



**APPROCHE SIMPLIFIÉE DE LA PRESTATION
VIBRO-ACOUSTIQUE PAR HYBRIDATION
CALCULS/ESSAIS DES SOURCES SECONDAIRES**

- 1. Introduction**
- 2. Approche théorique de la méthode**
- 3. Validation sur modèle numérique**
- 4. Application sur siège motorisé**
 1. Prise en compte des moments



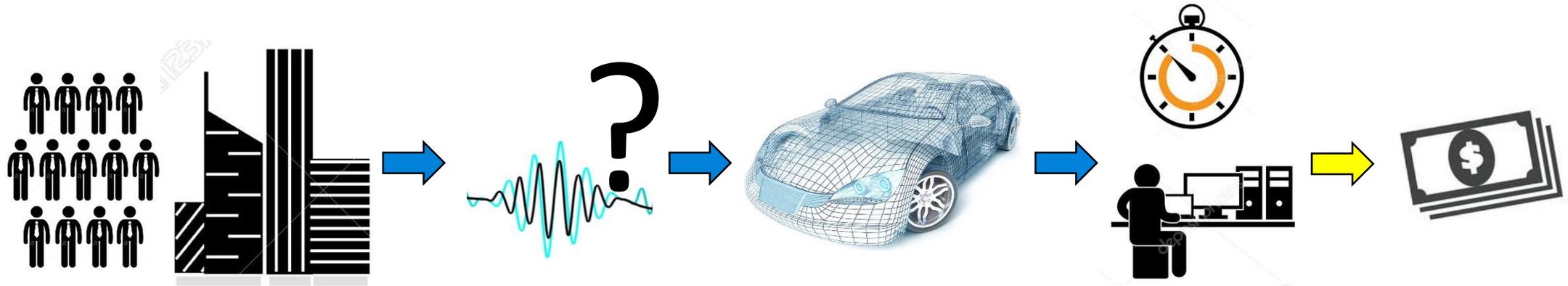
INTRODUCTION

Introduction

Approche simplifiée de la prestation vibro-acoustique par hybridation calculs/essais des sources secondaires

Prédiction des niveaux vibratoires / grandes entreprises

- **Méthodologie employée**



Modélisation complète des structures

Caractérisation des sources par tests (données d'entrée)

Prédictions des comportements vibro-acoustiques par modélisation FEM des structures dans leur globalité

- **Lourds investissements dans les stations de calculs**
- **Longs temps de calculs**

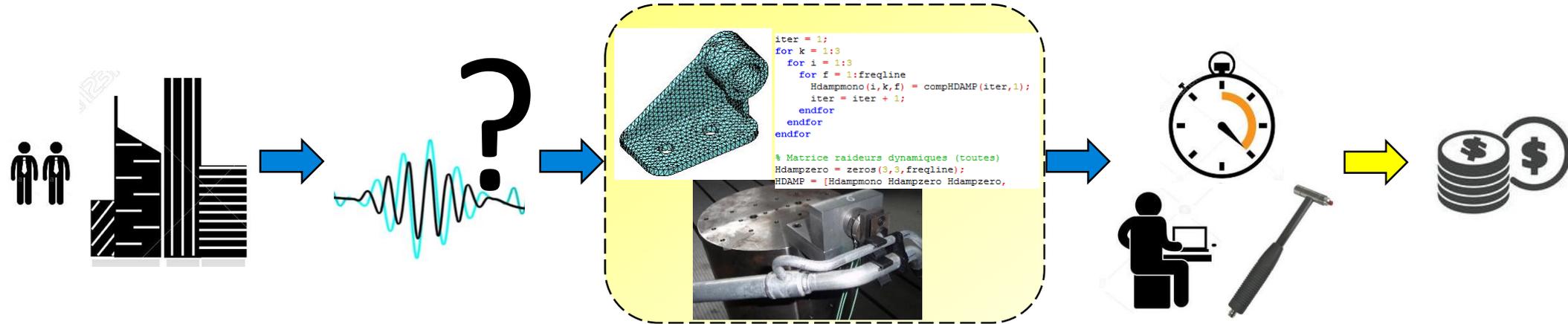
Méthodologie très couteuse non-adaptée aux petites structures

Introduction

Approche simplifiée de la prestation vibro-acoustique par hybridation calculs/essais des sources secondaires

Prédiction des niveaux acoustiques / petites entreprises

- Nouvelle méthode



Modélisation FEM de quelques éléments de structures

Caractérisation des sources, voies de passages et récepteurs au niveau des points de fixation par essais

Combinaison des résultats avec routine de calculs

- Calculs légers => investissement dans des ordinateurs à configuration de faible coût
- Temps de calculs raisonnables
- Essais rapides et peu coûteux

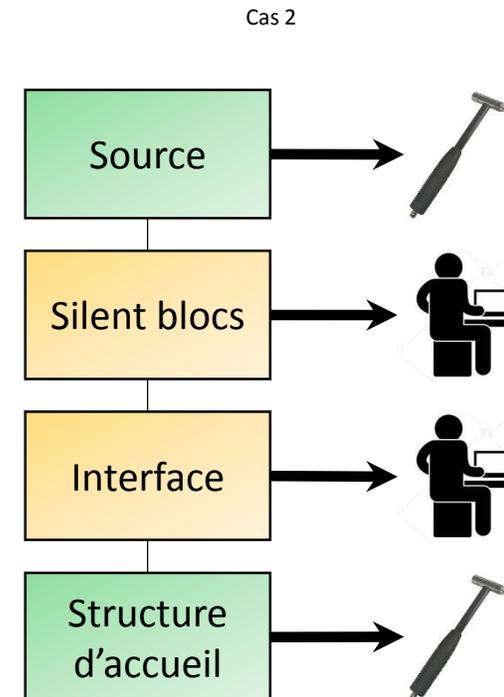
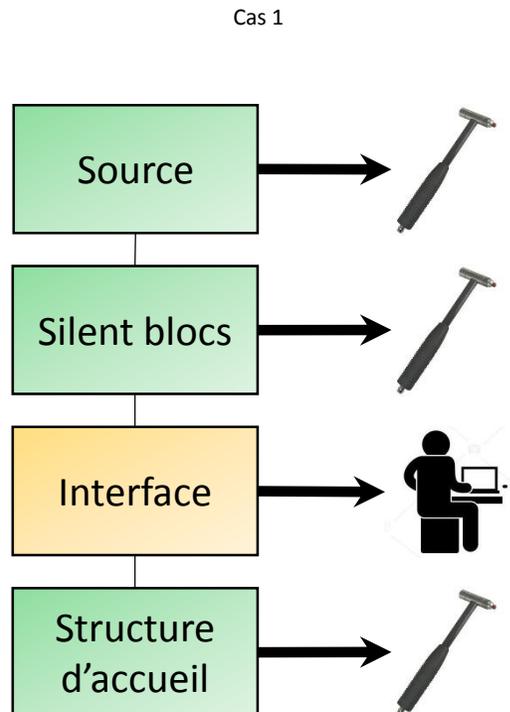
Méthodologie nécessitant un budget raisonnable

Introduction

Approche simplifiée de la prestation vibro-acoustique par hybridation calculs/essais des sources secondaires

Développement d'un produit à partir de sous-systèmes à la conception figée avec prise en compte de la prestation vibro-acoustique

- Deux cas de développement
 - Cas 1
 - Source, structure d'accueil et plots filtrants dans leur design final => A caractériser par essais
 - Interface à développer => itérations de design / caractérisation par calculs
 - Cas 2
 - Source et structure d'accueil dans leur design final => A caractériser par essais
 - Interface à développer et plots à définir => itérations de design / caractérisation par calculs



Introduction

Approche simplifiée de la prestation vibro-acoustique par hybridation calculs/essais des sources secondaires

Exemple



Itération de conception des interfaces de façon à limiter l'impact vibro-acoustique de la source au niveau du point de réception





