



Analyse de champs par vibrométrie laser sur un assemblage boulonné



Pauline Butaud
Gaël Chevallier



Objectif : contrôle vibratoire

Solutions viscoélastiques

Paulstra Vibrachoc



Butaud et al.



Solutions actives

Collet et al.



Tateo et al.



Assemblages boulonnés



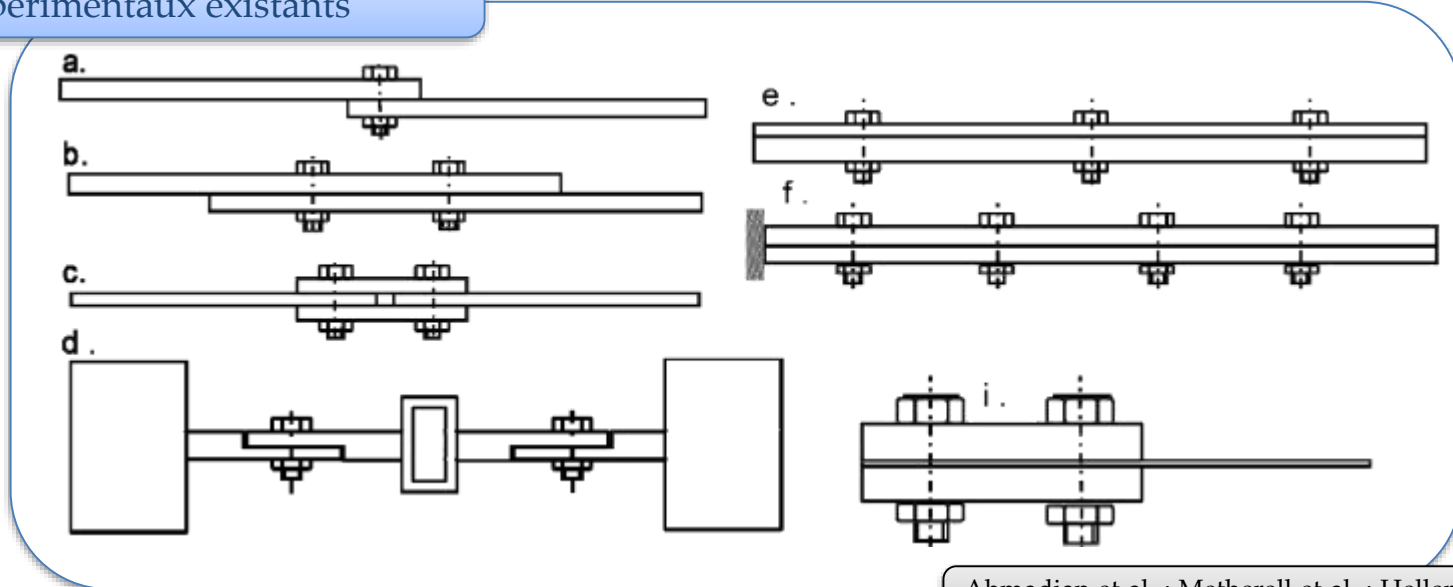
amortissements par frottement,
dissipation dans les liaisons

Solution passive
Viable en environnement thermique difficile





Lapjoint : plusieurs dispositifs expérimentaux existants



Ahmadian et al. ; Metherell et al. ; Heller et.al. Song et al. ; Goodman et al. ; Nanda et al. ; Dion et al.

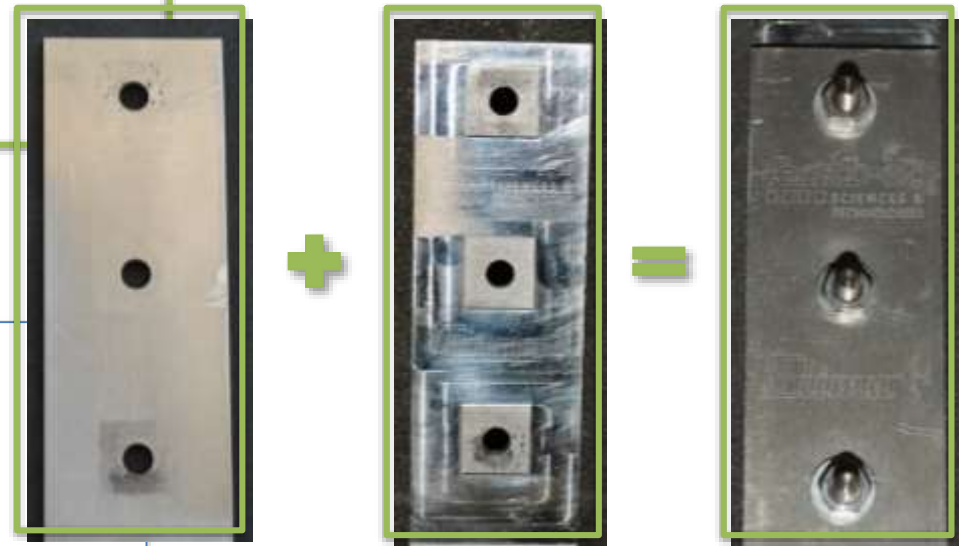
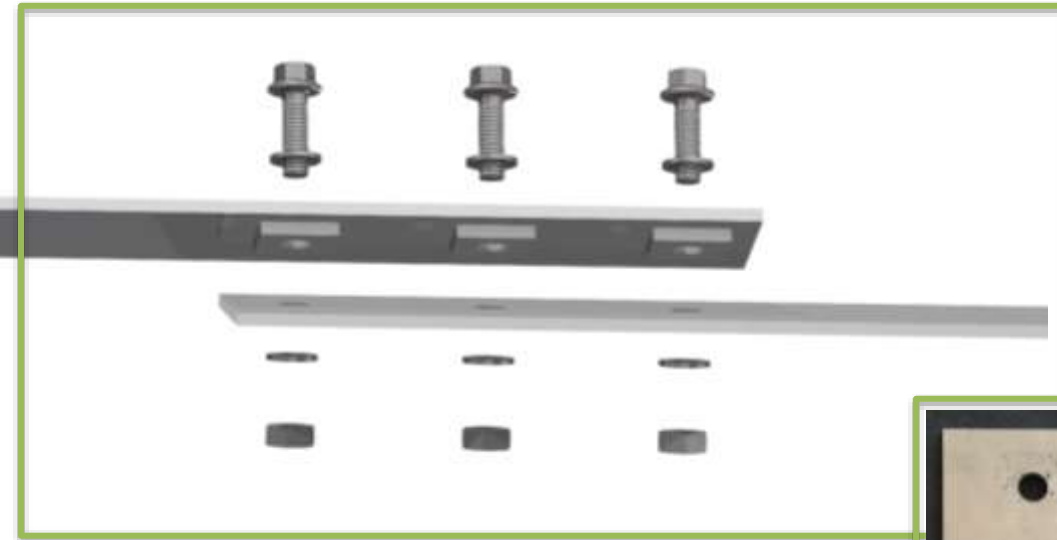
Objectifs

Mettre en évidence / prédire l'amortissement vibratoire généré par frottement sec

Difficultés

- Définition de la zone de contact
- Défauts géométriques dans le contact
- Comportement non-linéaire / amplitude

Choix du design

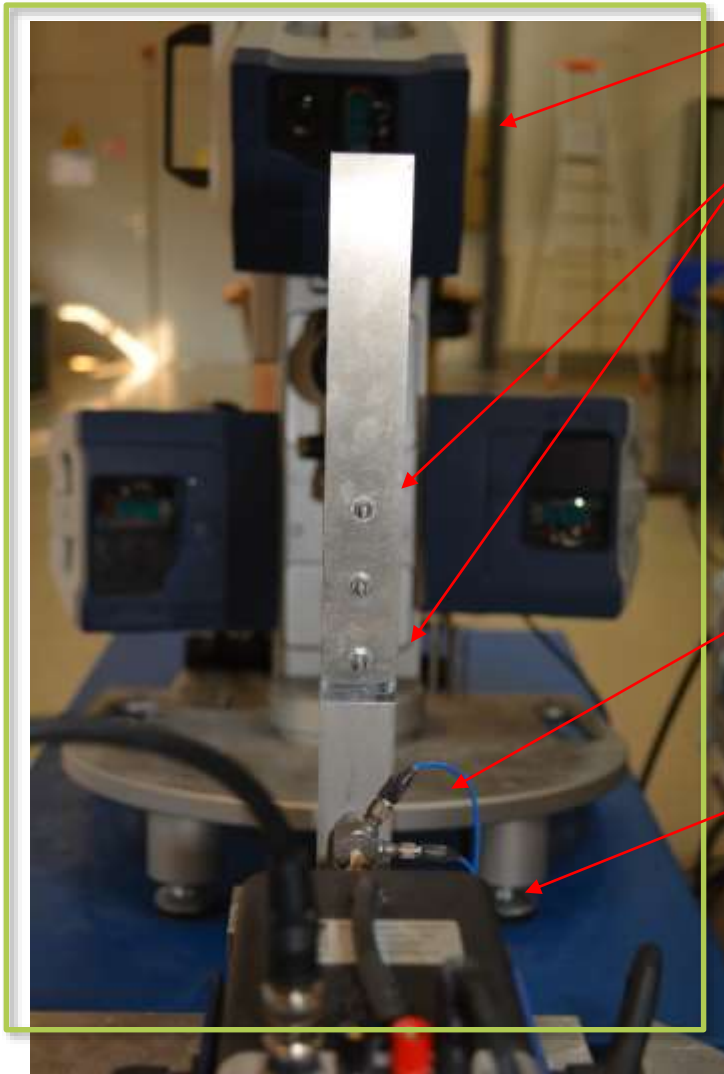


- localisation du contact
- zone de contact conformable
- rigidité et amortissement : 3 boulons
 - une centrale pour la rigidité
 - deux externes pour la dissipation d'énergie

