$  est la longueur d'onde optique,  $d\theta$  est le déphasage,  $n$  est l'indice de la fibre optique et  $\xi$  est un facteur de correction.



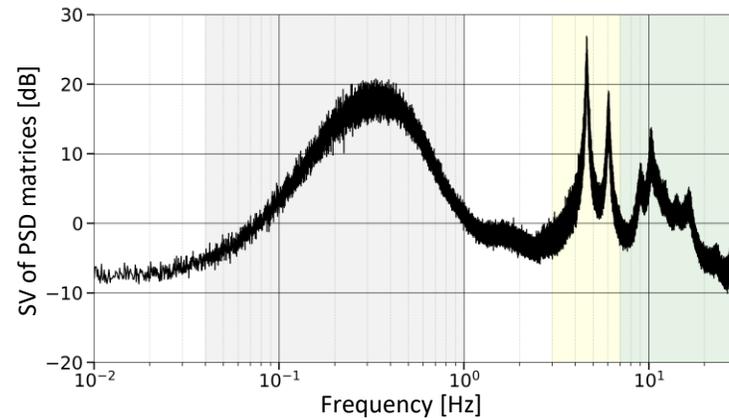




## ■ Analyse Modale Opérationnelle (AMO)

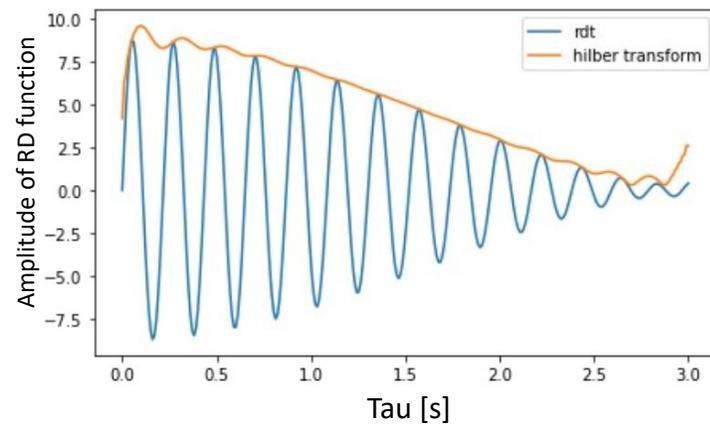