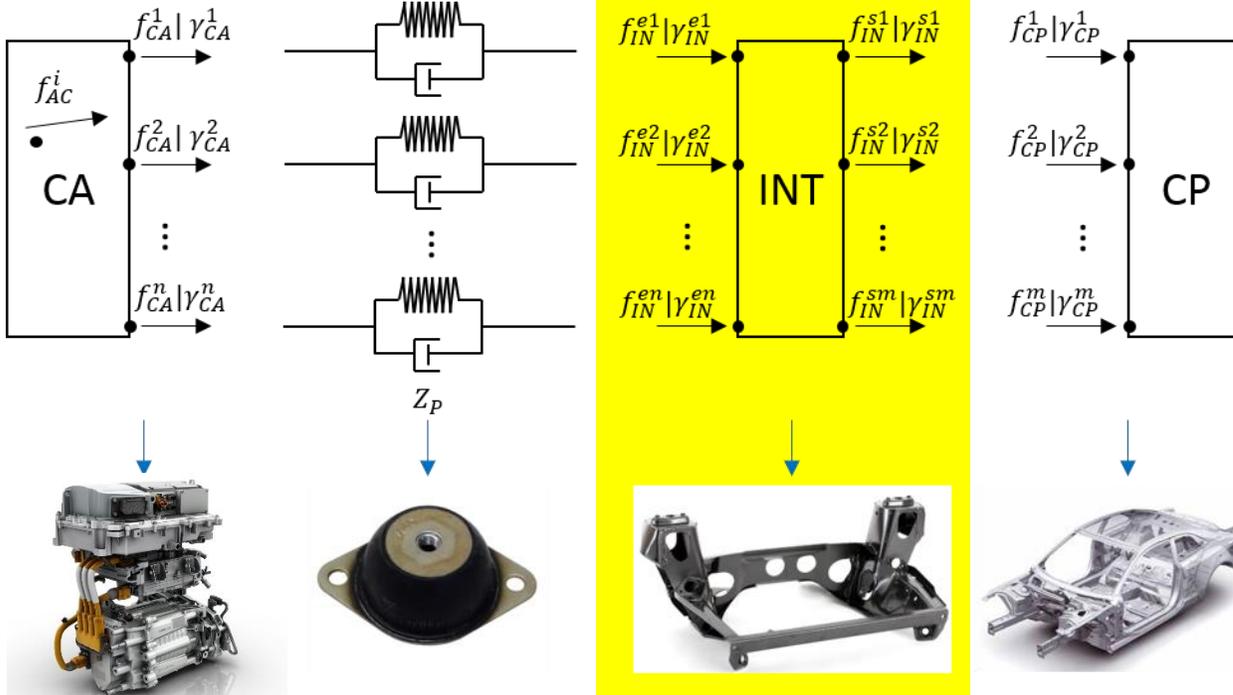
APPROCHE THEORIQUE DE LA METHODE

APPROCHE THÉORIQUE DE LA MÉTHODE

Approche simplifiée de la prestation vibro-acoustique par hybridation calculs/essais des sources secondaires

Méthode basée sur la norme XP 19-701

- Caractérisation des sous-systèmes au niveau de leurs liaisons => ajout d'une interface



f_{CA}^i = vecteur efforts internes au composant actif
 f_{CA}^x = vecteur efforts aux points d'interfaçage du composant actif
 γ_{AC}^x = vecteur accélérations aux points d'interfaçage du composant actif
 Z_p = matrice raideurs dynamiques des plots de filtration
 f_{IN}^{ex} = vecteur efforts aux points d'entrée de l'interface
 γ_{IN}^{ex} = vecteur accélérations aux points d'entrée de l'interface
 f_{IN}^{sx} = vecteur efforts aux points de sortie de l'interface
 γ_{IN}^{sx} = vecteur accélérations aux points de sortie de l'interface
 f_{CP}^x = vecteur efforts aux points d'interfaçage du composant passif
 γ_{CP}^x = vecteur accélérations aux points d'interfaçage du composant passif

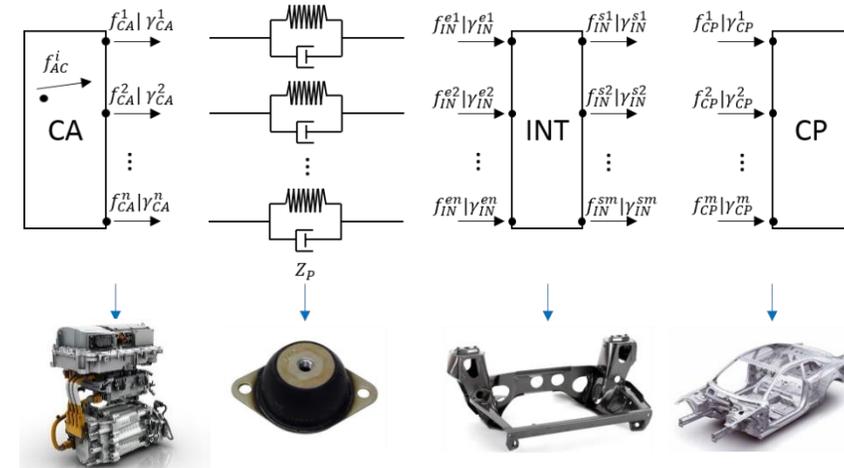
APPROCHE THÉORIQUE DE LA MÉTHODE

Approche simplifiée de la prestation vibro-acoustique par hybridation calculs/essais des sources secondaires

Comportement vibratoire du composant actif

$$Y_{CA} f_{CA} + Y_{CA}^i f_{CA}^i = \gamma_{CA} \quad (1)$$

Où $Y_{CA}^i f_{CA}^i$ correspond aux efforts et transferts internes

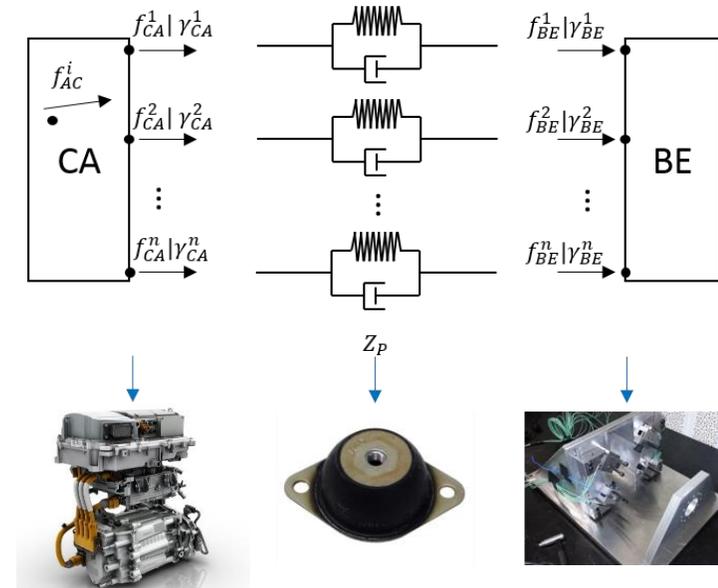


En utilisant les formules de comportement vibratoire du composant passif, de l'interface et des plots, il est possible de déterminer $Y_{CA}^i f_{CA}^i$ en fonction de Y_{CP} , Y_{CA} , Y_{INT} , Z_P et f_{CP}

APPROCHE THÉORIQUE DE LA MÉTHODE

Approche simplifiée de la prestation vibro-acoustique par hybridation calculs/essais des sources secondaires

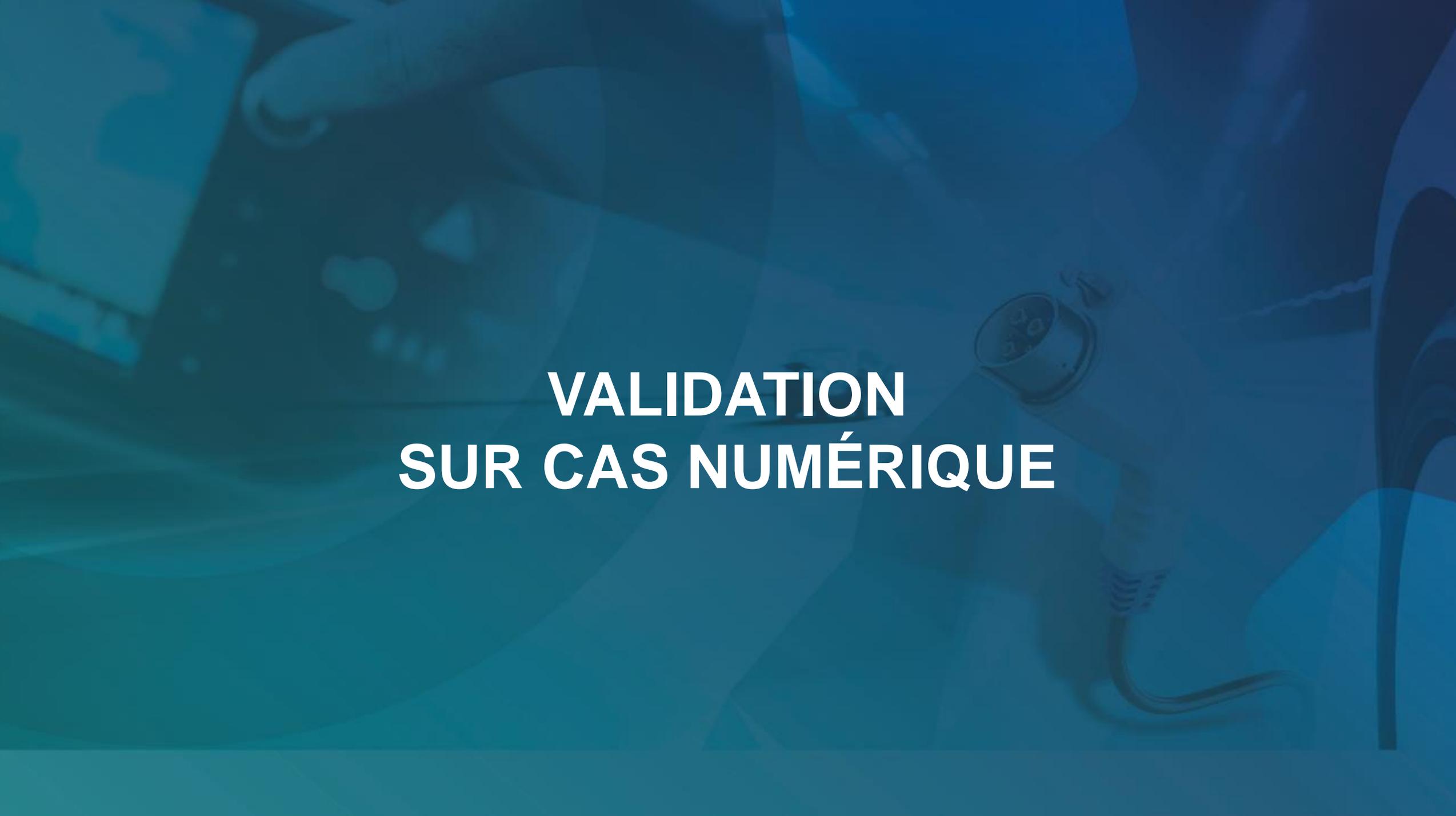
De par la complexité de détermination de Y_{CA}^i et f_{CA}^i , un deuxième composant passif est utilisé (banc de test)



Il est alors possible de déterminer $Y_{CA}^i f_{CA}^i$ en fonction de Y_{BE} , Y_{CA} , Y_{INT} , Z_P et f_{BE}

En outre, la mesure de Y_{BE} permet de corriger la mesure des efforts sur un banc non-neutre d'un point de vue vibratoire.