Étude du comportement non-linéaire / amplitude et au serrage

- Contexte
- **Corrélation calculs/essais**
- Mesures de champs : asservissement, non-linéarités, déformations
- Conclusions et perspectives

Montage expérimental



vibromètre 3D

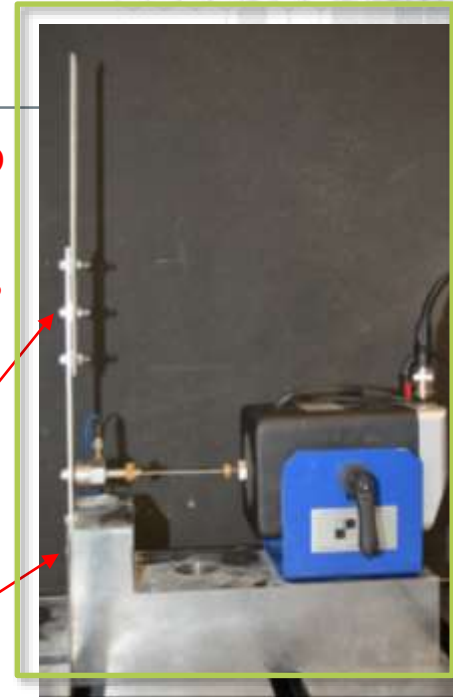
vis extérieures

vis centrale

encastrement

tête d'impédance

pot vibrant



Types d'excitation

- harmonique
- bruit blanc

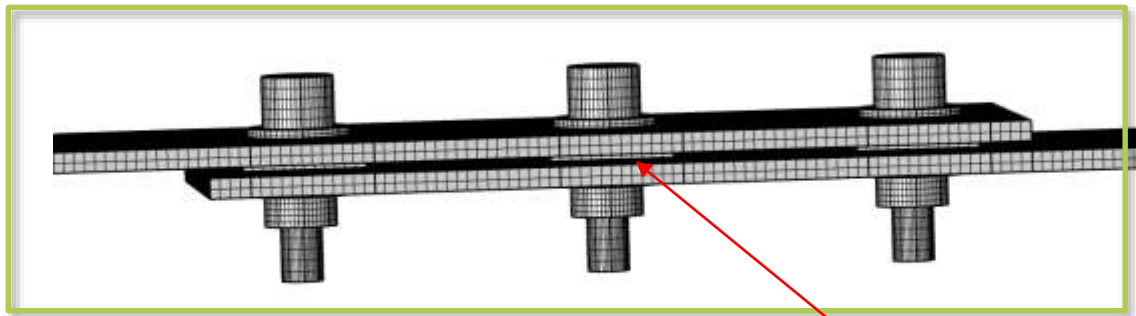
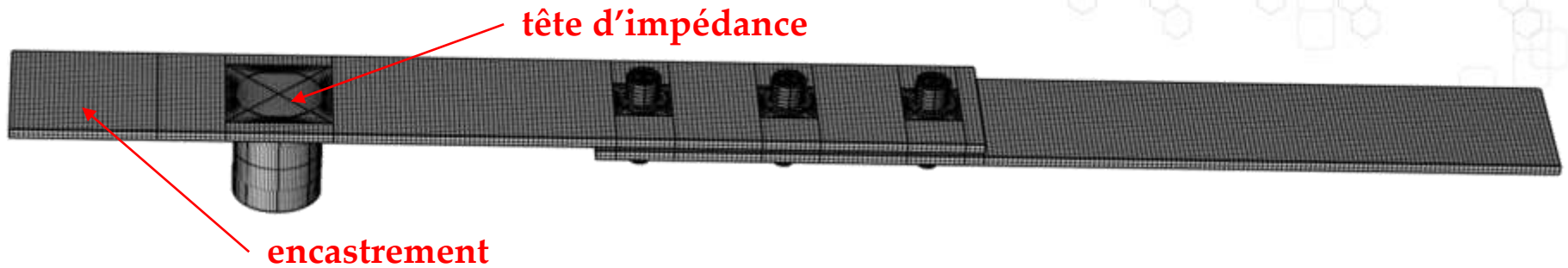
Variables

- amplitude d'excitation
- couple de serrage

Mesure de champs vibromètre 3D (Polytec PSV-500)