### Identification des modes

#### Singular Value Decomposition



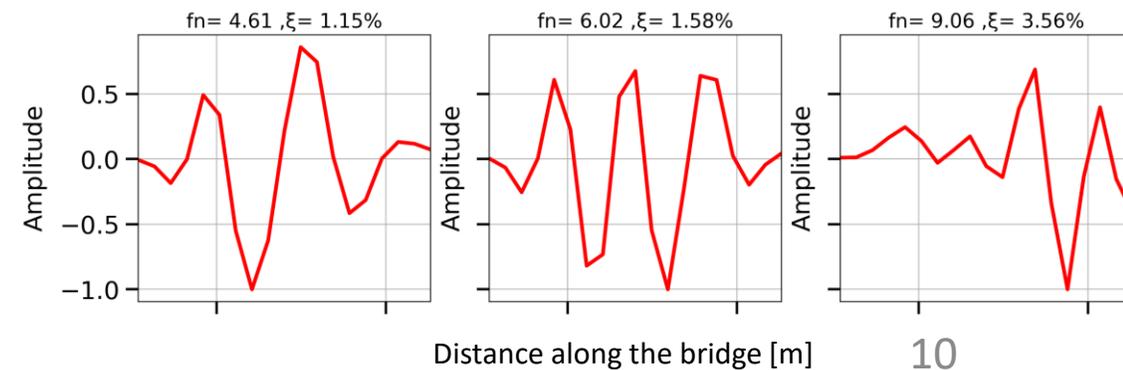
### Mesure de l'amortissement

#### Random Decrement Technique



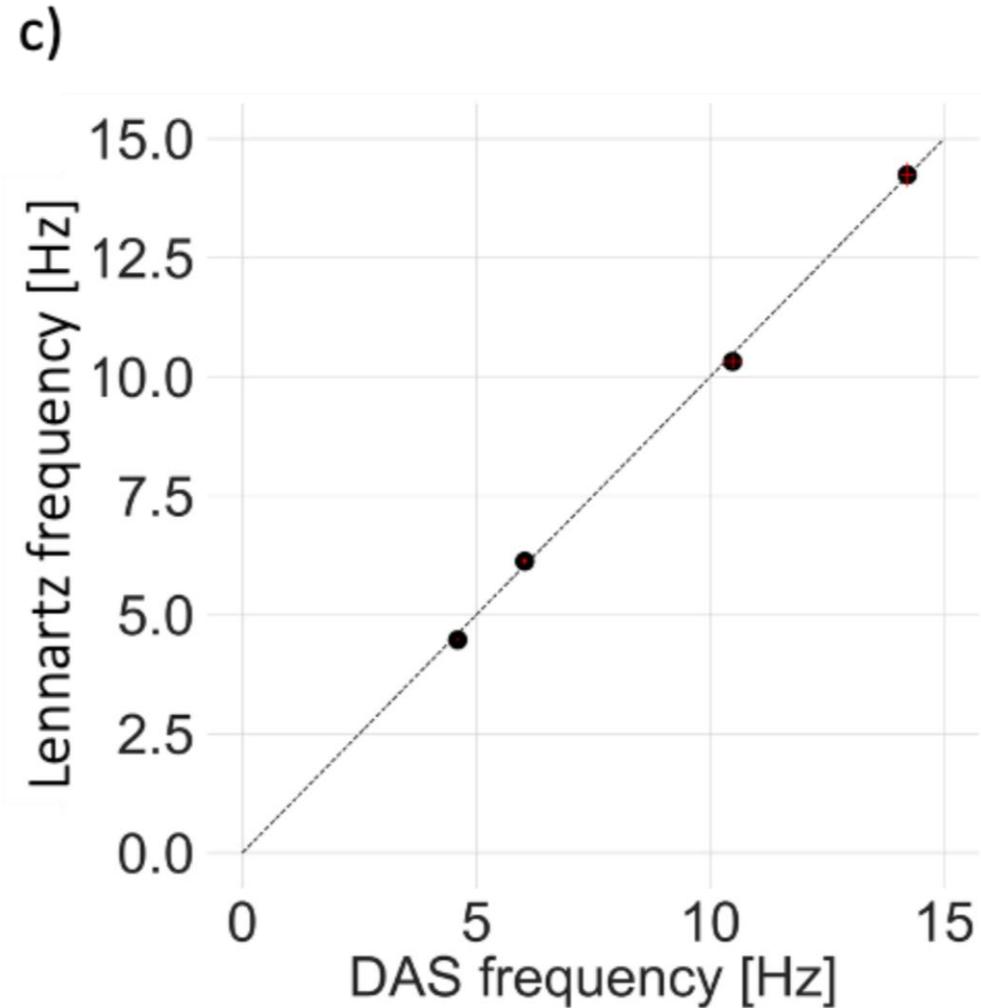
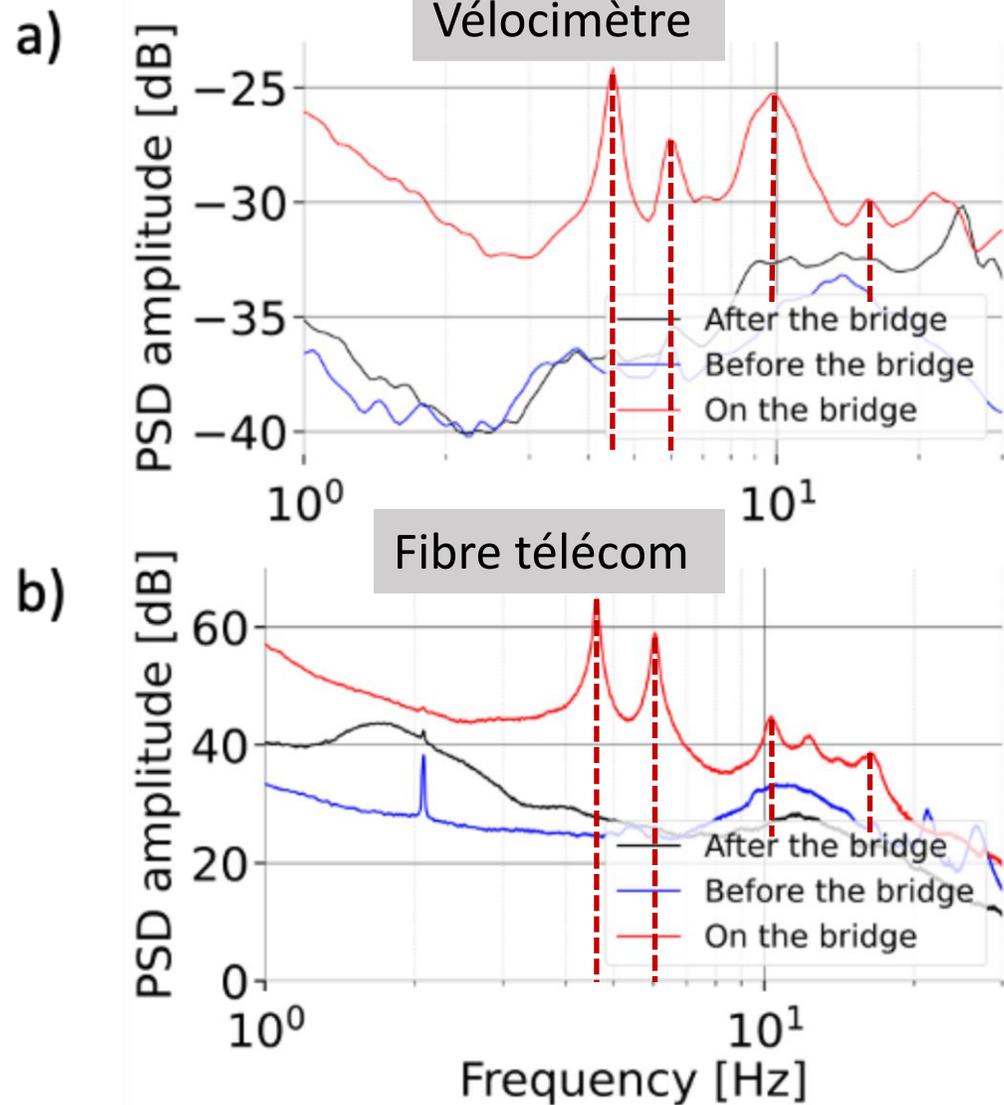
### Reconstruction des déformées modales