Il est alors possible d'utiliser un banc qui résonne dans la gamme d'étude (outillages moins rigides / moins massifs / moins coûteux)



**VALIDATION
SUR CAS NUMÉRIQUE**

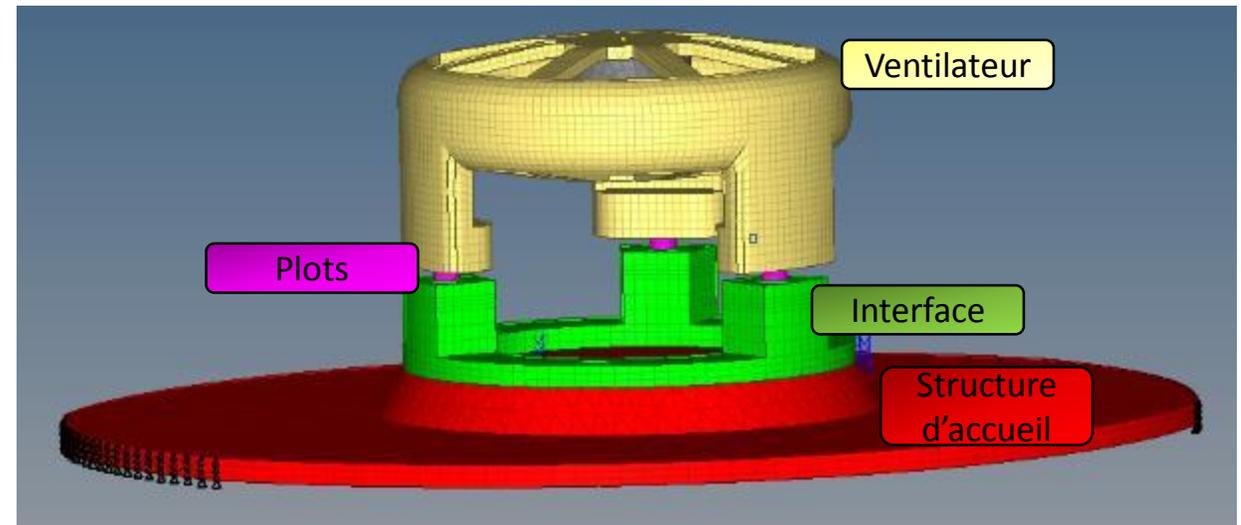
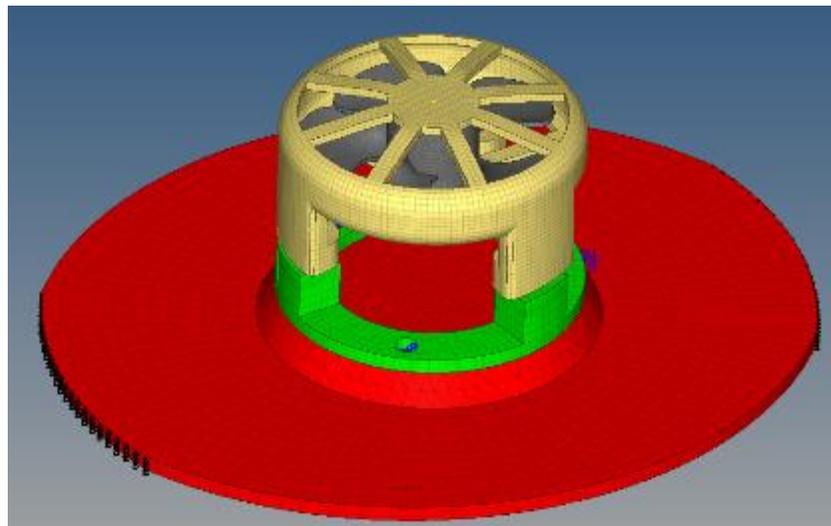
VALIDATION SUR CAS NUMÉRIQUE

○ Méthodologie testée sur modèle FEM complet

- Tests reproduits de façon numérique → Permet de jouer plus facilement sur divers paramètres

○ Modèle effectué

- Système de ventilation
 - CAO : Solidworks 2016
 - Maillage : Hypermesh 14.0
 - Solveur FEM : Optistruct
 - Script de calcul de recombinaison : Octave 4.0.0

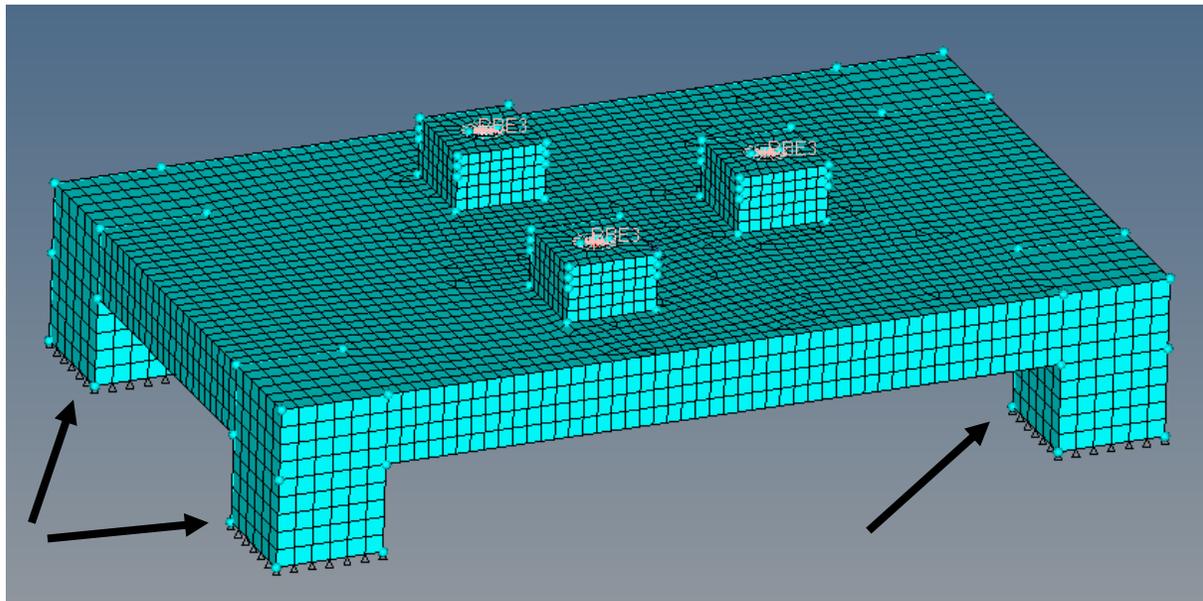


○ Calcul des inertances et transferts croisés aux points de fixation de la source

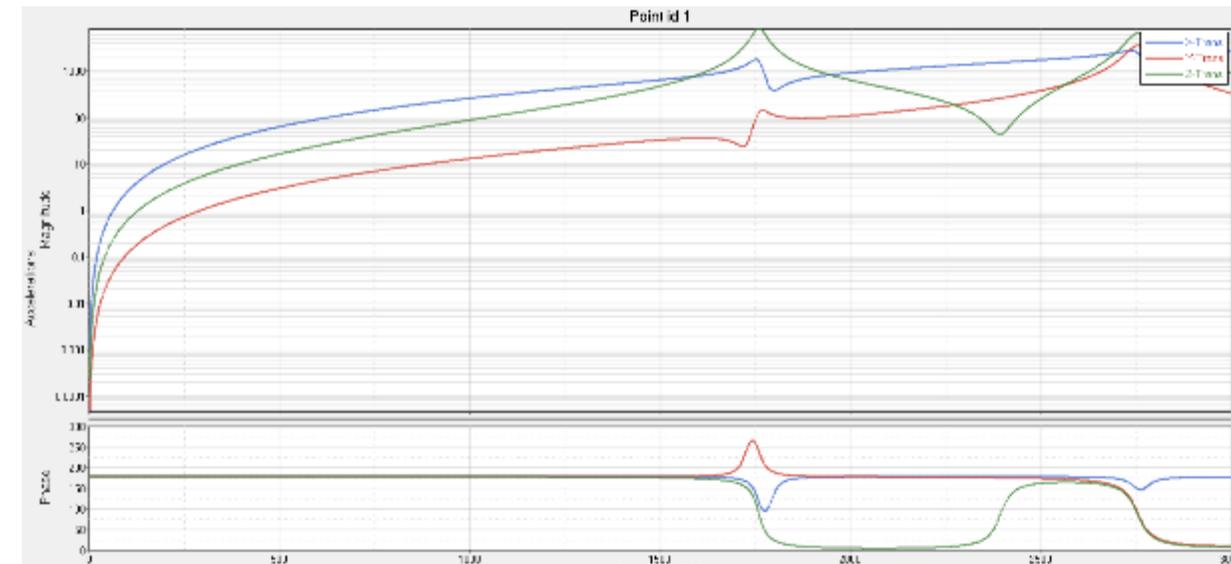
- Injection d'un effort unitaire en chaque point de fixation et relevé des accélérations