Simulations numériques

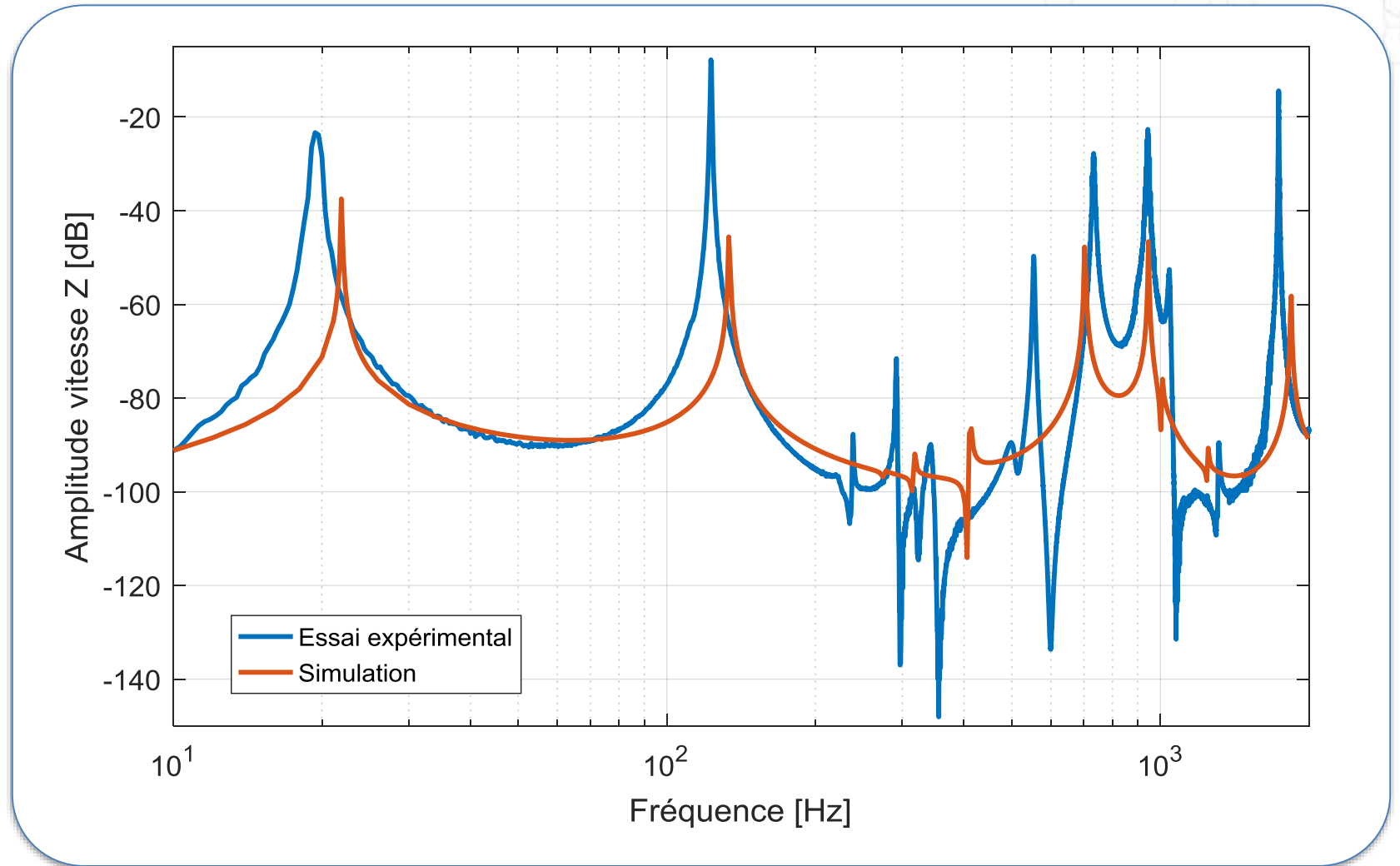


zone de contact

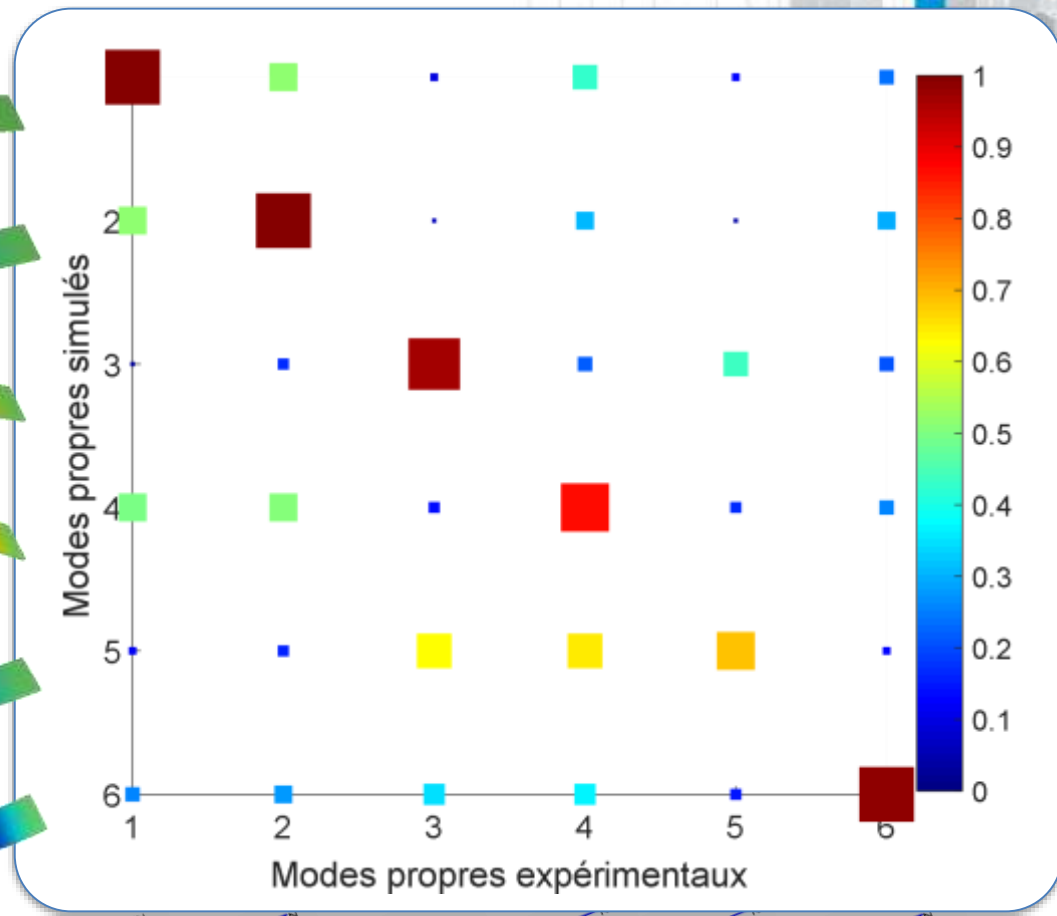
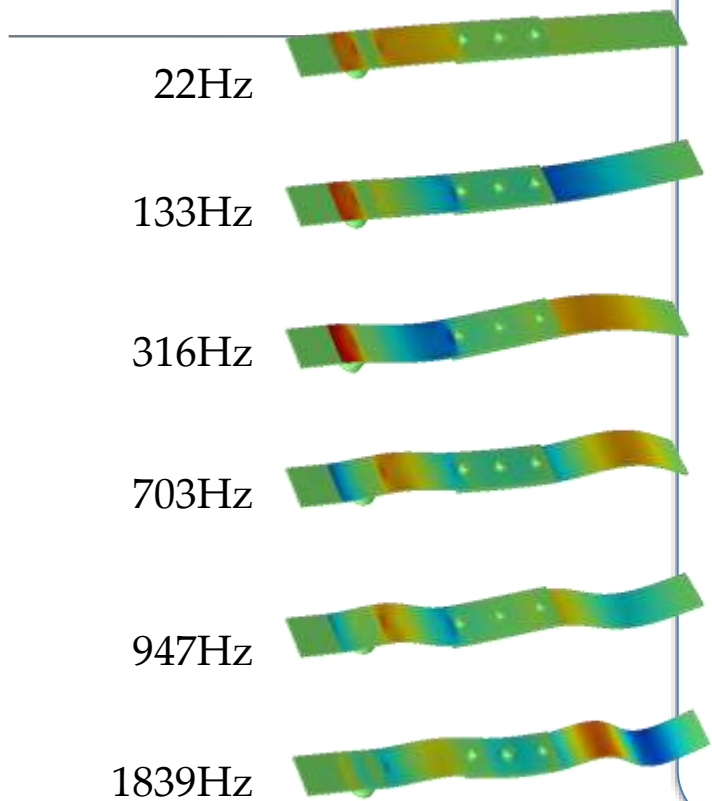
Comsol Multiphysics 5.2

- DDLs: 1 million
- Elements hexaédrique
- Réponse modale / direct
- **Assemblage parfait**



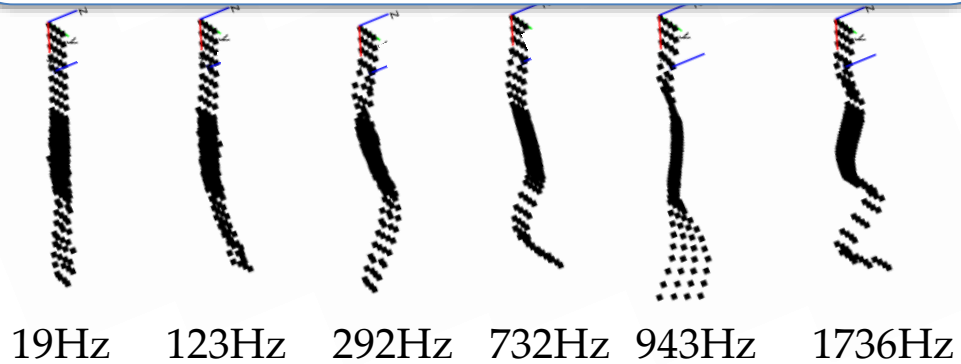


Corrélation calculs/essais



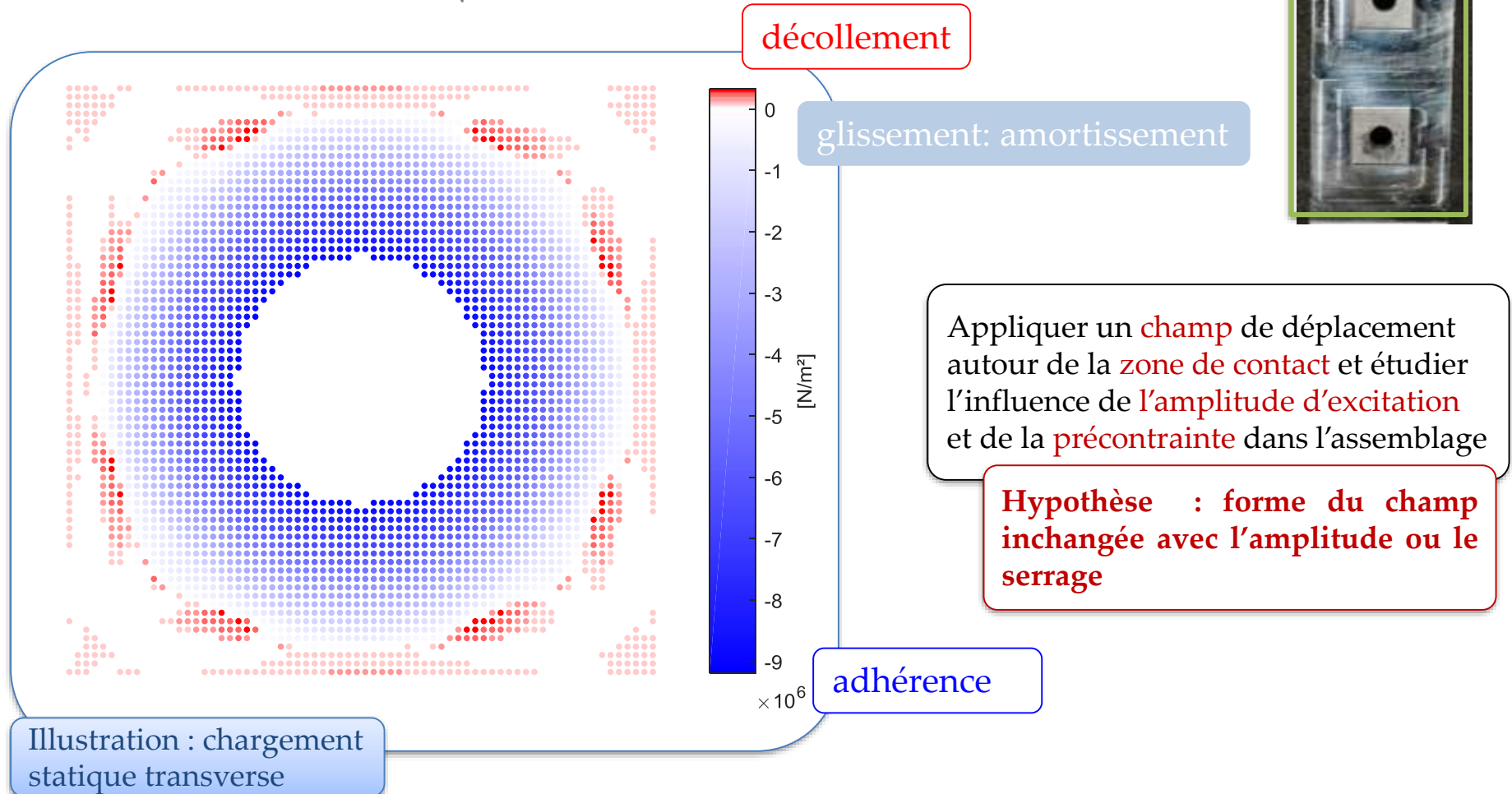
Simulation

Expérimental



Simulation à venir...

$$\text{Critère de frottement : } \sqrt{\sigma_{xz}^2 + \sigma_{yz}^2} - \mu\sigma_{zz}$$



Appliquer un **champ** de déplacement autour de la **zone de contact** et étudier l'influence de l'**amplitude d'excitation** et de la **précontrainte** dans l'assemblage

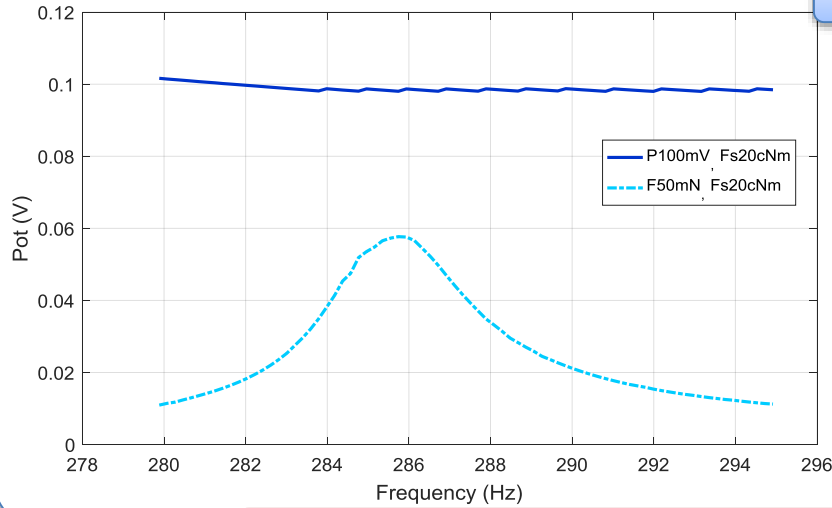
Hypothèse : forme du champ inchangée avec l'amplitude ou le serrage