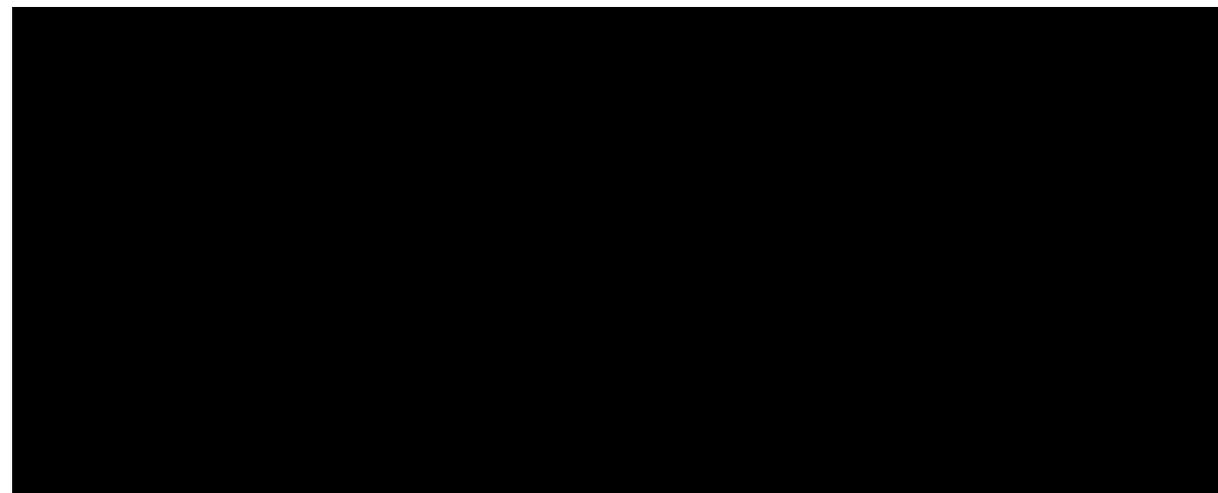
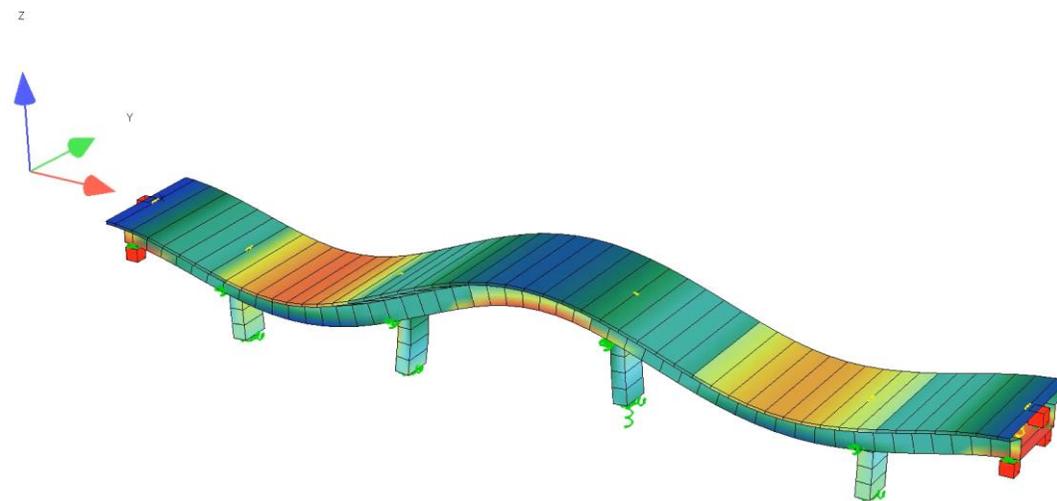
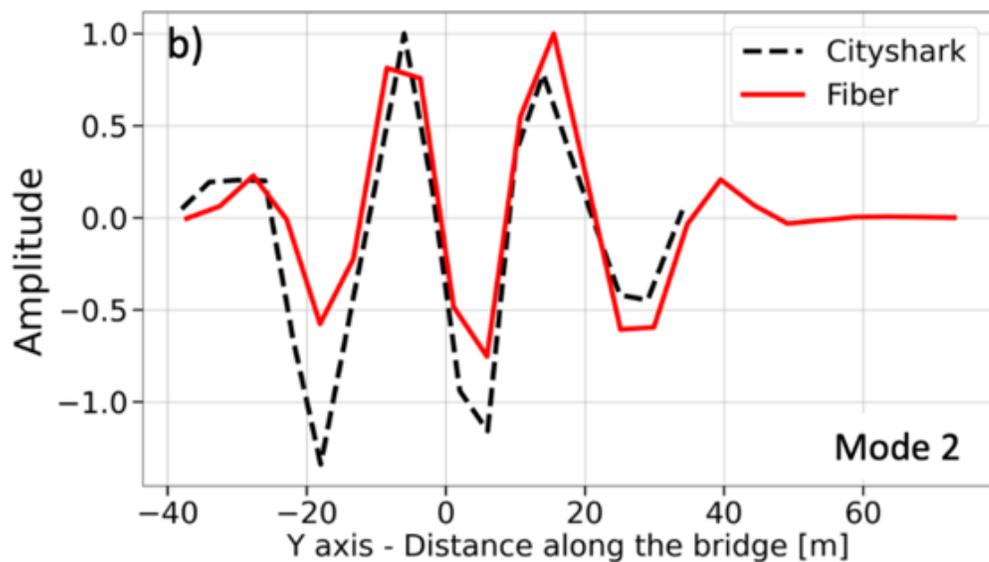
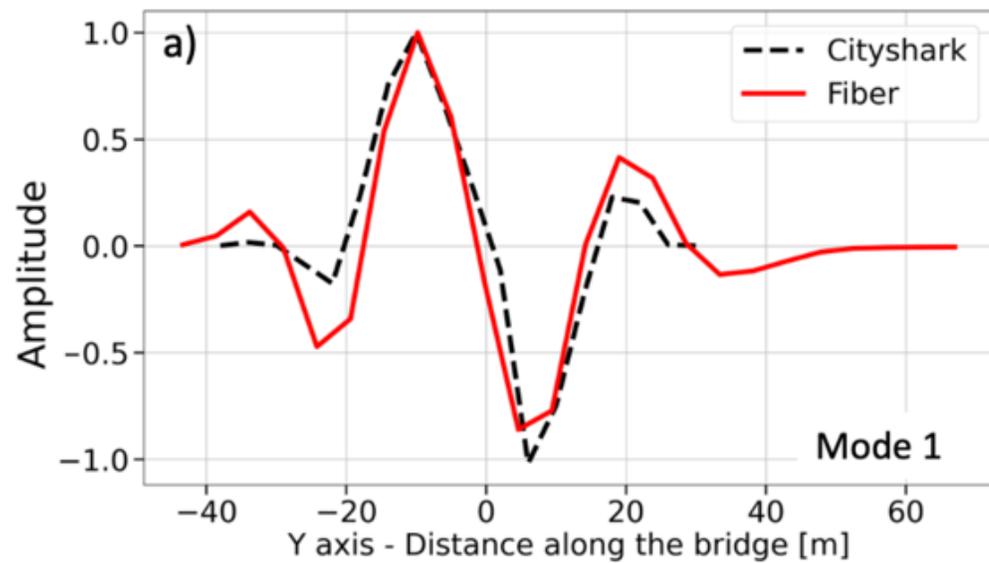
#### SSI-COV method