○ Réalisation dans le cadre des tests

- Instrumentation des points de fixation avec accéléromètres 3D
- Injection d'effort par frappes marteau



Exemple de courbes accélération / effort



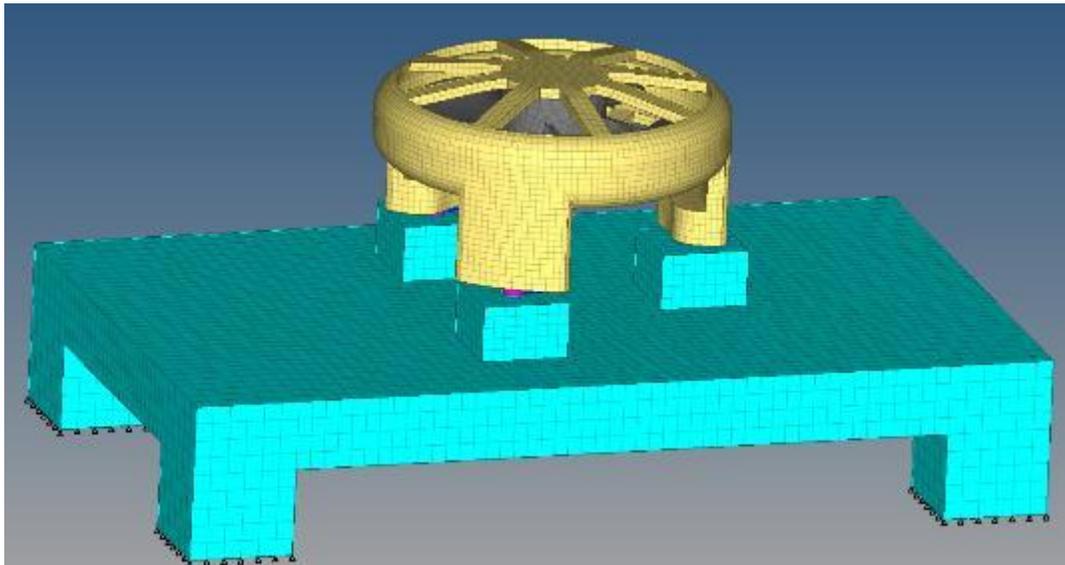
SOURCE + PLOTS SUR BANC

○ Calcul des efforts aux points de fixation de la source sur banc

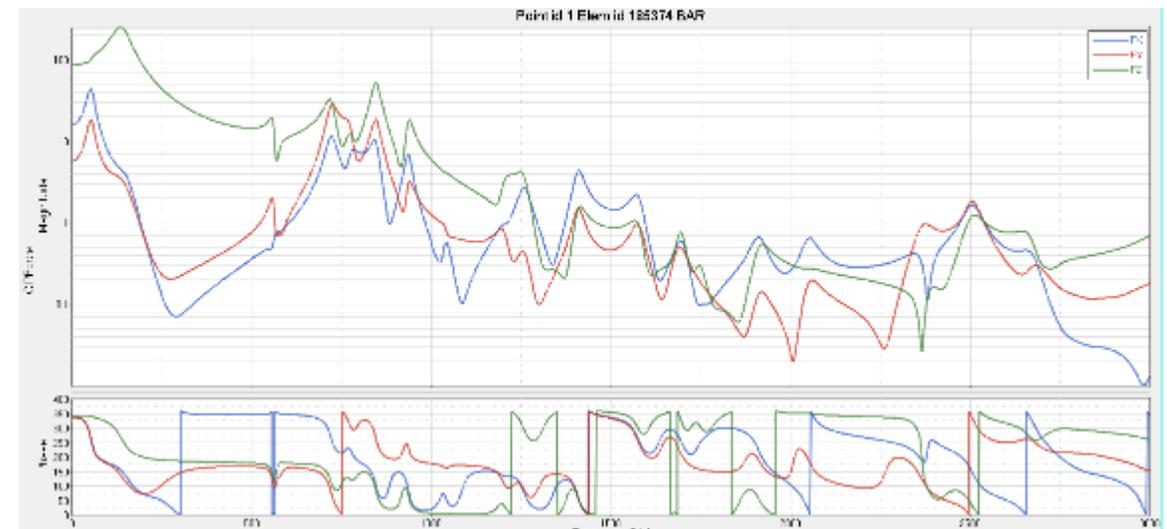
- Injection d'un effort triaxial au niveau de la source
 - Niveaux définis arbitrairement constants sur toute la gamme de fréquences
- Relevé des efforts aux points de fixation

○ Réalisation dans le cadre des tests

- Mesure au moyen de capteurs d'efforts positionnés entre le banc et les plots

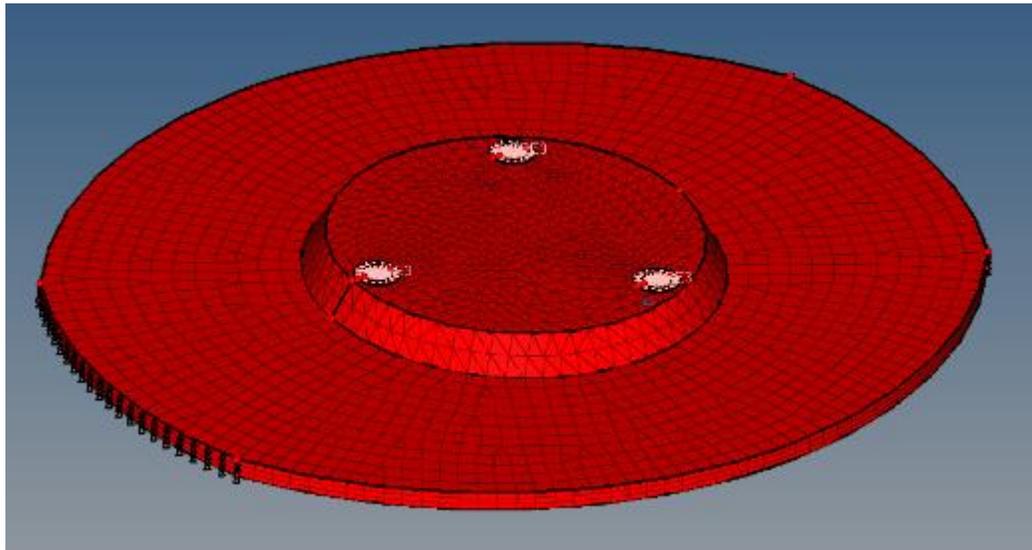


Exemple de courbes d'efforts

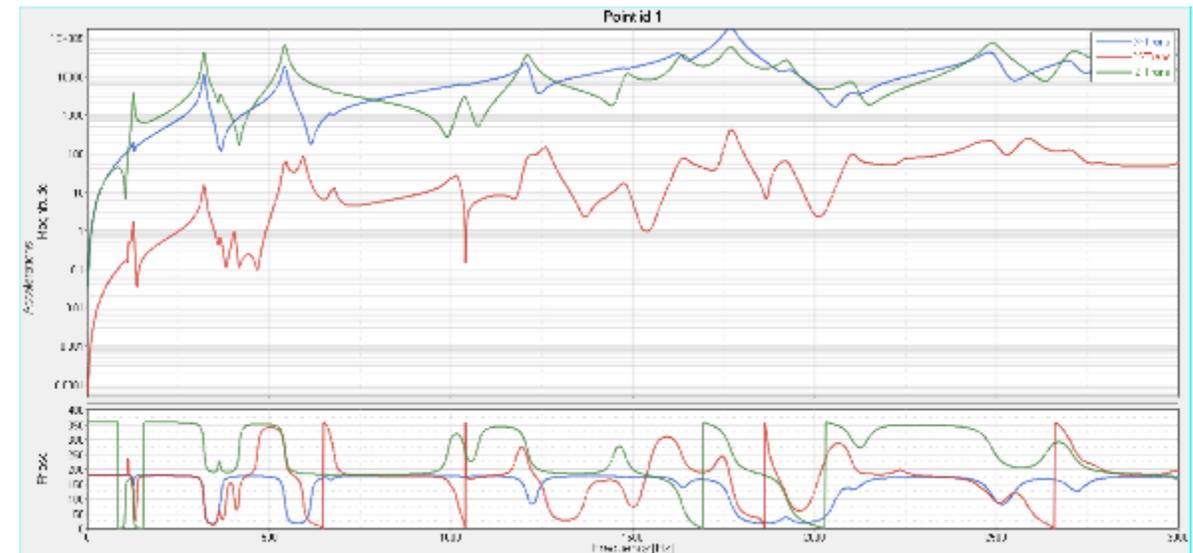


STRUCTURE D'ACCUEIL

- **Calcul des inertances et transferts croisés aux points de fixation de la structure d'accueil**
 - Injection d'un effort unitaire en chaque point de fixation et relevé des accélérations
- **Réalisation dans le cadre des tests**
 - Instrumentation des points de fixation avec accéléromètres 3D
 - Injection d'effort par frappes marteau