- Contexte
- Corrélation calculs/essais
- Mesures de champs : asservissement, non-linéarités, déformations
- Conclusions et perspectives

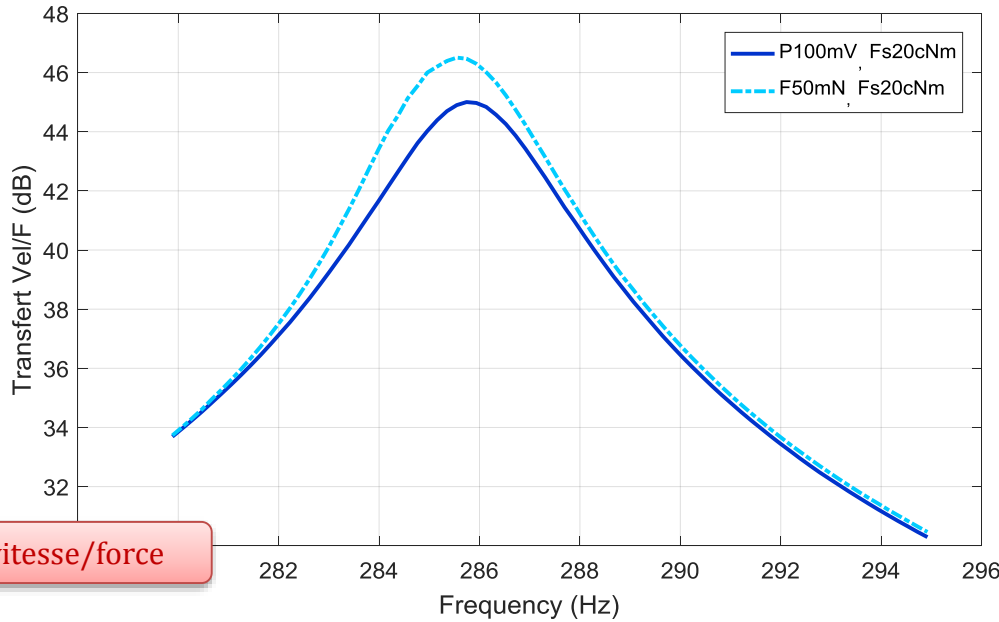
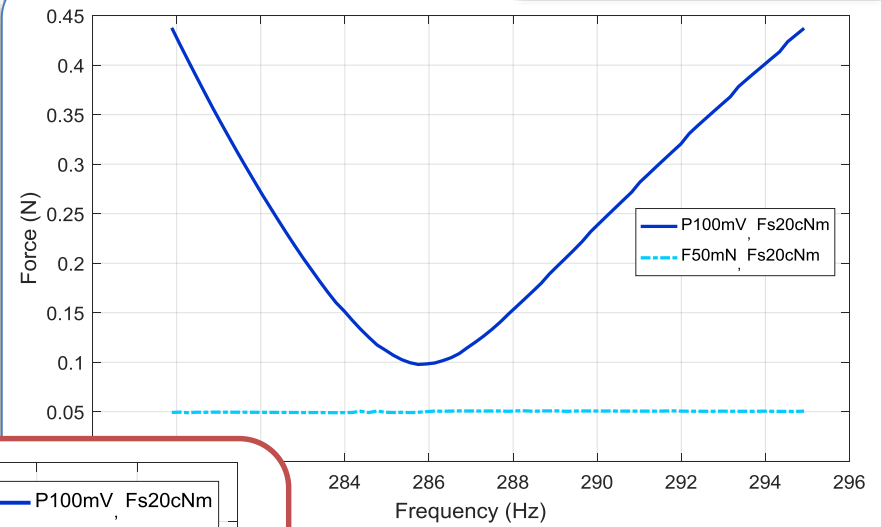
Pourquoi asservir ?



Signal pot vibrant



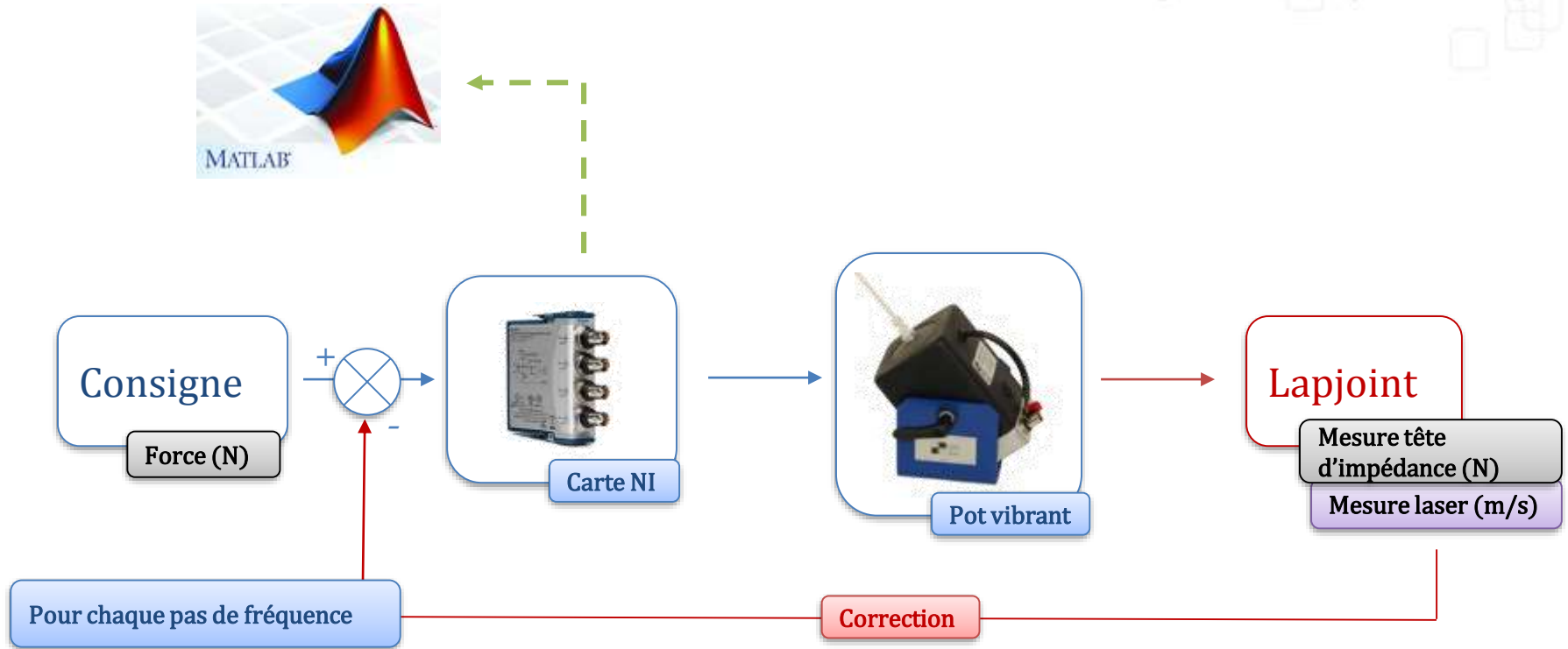
Signal capteur de force



FRF vitesse/force

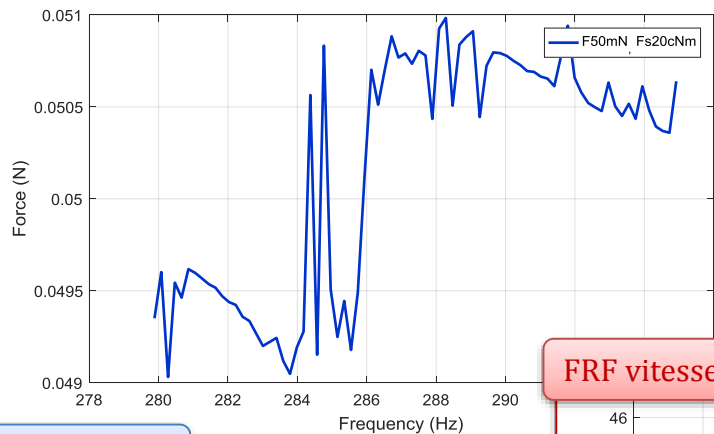


Synoptique de l'asservissement

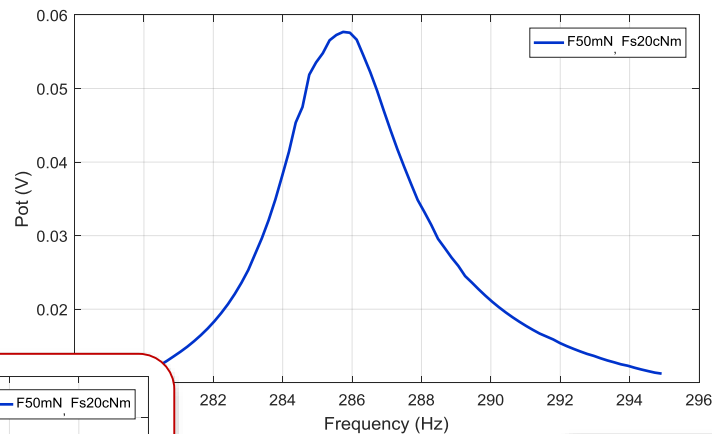


- Excitation step sinus, fréquence par fréquence
- Mesure laser en un seul point

Asservissement fonctionnement (20cNm, 50mN)