## ■ Comparaison fibre - vélocimètre



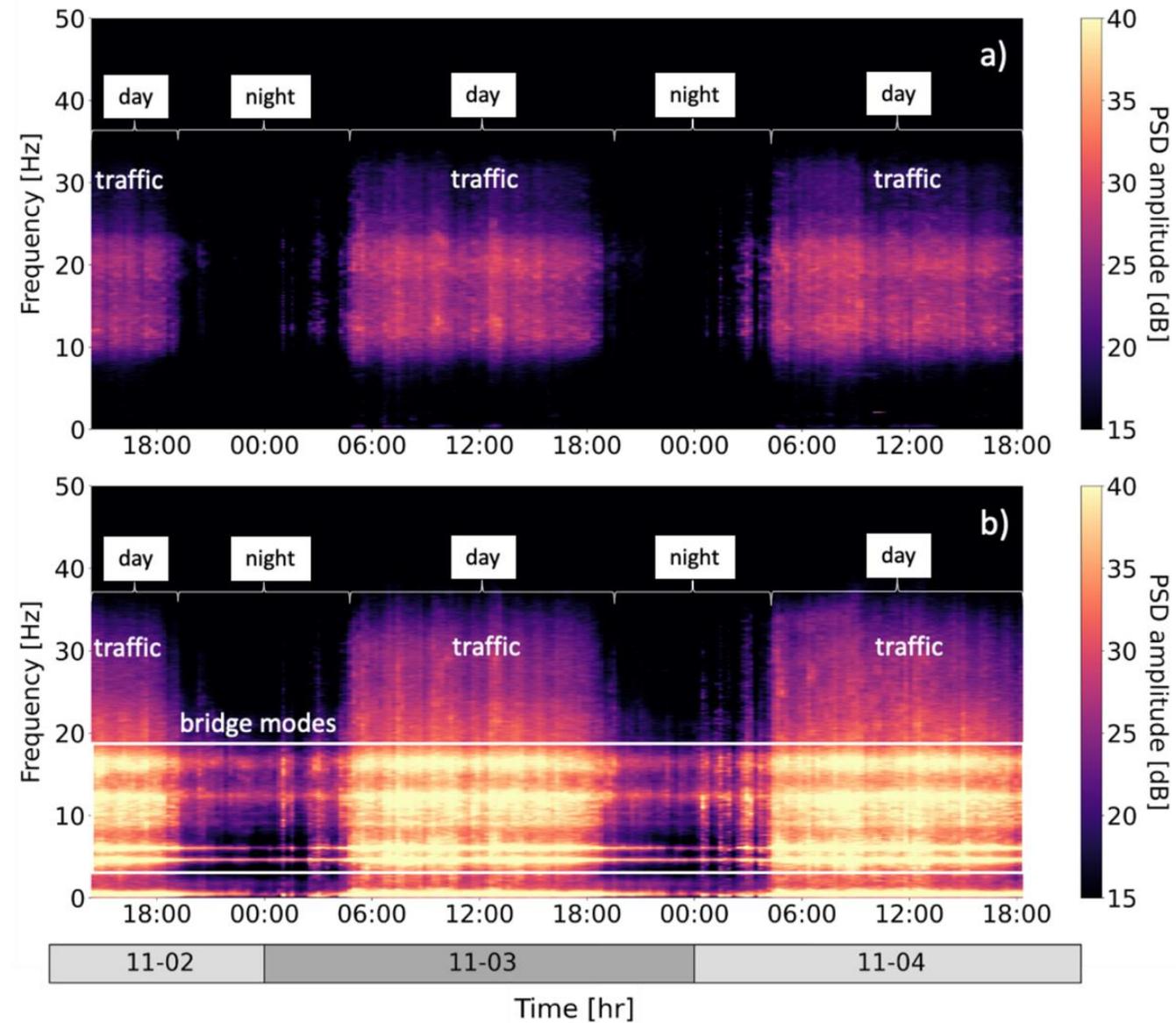




## ■ Monitoring

→ Cyclicité jour/nuit

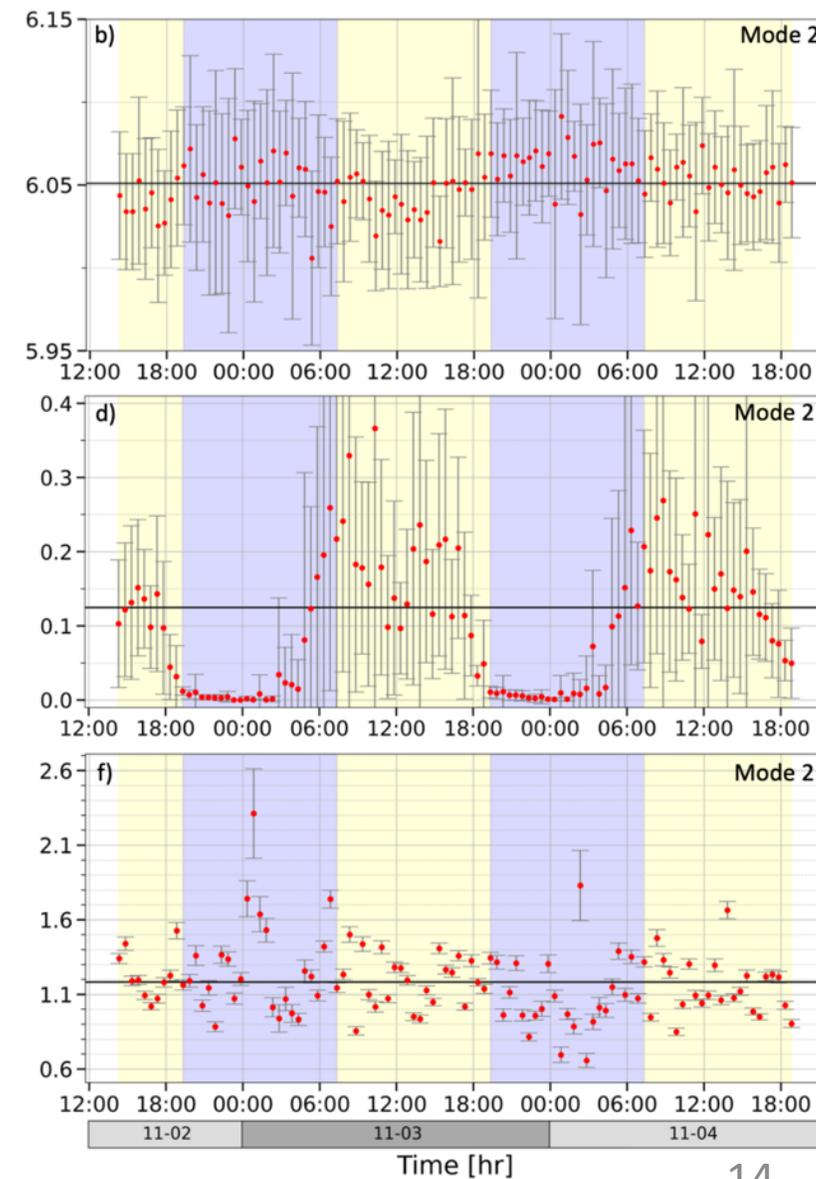
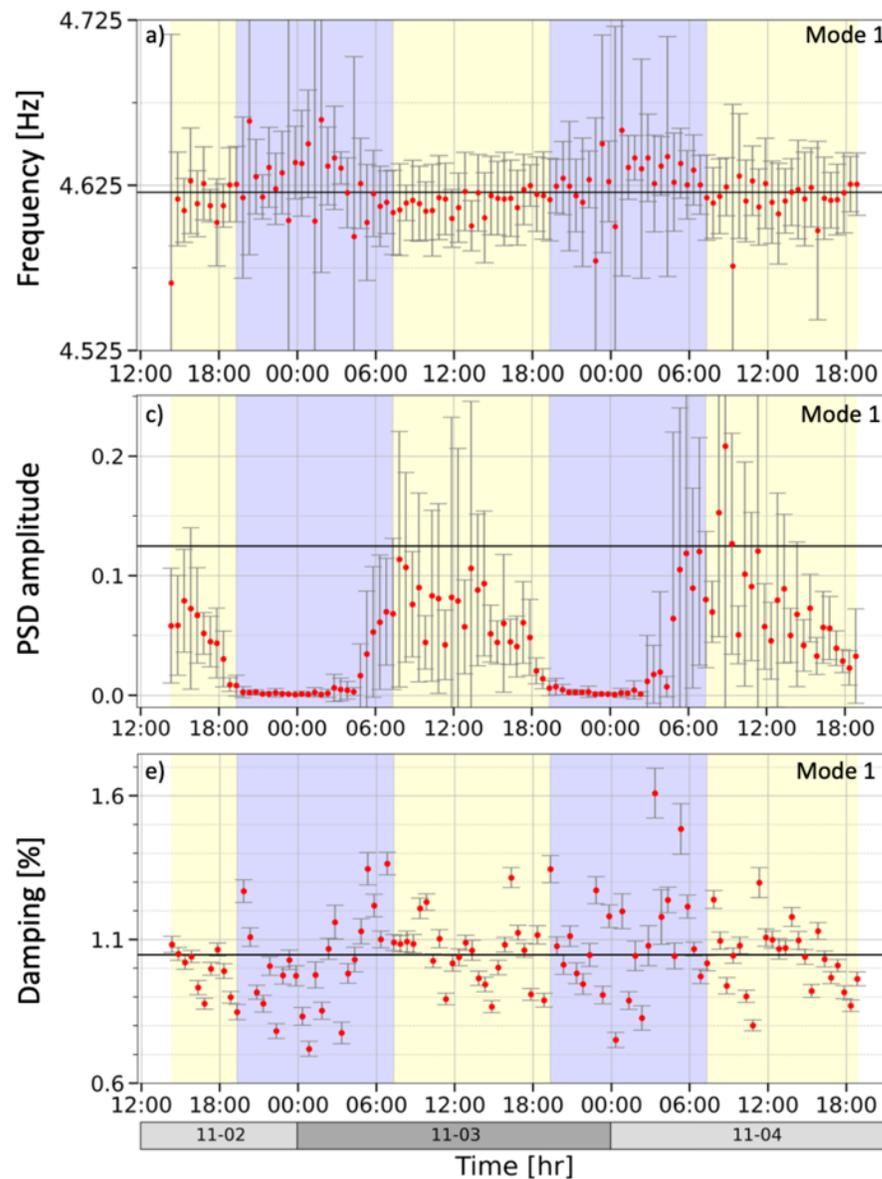
→ Réponse continue de la structure





→ Variations de fréquences des 2 premiers modes : 1.4 et 2.1%

→ Moins de dissipation d'énergie pendant la nuit





## 1. Variabilité des paramètres mesurés

- Différences entre mesures vélocimétriques et fibre télécom :

Name of the bridge	Telecom fiber				Velocimeter			
	ksi1 [%]	ksi2 [%]	fr1 [Hz]	fr2 [Hz]	ksi1 [%]	ksi2 [%]	fr1 [Hz]	fr2 [Hz]
Bridge 1 (Paisy)	1.07	1.22	4.61	6.02	1.04	1.13	4.56	5.99
Bridge 2 (A6)	1.54	1.78	3.54	4.50	-	-	-	-
Bridge 3 (Saône)	2.03	1.21	4.10	6.11	1.99	1.17	4.10	6.13
Bridge 4 (Rhône)	1.08	3.78	1.19	2.03	-	-	-	-
Bridge 5 (Rail)	2.27	1.97	2.86	3.89	-	-	-	-