Exemple de courbes accélération / effort



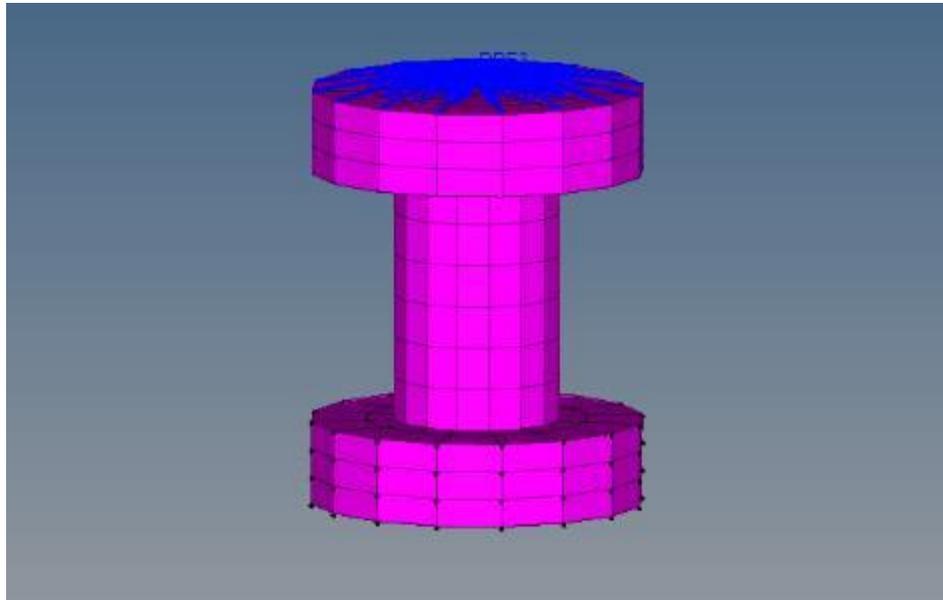
PLOTS ANTIVIBRATILES

○ Calcul des raideurs dynamiques

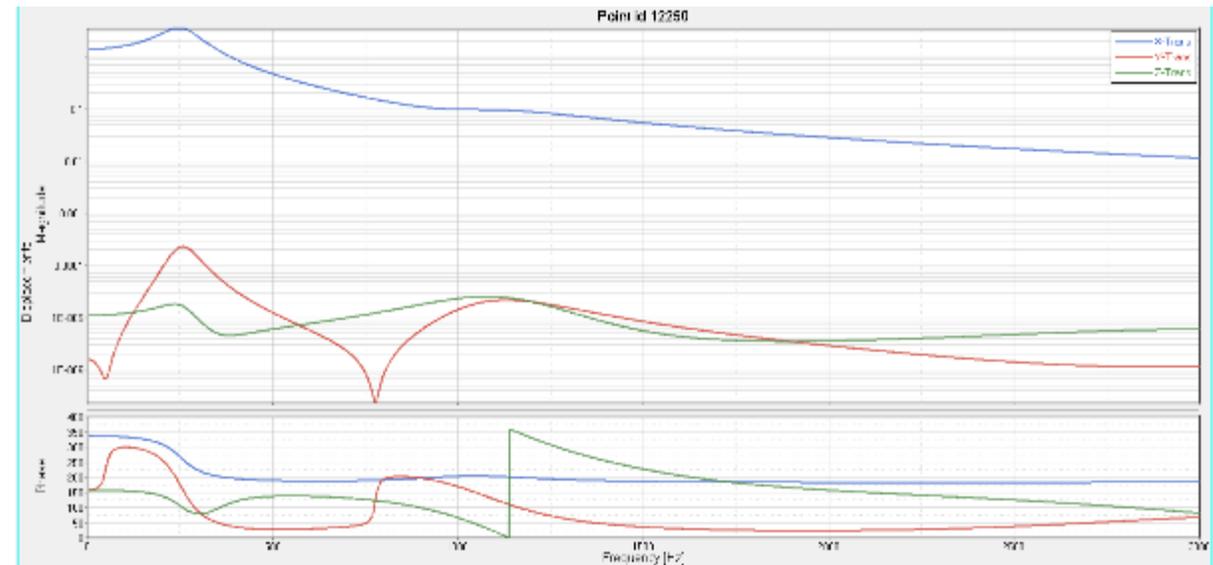
- Injection d'un déplacement unitaire en chaque point de fixation et relevé des efforts

○ Réalisation dans le cadre des tests

- Mesures spécifiques

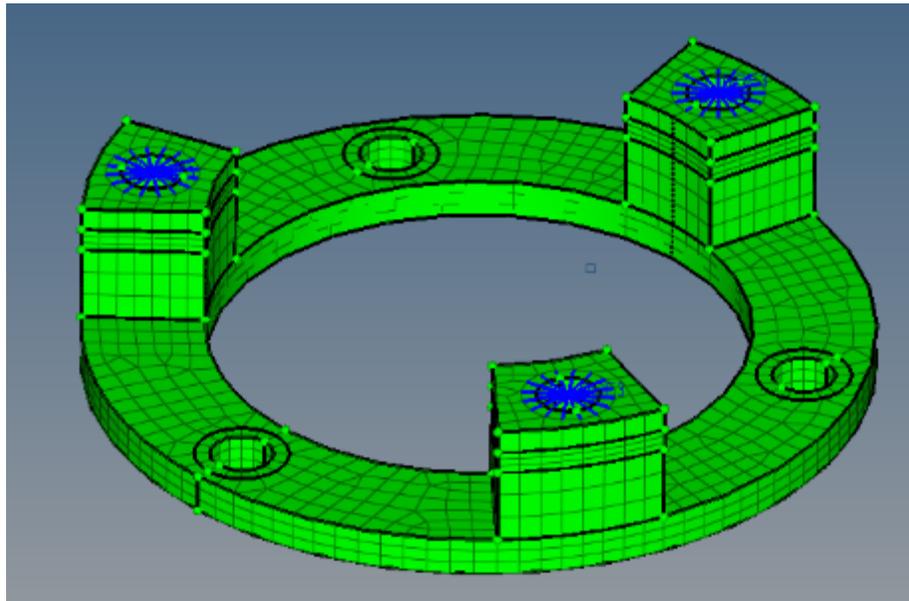


Exemple de courbes de raideur

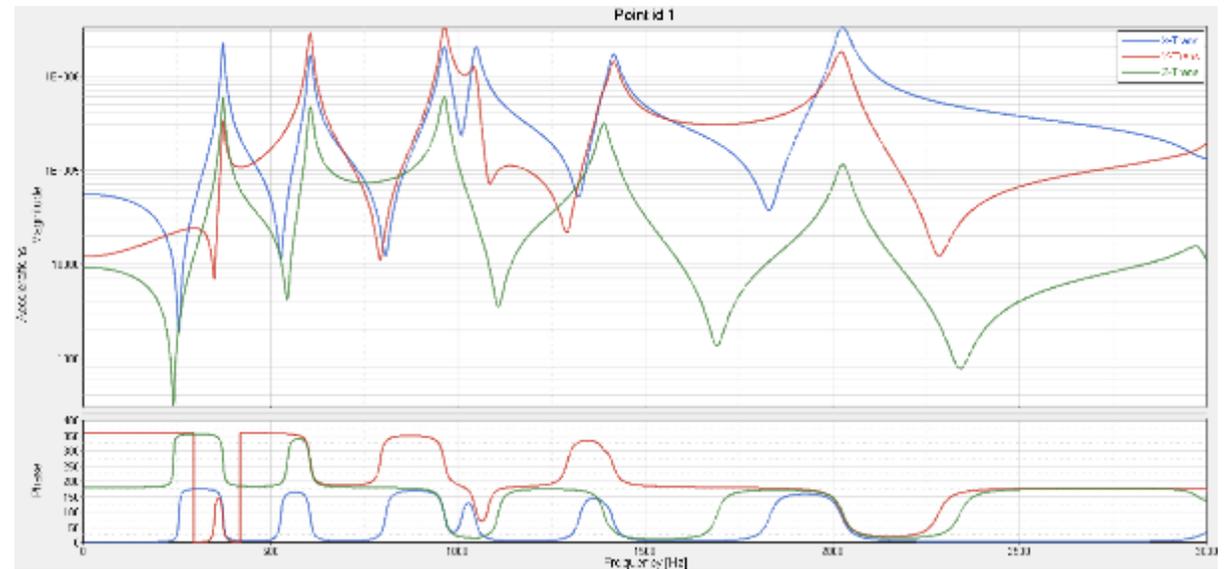


INTERFACE

- **Calcul des inertances et transferts croisés aux points de fixation de la structure d'accueil**
 - Injection d'un effort unitaire en chaque point de fixation et relevé des accélérations