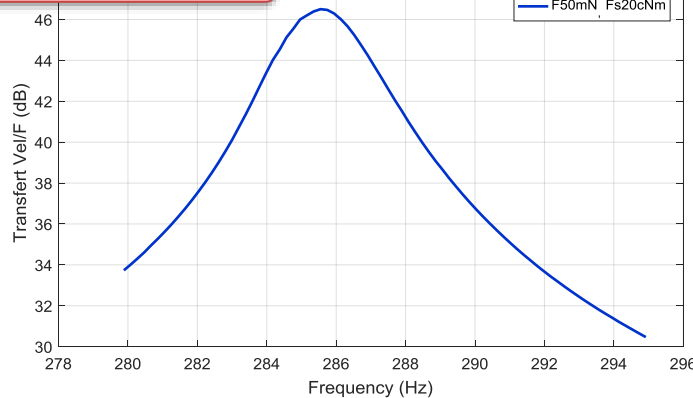


Signal force

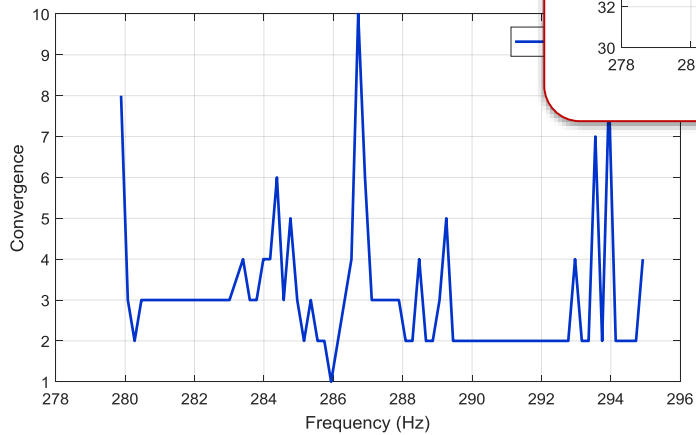


Signal pot

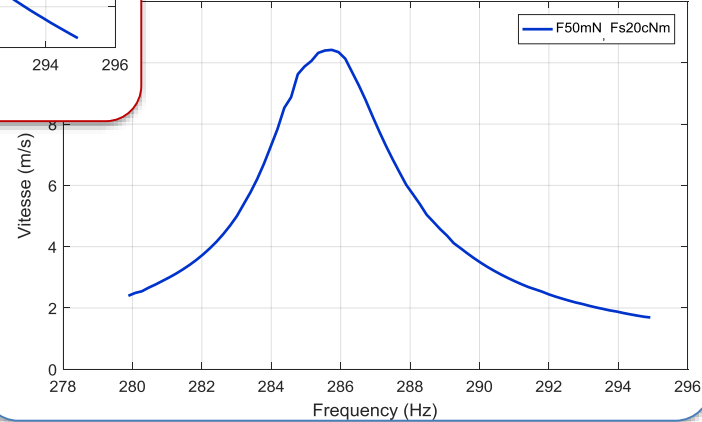
FRF vitesse/force



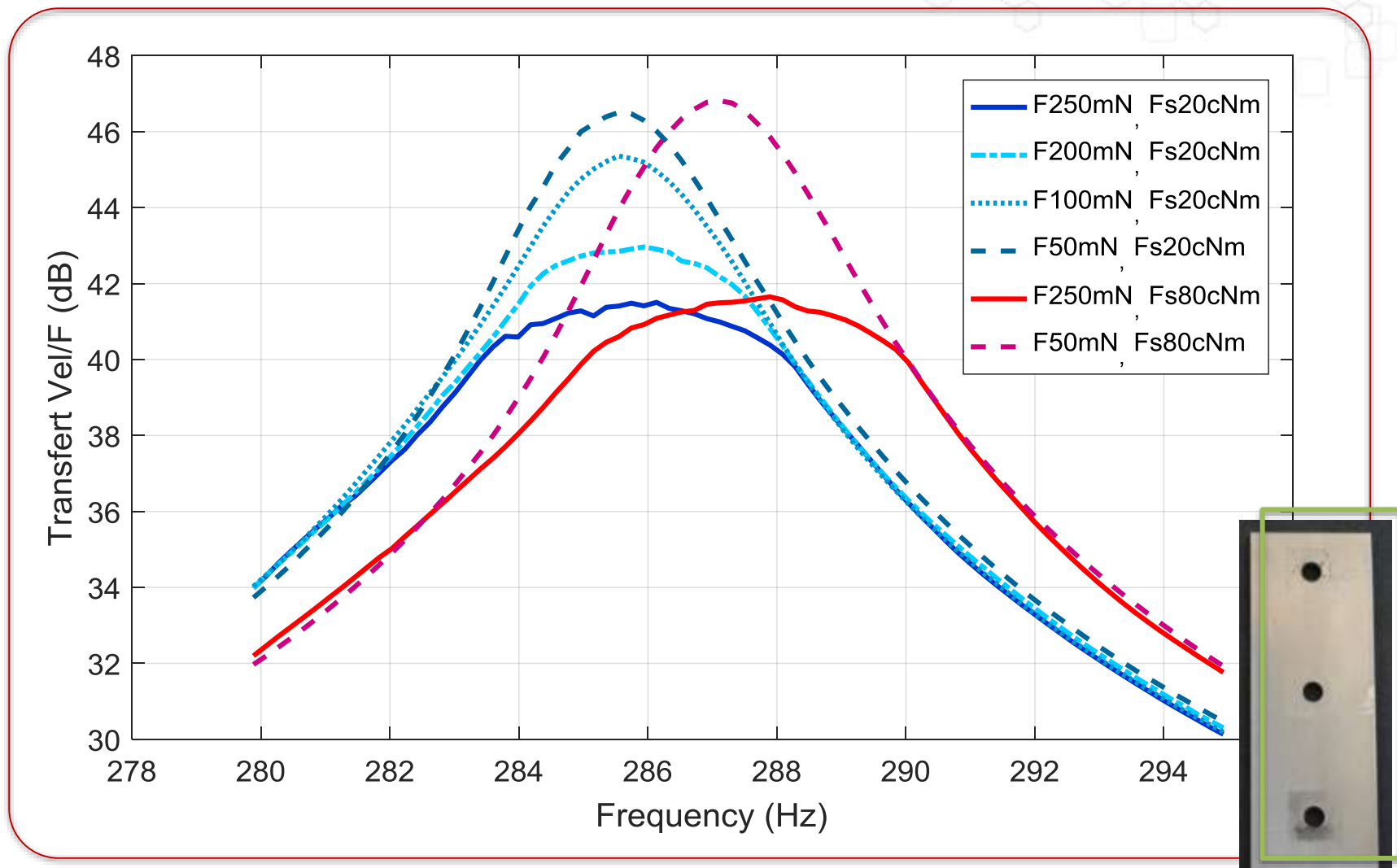
Convergence



Signal laser

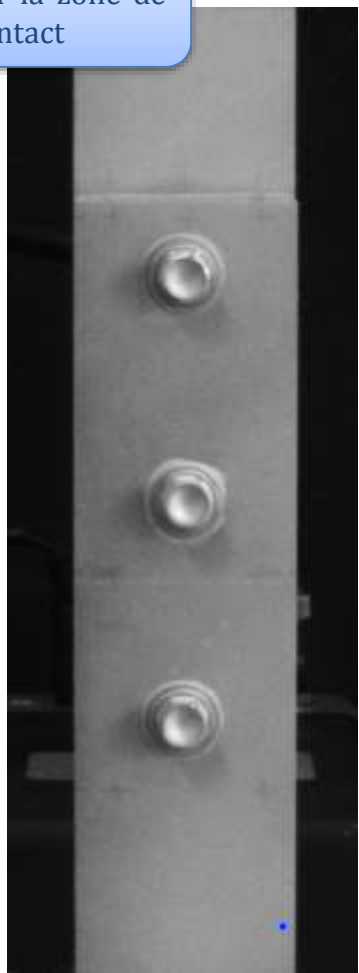


Influence du serrage / de l'amplitude : non-linéarité de l'assemblage