Amortissement – **0.09% max**

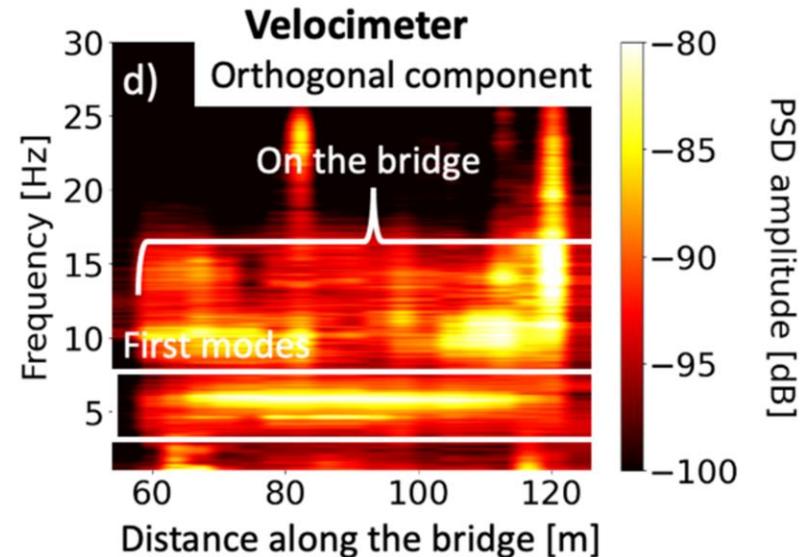
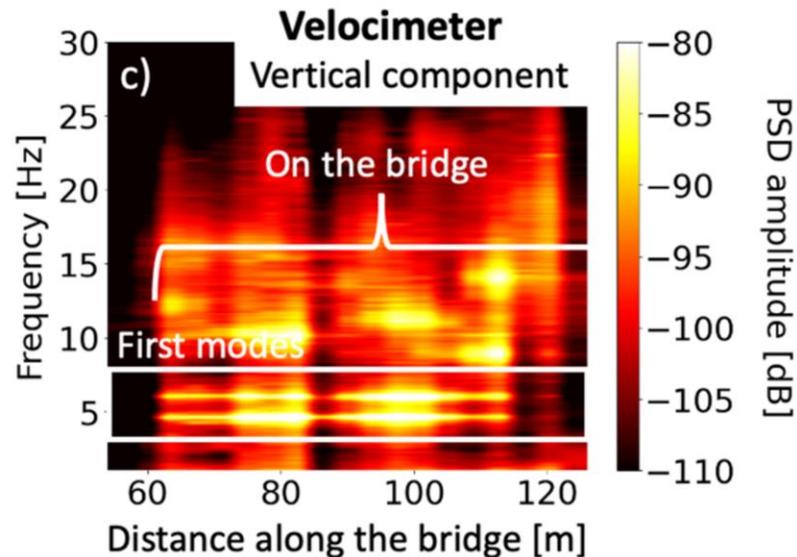
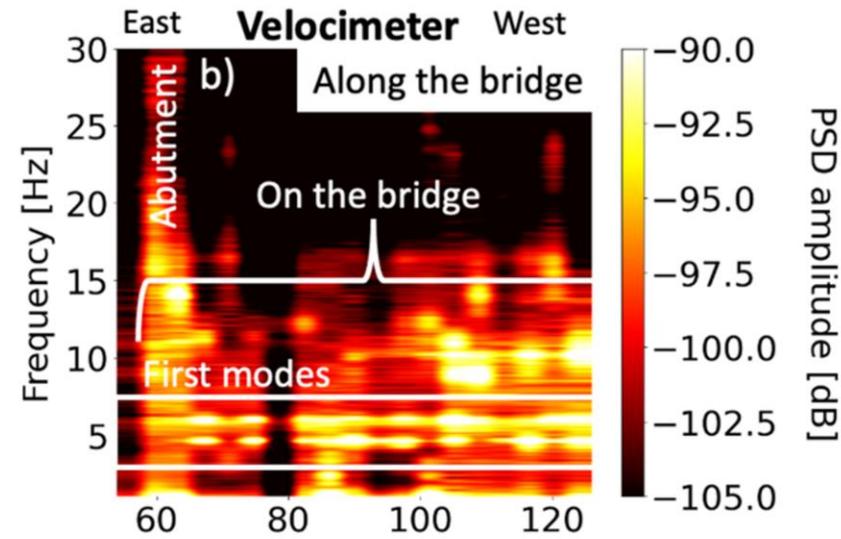
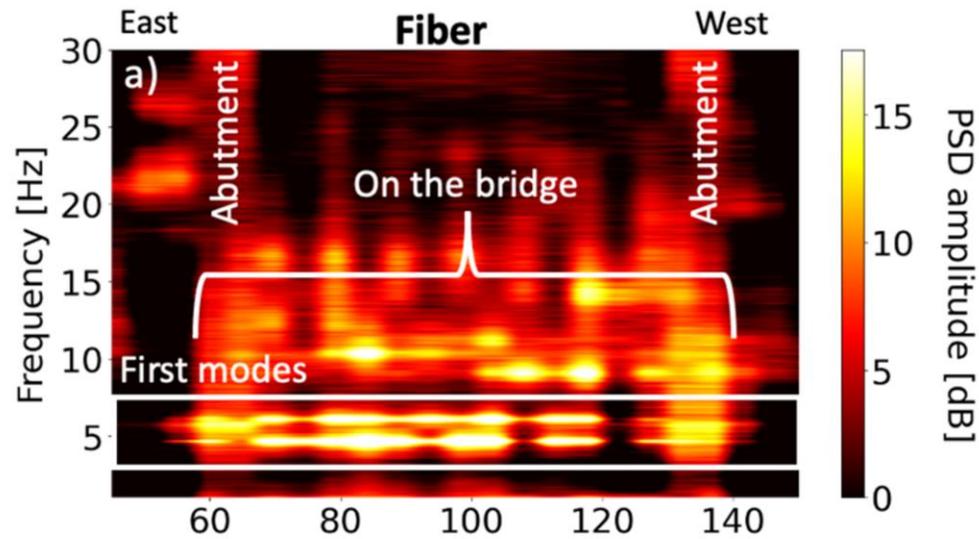
Fréquences – **0.05Hz max**

- Effets de températures :

Variations de fréquence cohérentes compte tenu des températures de Novembre 2021  
[Peeters & De Roeck, 2001]



## 2. Reconstruction des modes de déformations



### 3. Conclusion

01

Obtenir des cartes de déformation d'une structure **sans avoir à déployer de multiples capteurs synchronisés**