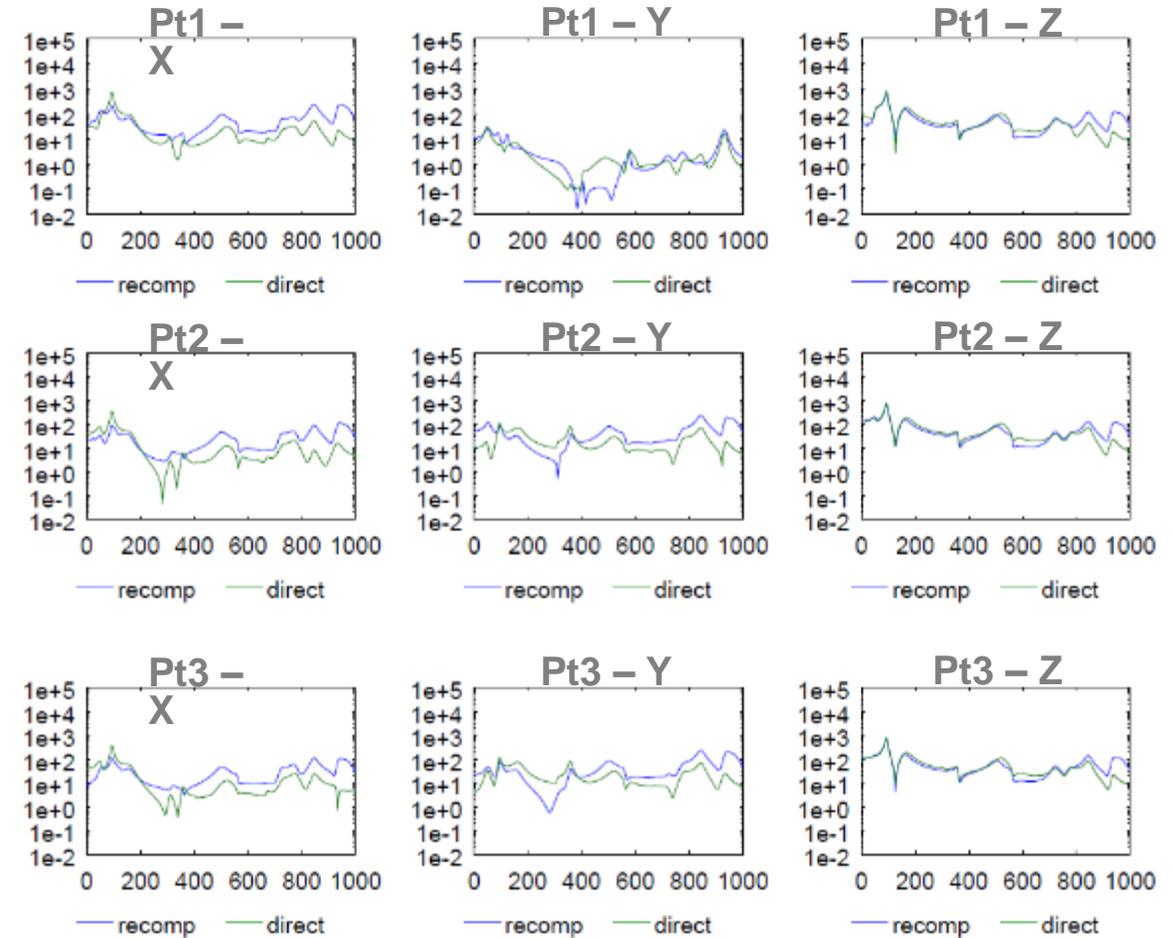
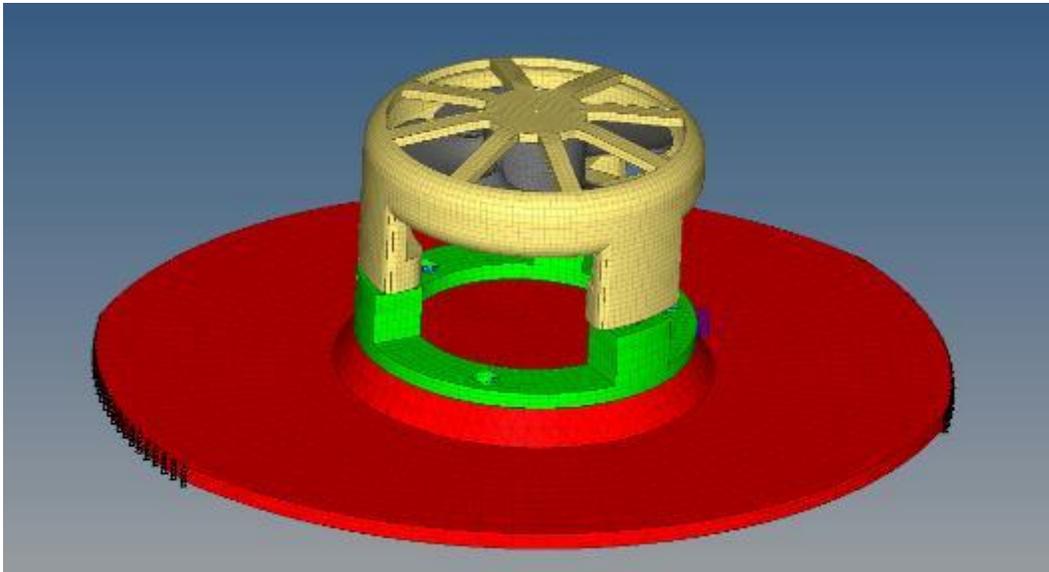
Exemple de courbes accélération / effort



SYSTÈME COMPLET

Calcul des efforts injectés à la structure d'accueil en présence de la source

- Permettra de comparer les résultats de la recomposition avec les résultats directs

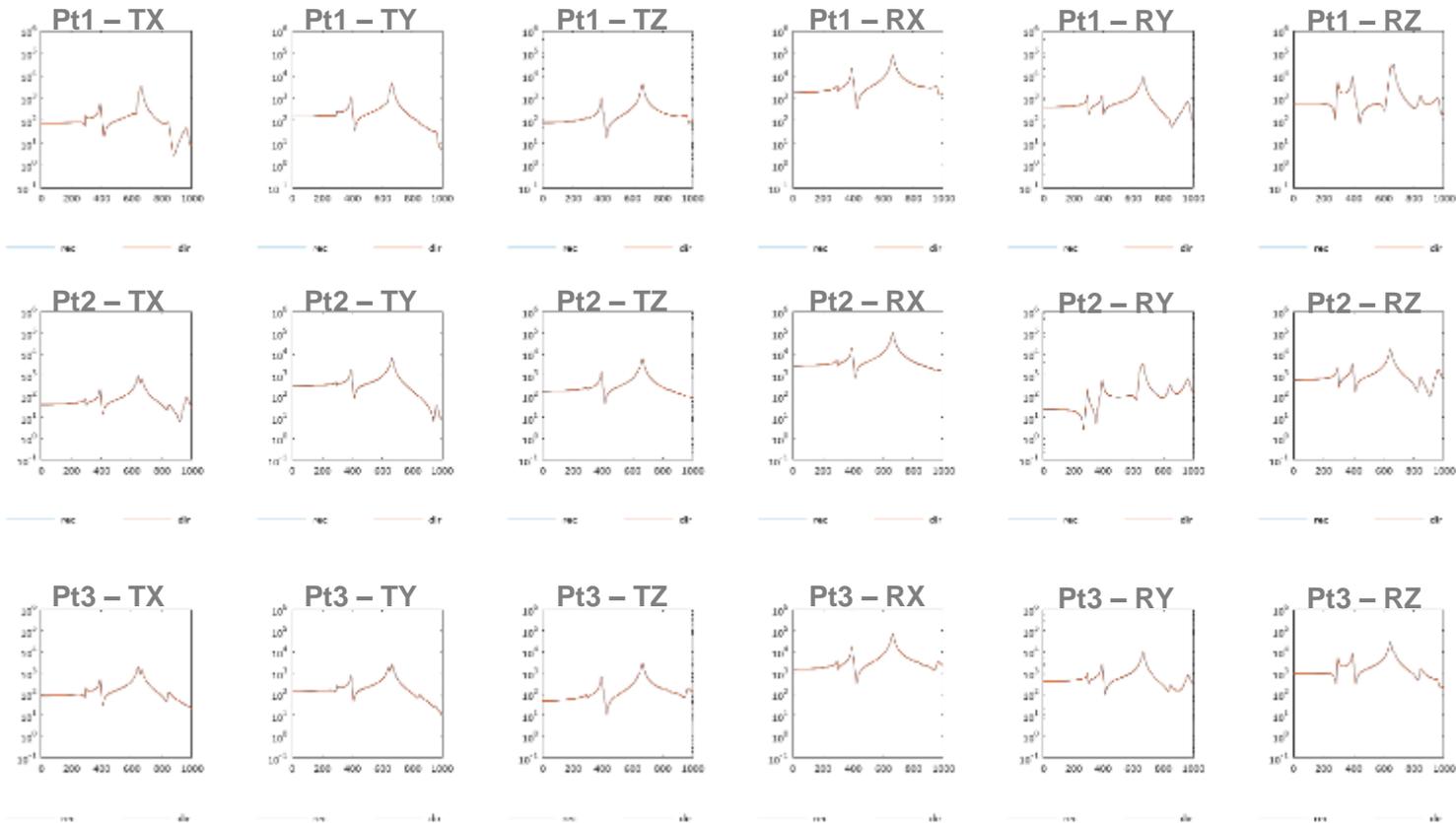


Recomposition proche des résultats de calculs directs.