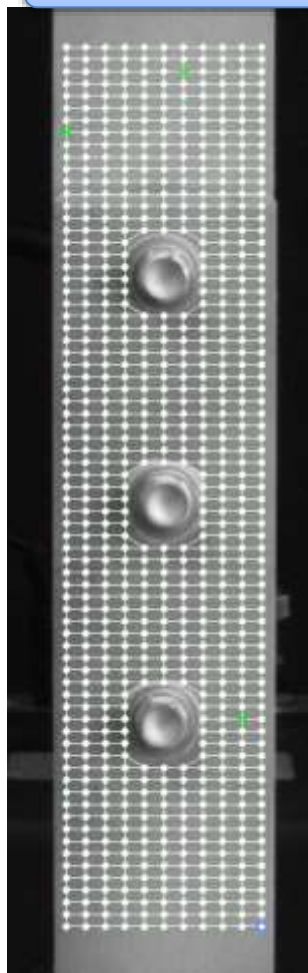


Mesure champs de déformation : mise en place des essais

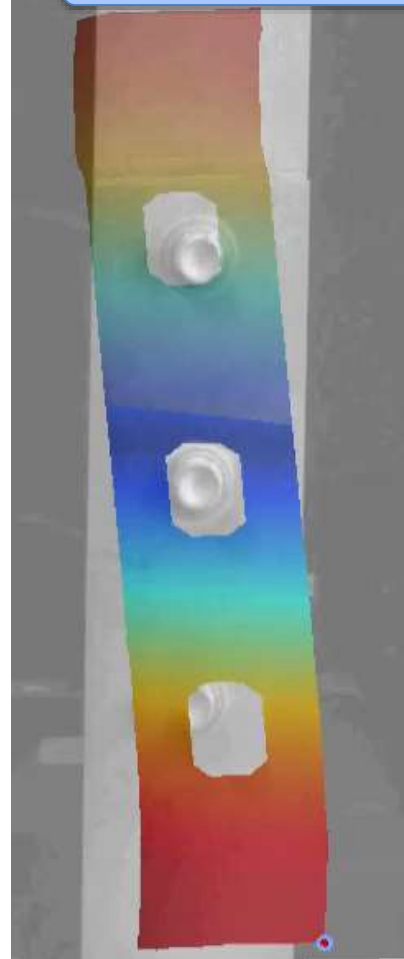
Concentration sur la zone de contact



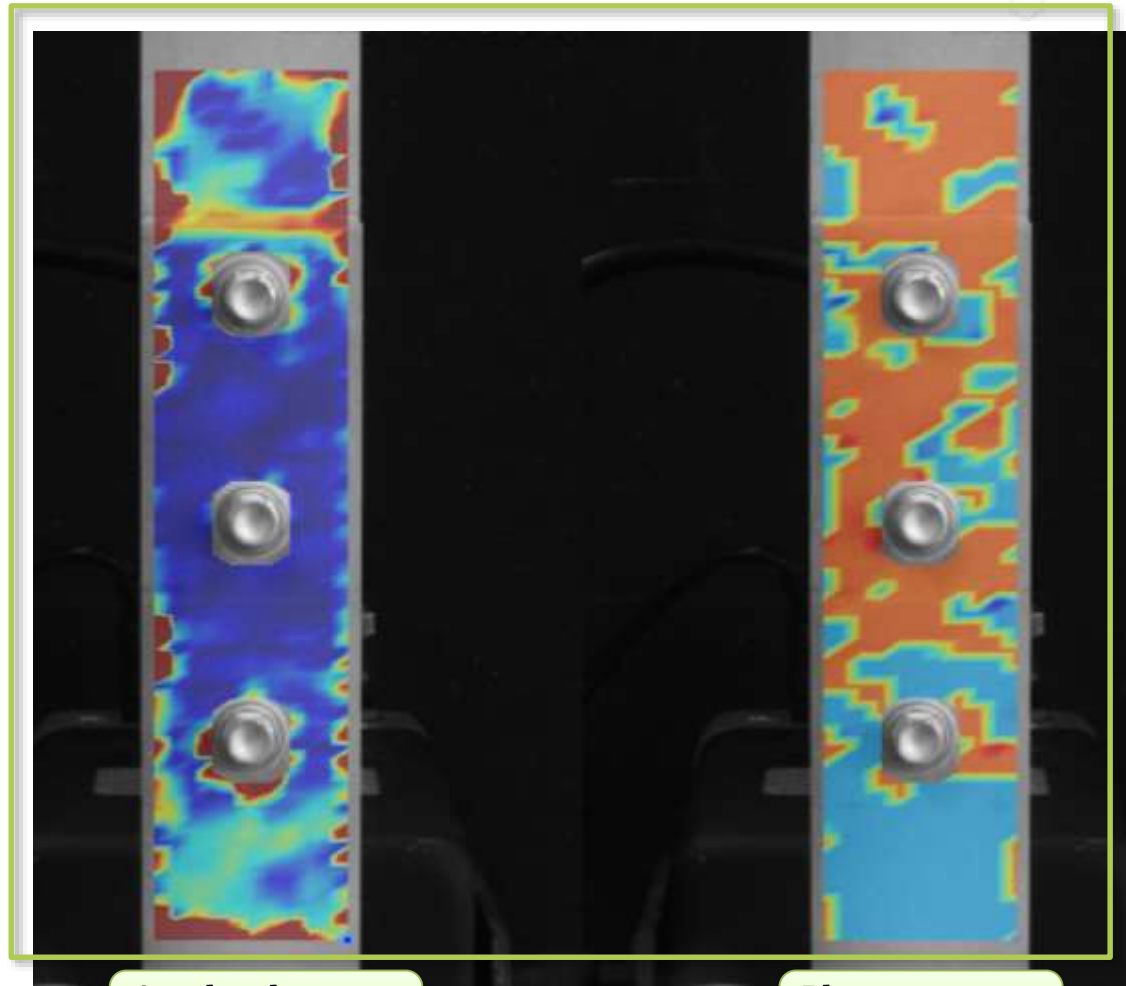
Maillage fin (~1mm)



Champ de déplacement Z



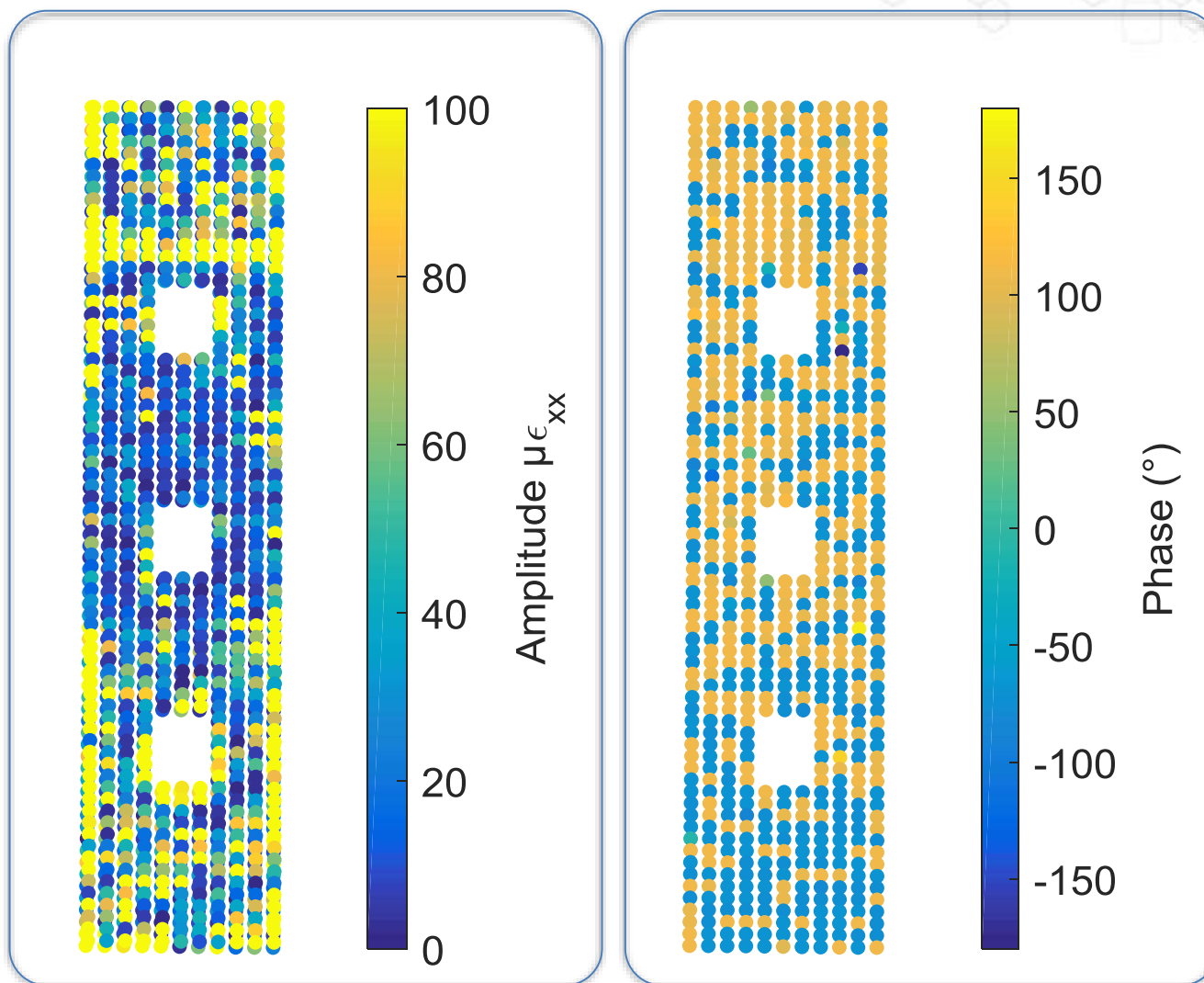
Champ de déformation post-traitement Polytec