02

Suivre des paramètres dynamiques et les déformations sous trafic de **plusieurs ponts répartis dans l'espace**

03

Reconstituer les modes de déformation 3D des structures

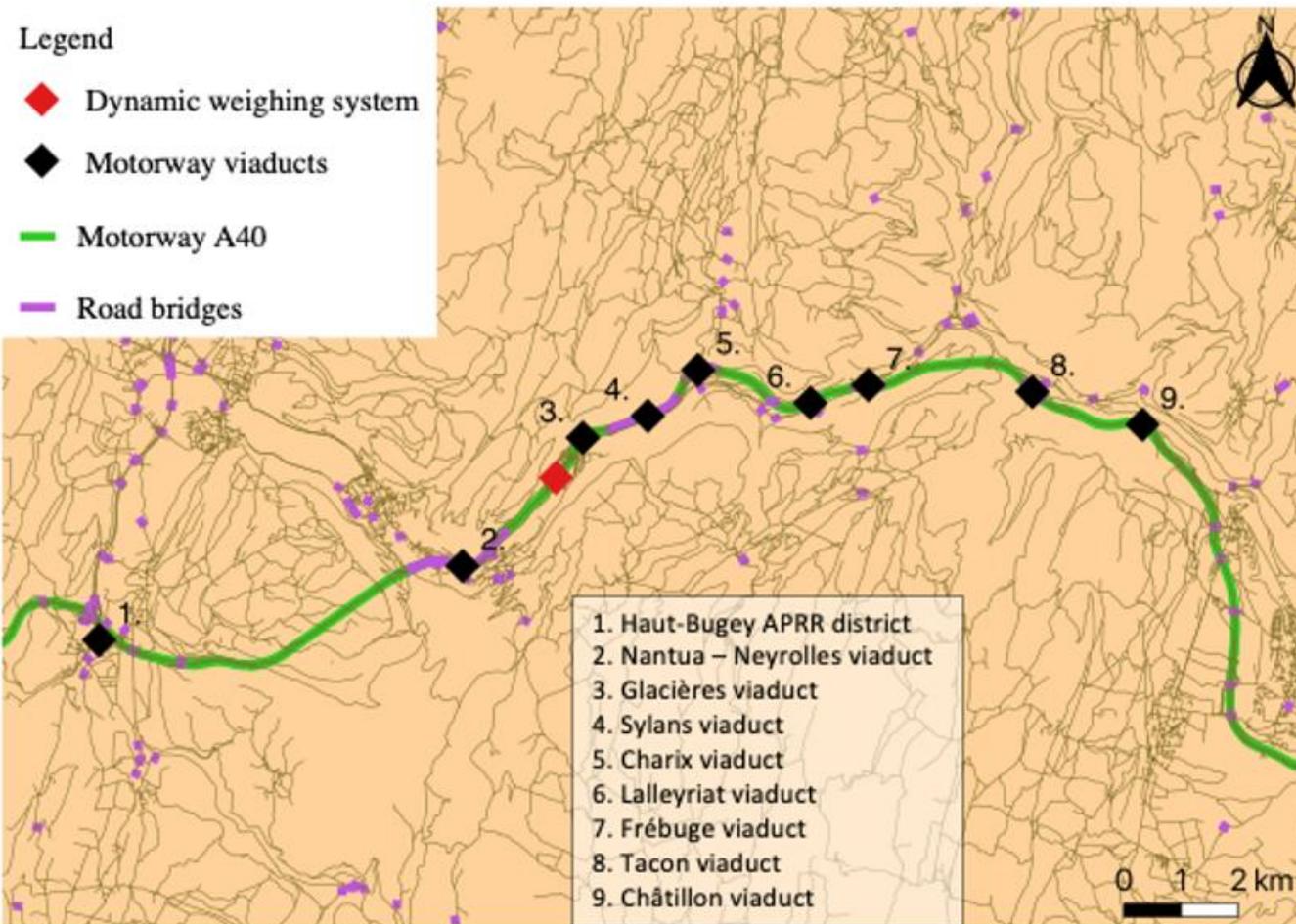




# 4. Perspectives – Sollicitations sous trafic

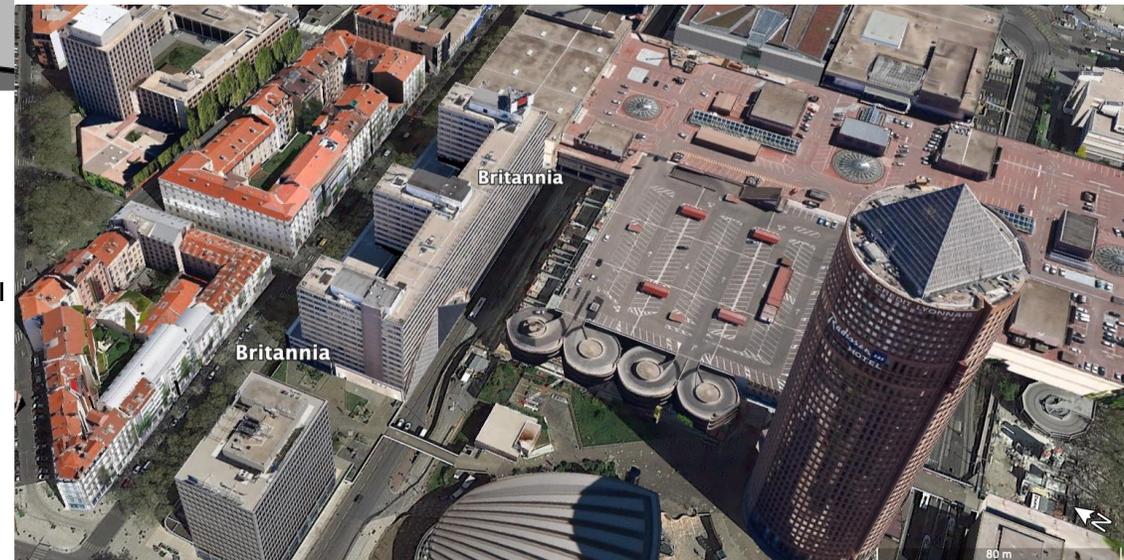
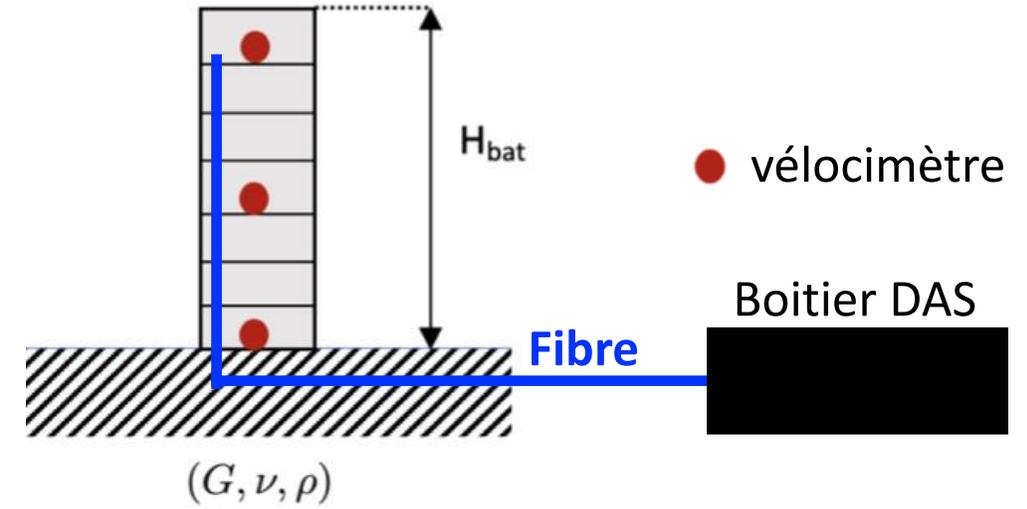