Légers décalages dus à la non prise en compte des moments (difficiles à mesurer).

CALCULS AVEC MOMENTS

○ Calculs effectués sur un autre modèle en prenant en compte les moments



Résultats de recombinaison et de calcul direct confondus

RÉALISATION D'UN MODÈLE HYBRIDE ESSAI / CALCUL

- **Développement d'une méthodologie basée sur la norme XP 19-701 permettant la prédiction d'efforts par hybridation calculs / essais**
 - Calculs effectués sur un autre modèle en prenant en compte les moments
- **Étude complètement menée sur un modèle numérique pour pouvoir itérer sur les designs et agir sur divers paramètres**
- **La prise en compte des moments permet d'obtenir des résultats de recomposition et des résultats de calcul direct rigoureusement identiques**
 - La mesure des moments est très compliquée
 - Ne pas les prendre en compte permet d'obtenir une bonne approximation des résultats dans le cas des sources découplées.
- **Perspectives**
 - Test de la méthode en conditions réelles → réalisation d'essais
 - Application multi-secteurs (industrie, ferroviaire, automobile...)



APPLICATION SUR SIÈGE MOTORISÉ

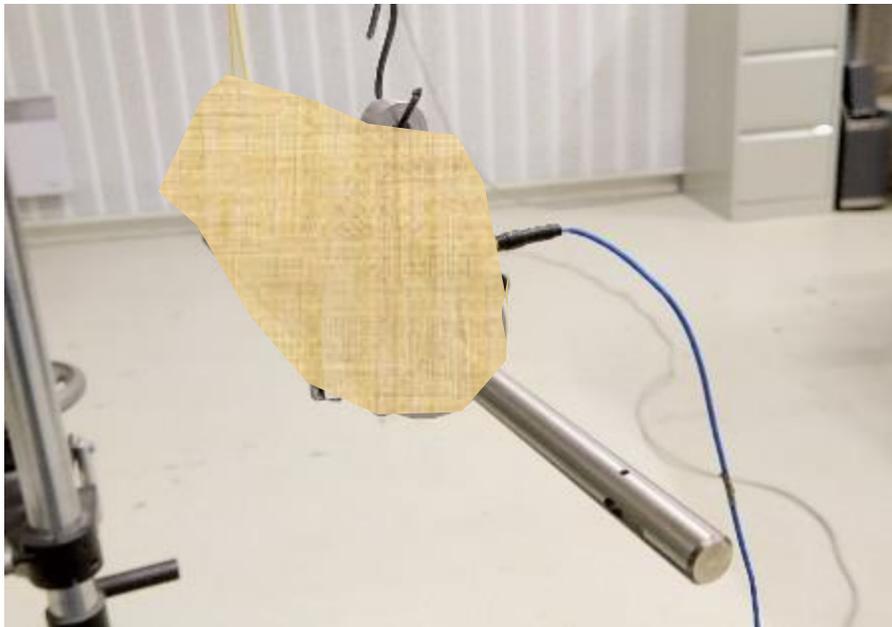
APPLICATION SUR SIÈGE MOTORISÉ

Moteur électrique → source
Actionneur → interface
Siège → structure

● Difficulté :

Le moteur est fixé en rigide sur l'actionneur

→ Moment d'ordre 1 devant les efforts en translation



APPLICATION SUR SIÈGE MOTORISÉ

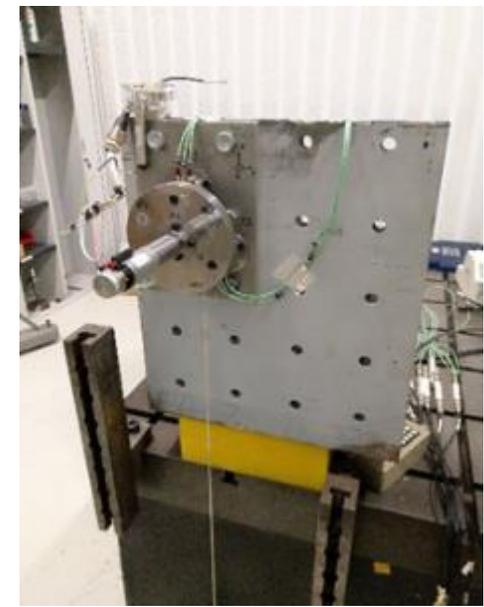
1. Mesure des efforts sur banc

1. Localement, considération de la zone de mesure d'efforts comme étant rigide
2. Projection du torseur équivalent en appliquant le PFS

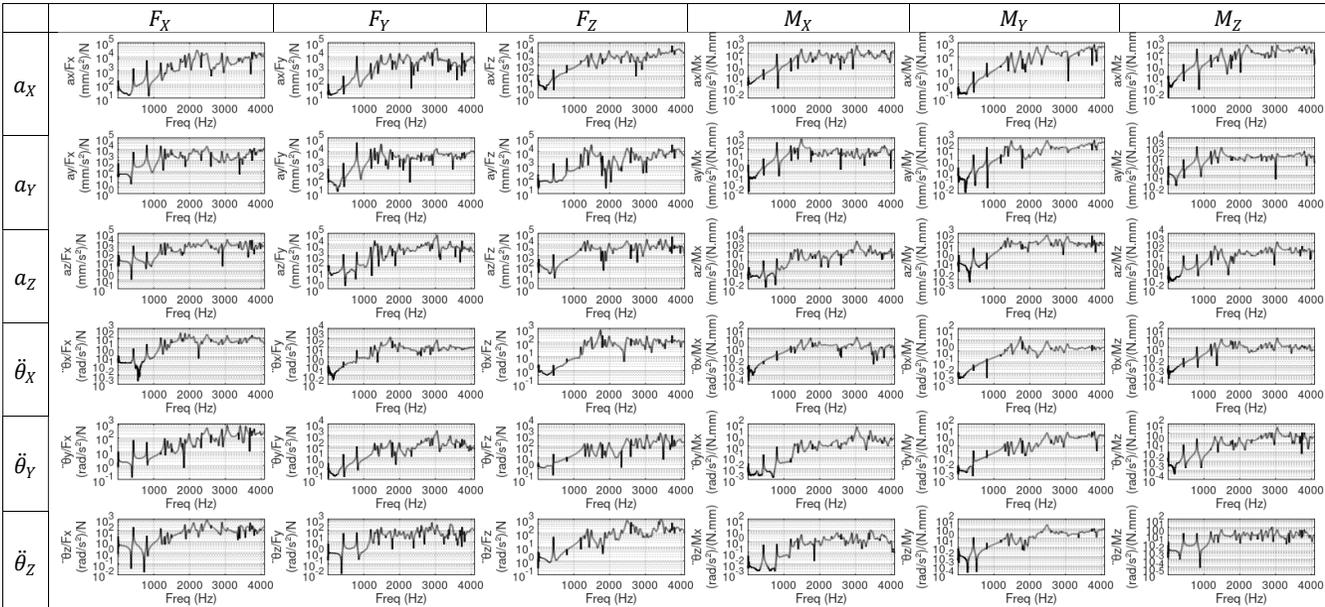
2. Mesure des rapports {accélération/effort} ($\frac{a}{F}$) au niveau du banc

1. Localement, considération de la zone de mesure d'efforts comme étant rigide
2. Localement, considération de la zone de mesure d'accélération comme étant rigide
3. Projection du torseur équivalent en utilisant le PFS et le PFD

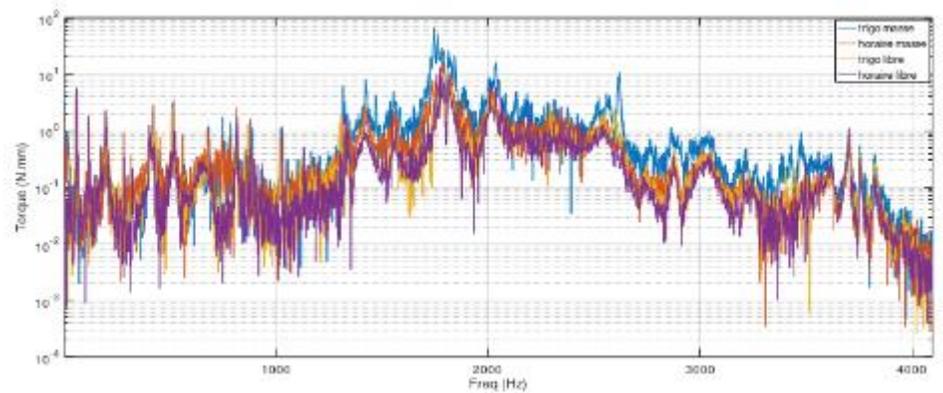
1. Détermination des rapports $\frac{a}{F}$, $\frac{a}{M}$, $\frac{\dot{\theta}}{F}$ et $\frac{\dot{\theta}}{M}$ au centre