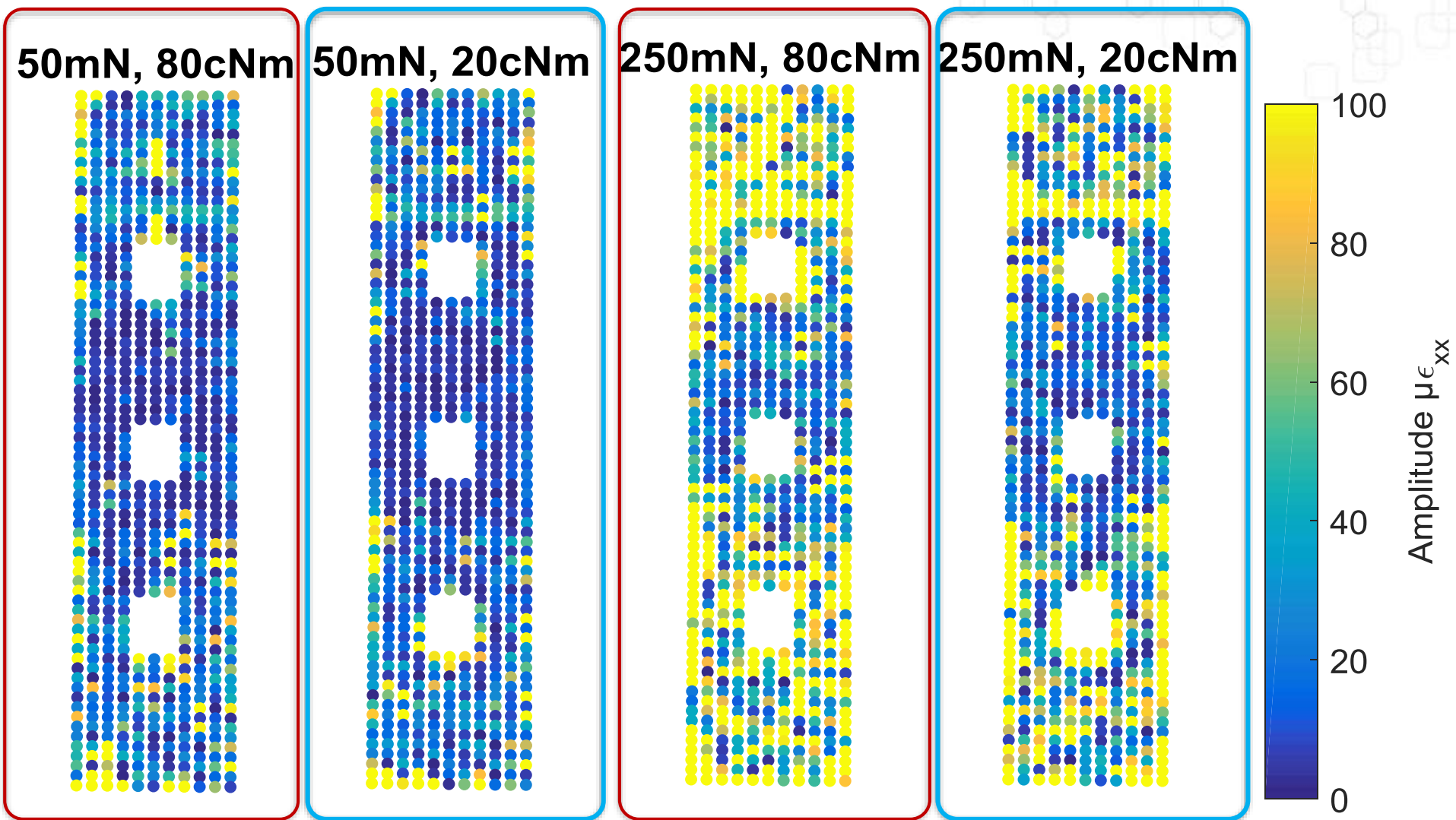
Amplitude
(0-40 μ Epsilon)

Phase
(-180° - 180°)

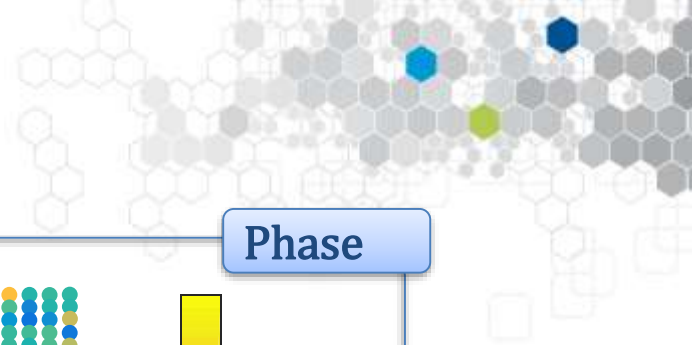
Champs de déformation dans la zone de contact (50mN, 20cNm)



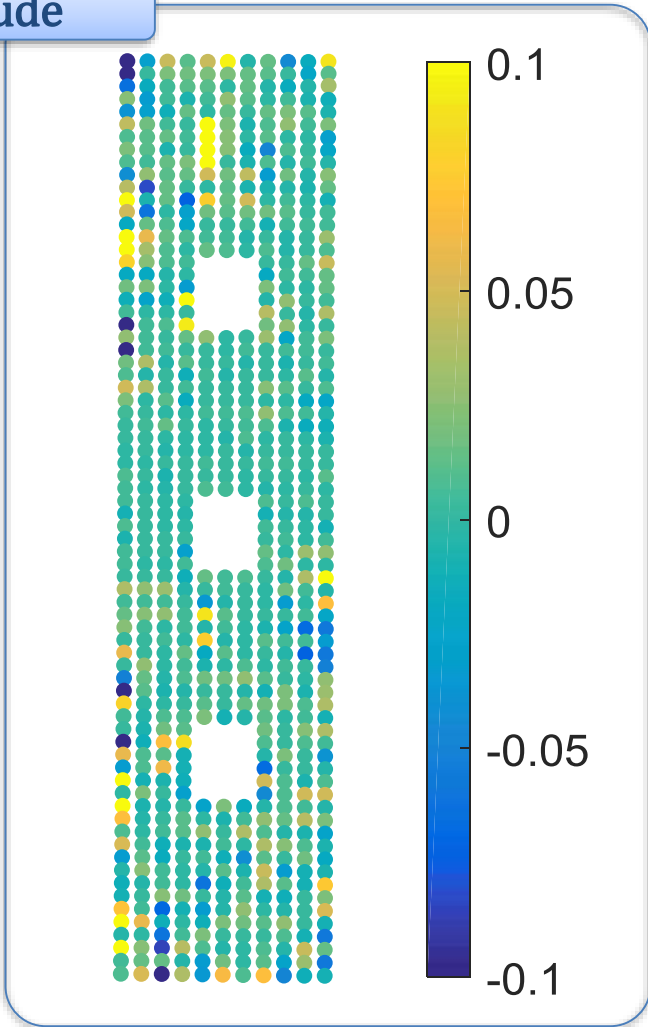
Champs de déformation dans la zone de contact : influence serrage et amplitude



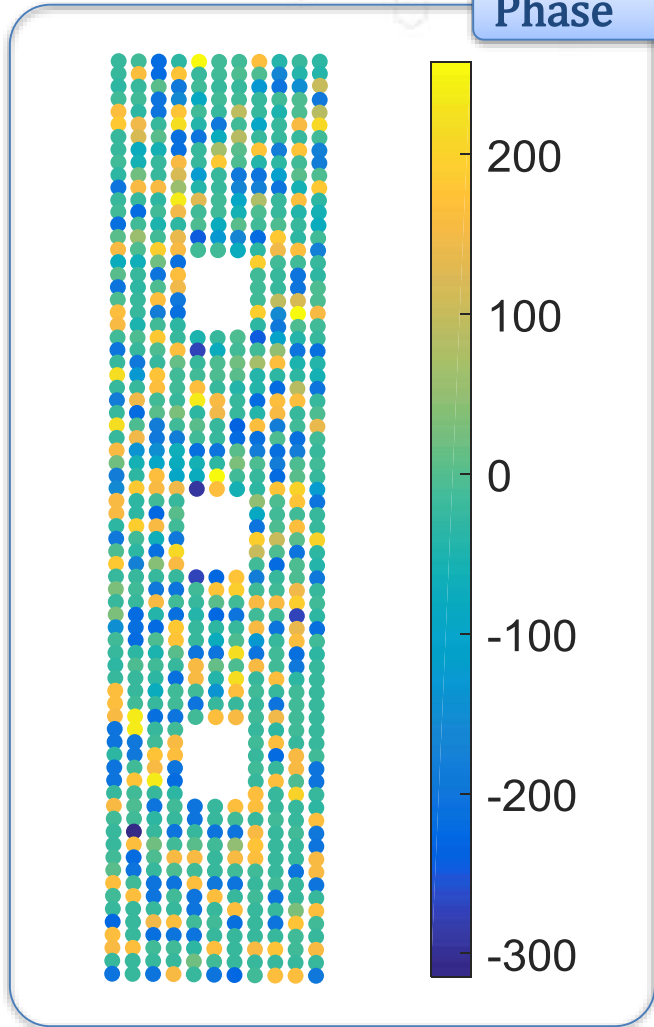
Différence entre les deux serrages (50mN)



Amplitude



Phase

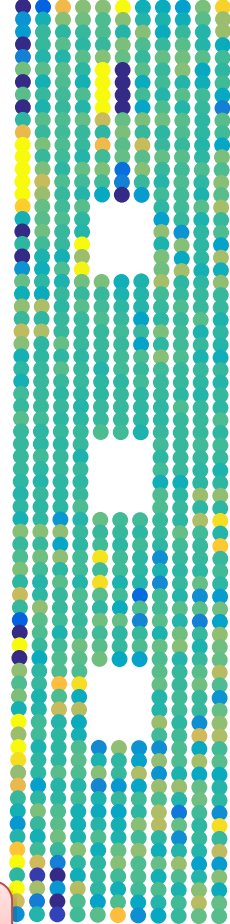
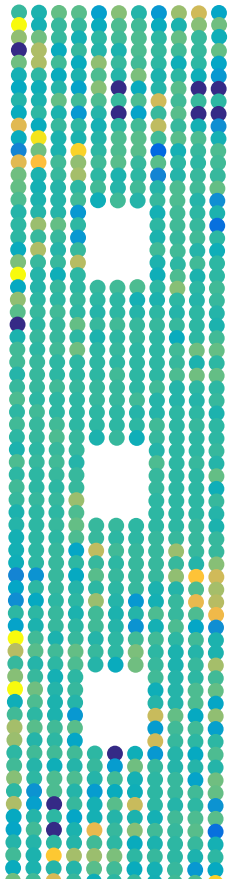