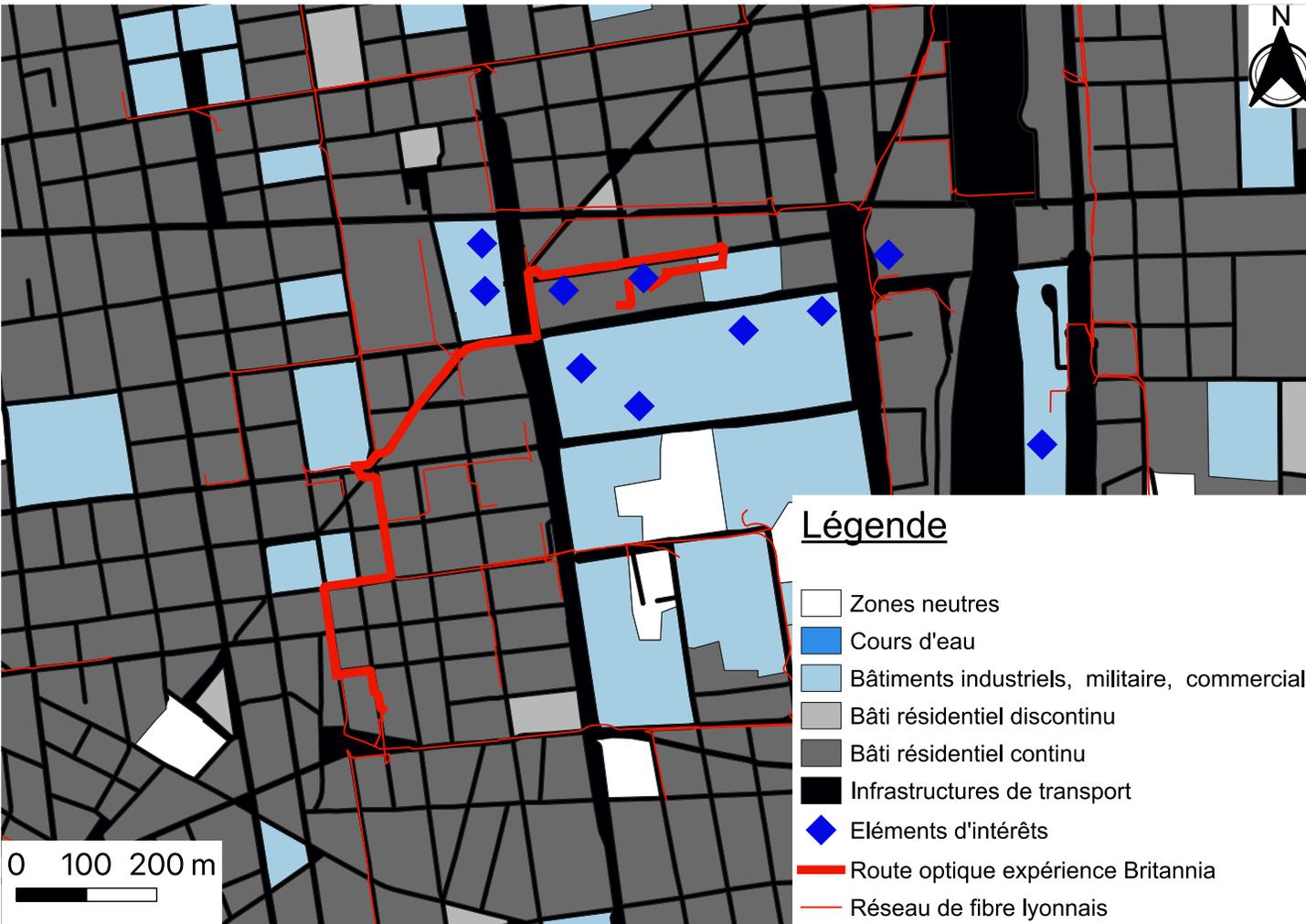


Autoroutes A40 et A49  
2023, 2024 - 3 jours





## 4. Perspectives – Bâtiments



# Suivi du comportement dynamique des ponts par fibre optique télécom



SHM-france

## 7<sup>ème</sup> JOURNEE NATIONALE CONTROLE SANTE ET MONITORING DES STRUCTURES

mail :

[julie.rodet@ens-lyon.org](mailto:julie.rodet@ens-lyon.org)

Merci pour votre attention