Amplitudes des termes Y_{BE}

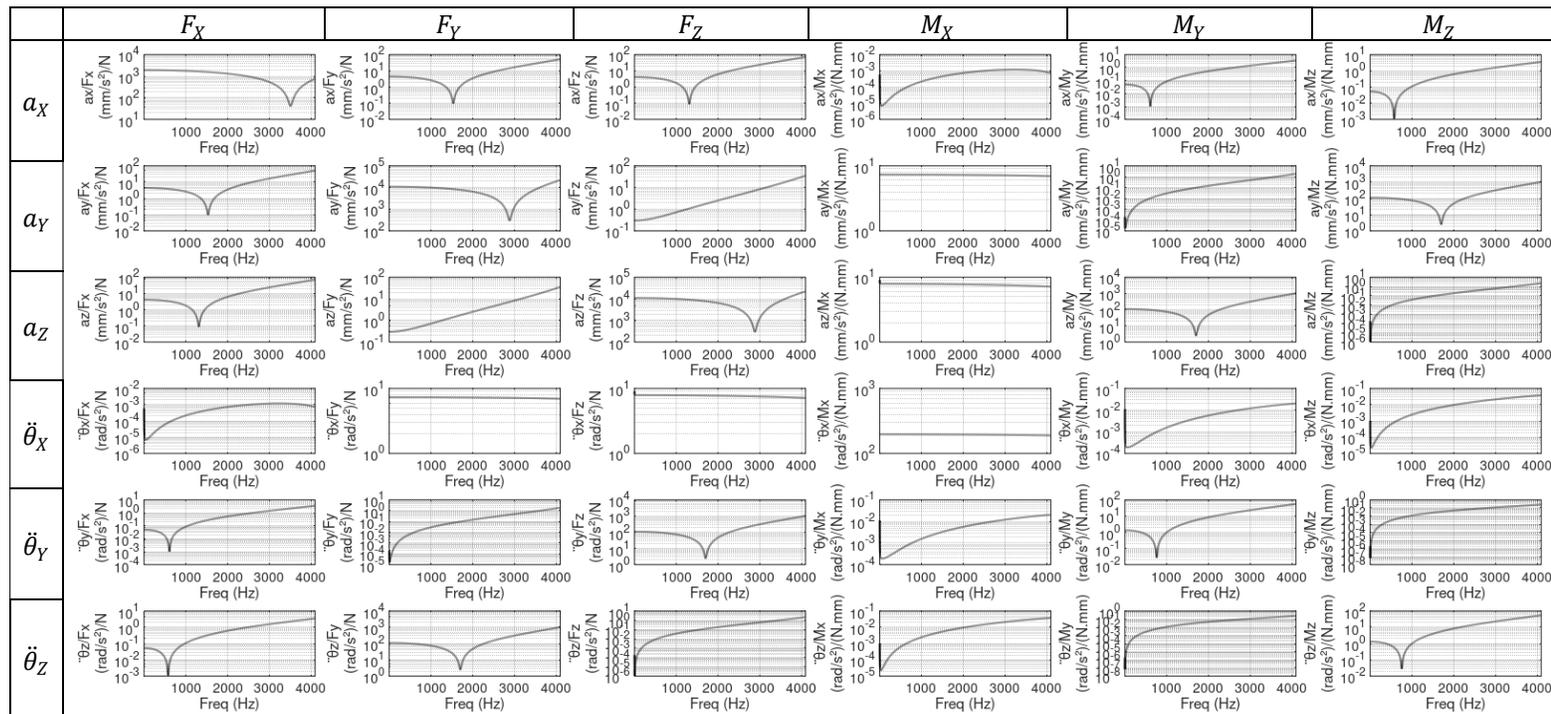
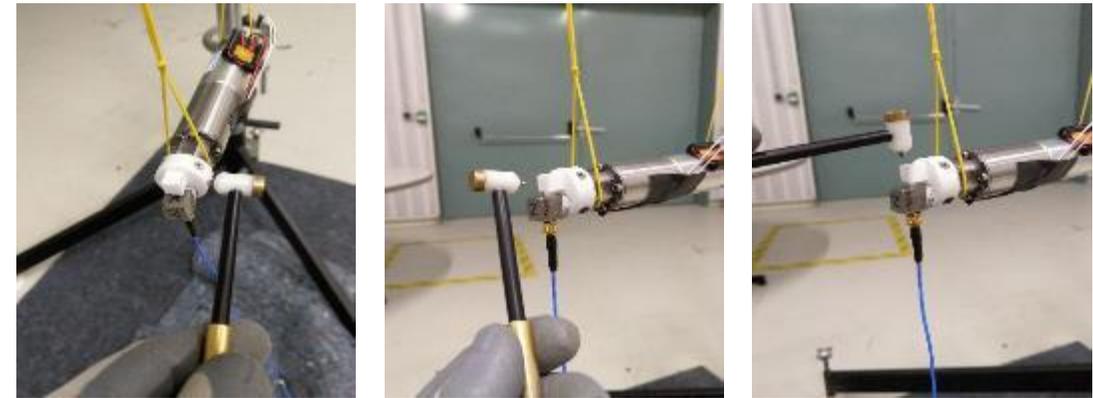


Moment X



APPLICATION SUR SIÈGE MOTORISÉ

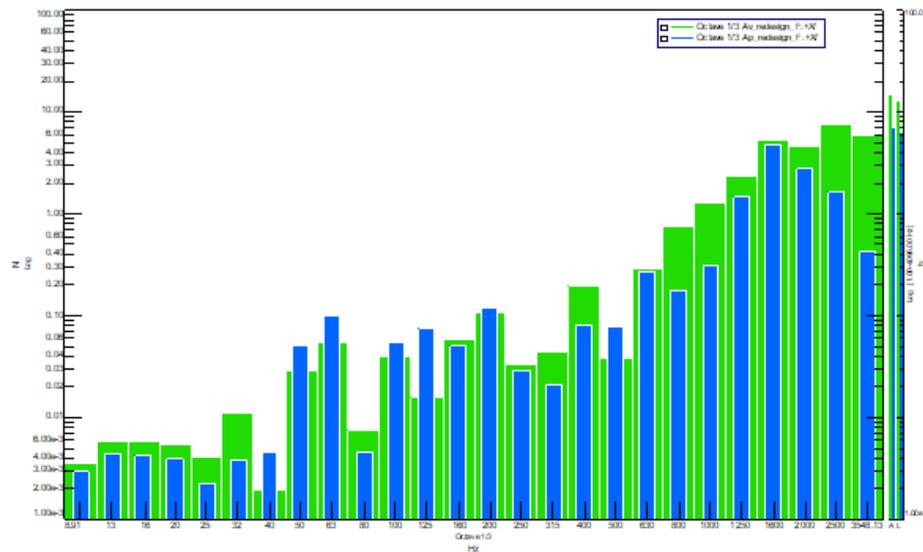
1. Mesure de FRF sur le moteur
2. Recalage calcul/essai
3. Calcul de la matrice ci-dessous



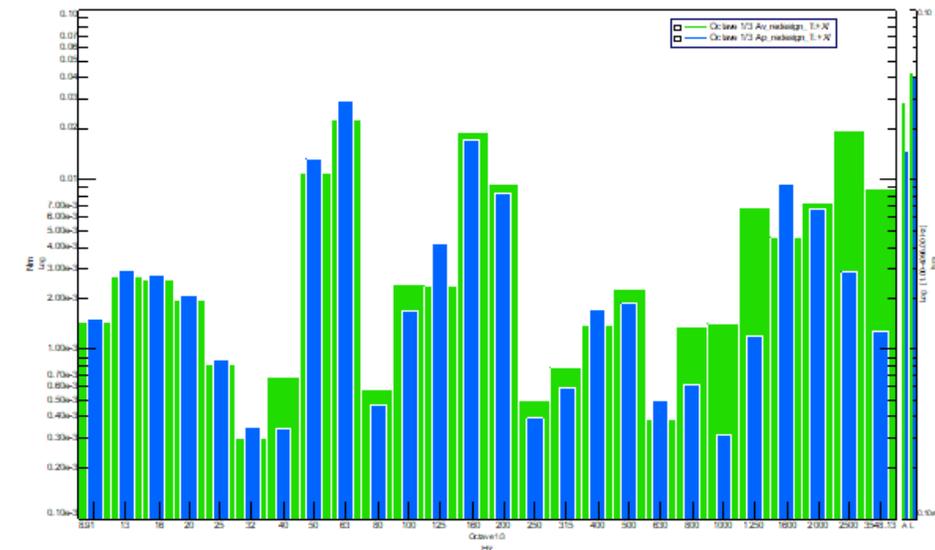
APPLICATION SUR SIÈGE MOTORISÉ

1. Mesure de FRF sur l'actionneur
2. Recalage calcul essai
3. Calcul des matrices d'inertances et de transferts croisés 6x6.

Assemblage des différentes matrices et calcul de l'effort injectés dans le siège. Itération de calcul sur l'actionneur.



Comparaison des efforts en 1/3 d'octave – X – () avant redesign – () après redesign



Comparaison des moments en 1/3 d'octave – X – () avant redesign – () après redesign

Vos questions ?
Merci de votre attention

cevaa.com | n.chevallier@groupe-6napse.com