Pas d'influence du serrage sur le champ de déformation

Différence champs de déformation

20 cNm

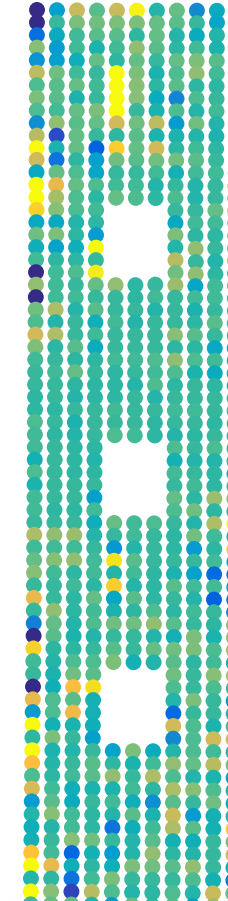
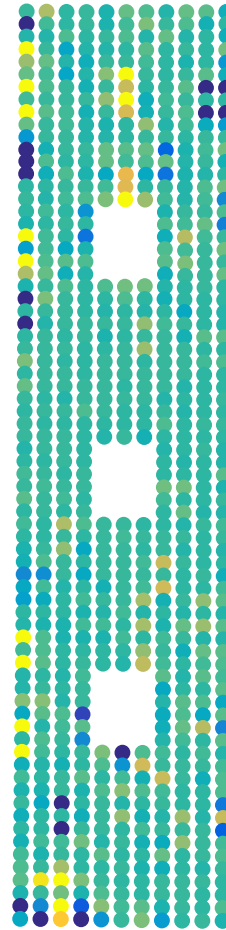
80 cNm



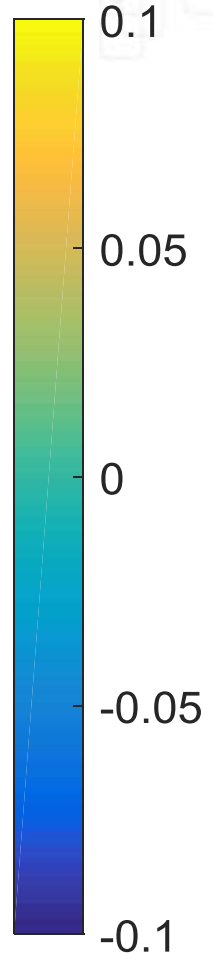
Influence amplitude
d'excitation

50 mV

250 mV



Influence couple
de serrage



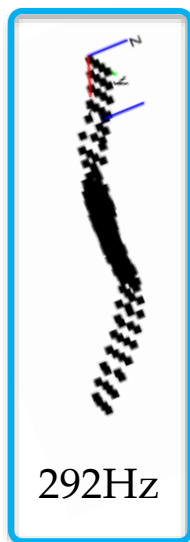
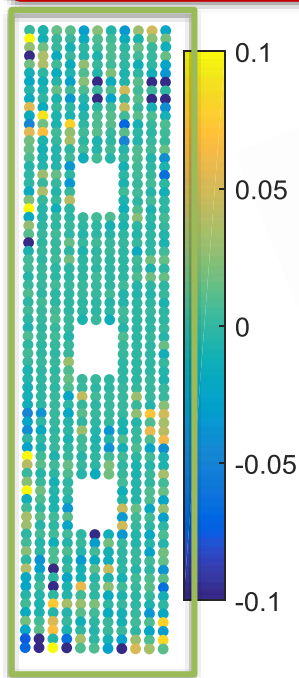
Plan

- Contexte
- Corrélation calculs/essais
- Mesures de champs : asservissement, non-linéarités, déformations
- Conclusions et perspectives

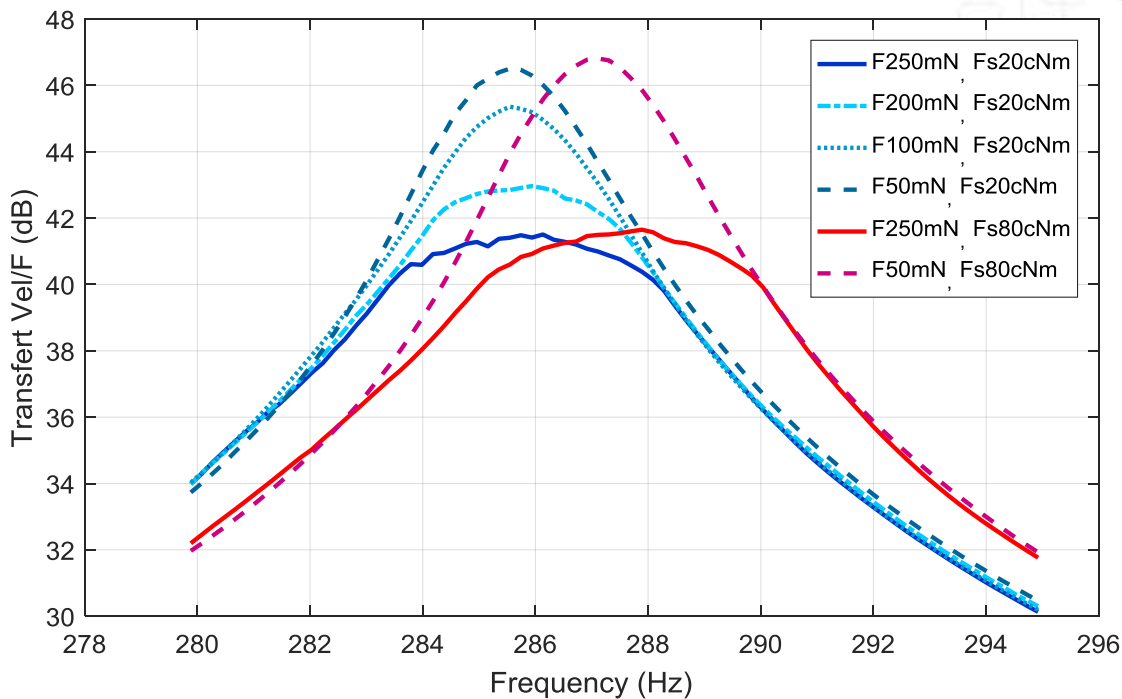
Conclusions

**Hypothèse simulation :
forme du champ inchangée avec
l'amplitude ou le serrage**

Validée !



292Hz

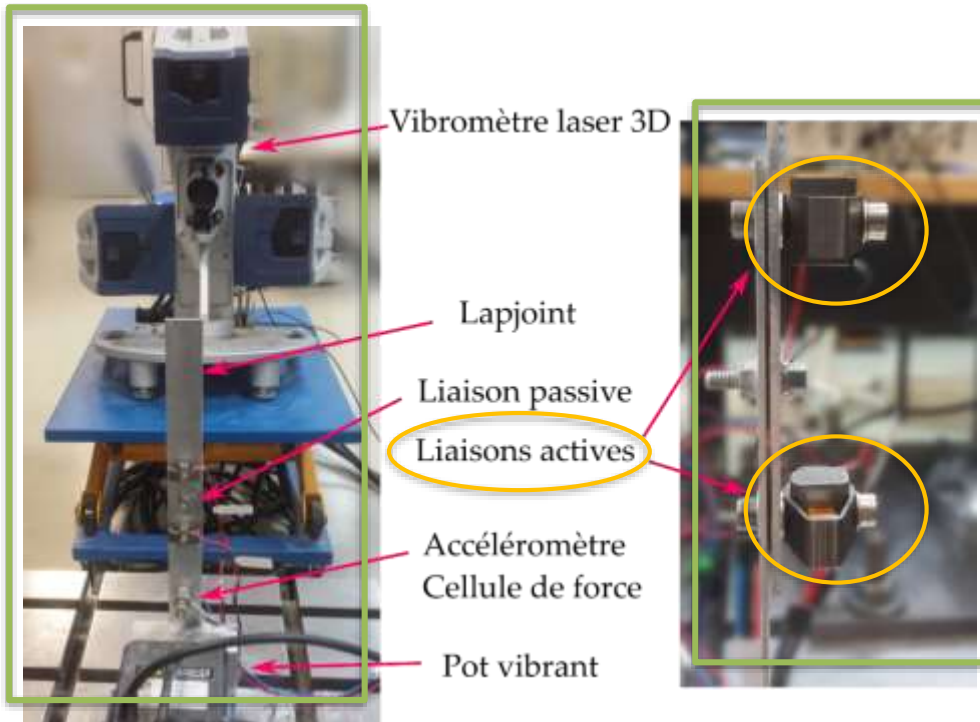


**Idem pour des modes où la
liaison est déformée ???**

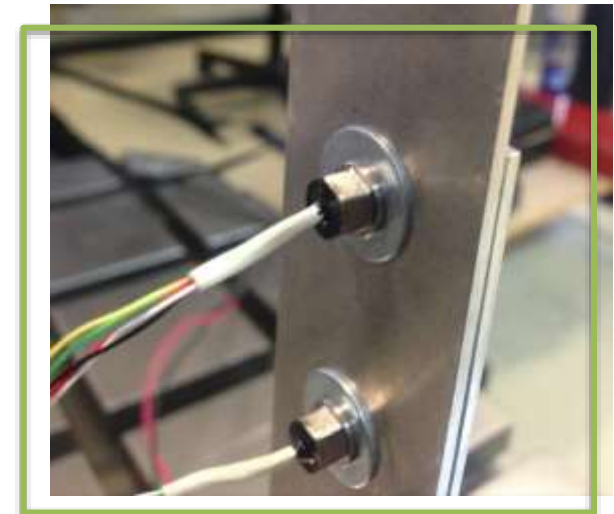


1736Hz

Perspectives : liaisons actives



Vis instrumentées





Analyse de champs par vibrométrie laser sur un assemblage boulonné

Pauline Butaud
Gaël Chevallier

