

Astrium Space Transportation

Prédiction/modélisation des chocs et validation expérimentale

Dommanget // 28-05-2013

Together the pioneer of the full range of space solutions
for a better life on Earth

Prédiction/modélisation des chocs et validation expérimentale

- Introduction
- Modélisation de structures
- Exemples
- Conclusion

INTRODUCTION

- Conception lanceurs => séparation d'étages => chocs
- Excitation HF (typiquement $\sim 200\ 000\ g$, $f > 100\ kHz$ à qq cm)
- Nécessité Spécification / Vérification
- Ici : Limitation à aspect élastique (phase découpe, zone plastique non traitées)

MODELISATION

- Respect de règles basiques pour maillage
- Adaptation des sorties calcul aux mesures possibles
- Cohérence des domaines fréquentiels calculs/mesures
- Représentation de la sollicitation peut être un point dur
 - Signal mesuré (contenu fréquentiel cohérent du pas de temps de calcul)
 - Signal « synthétique », à recaler

EXEMPLE 1 : Plaque plane 1/10

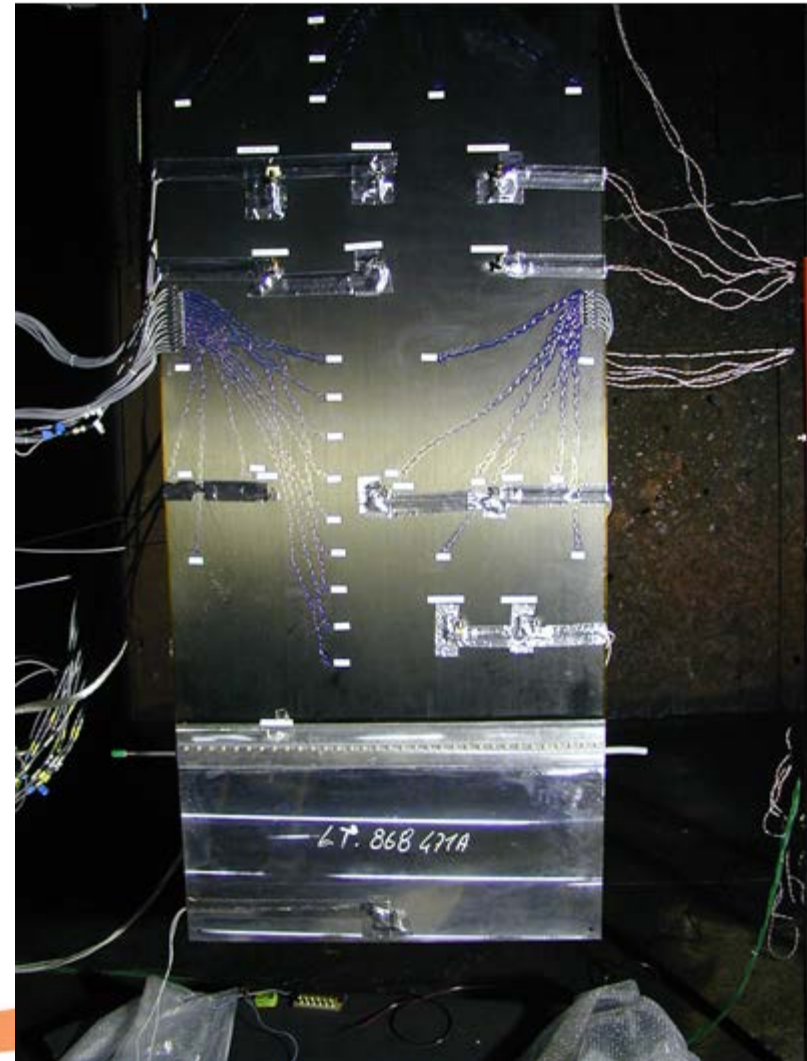
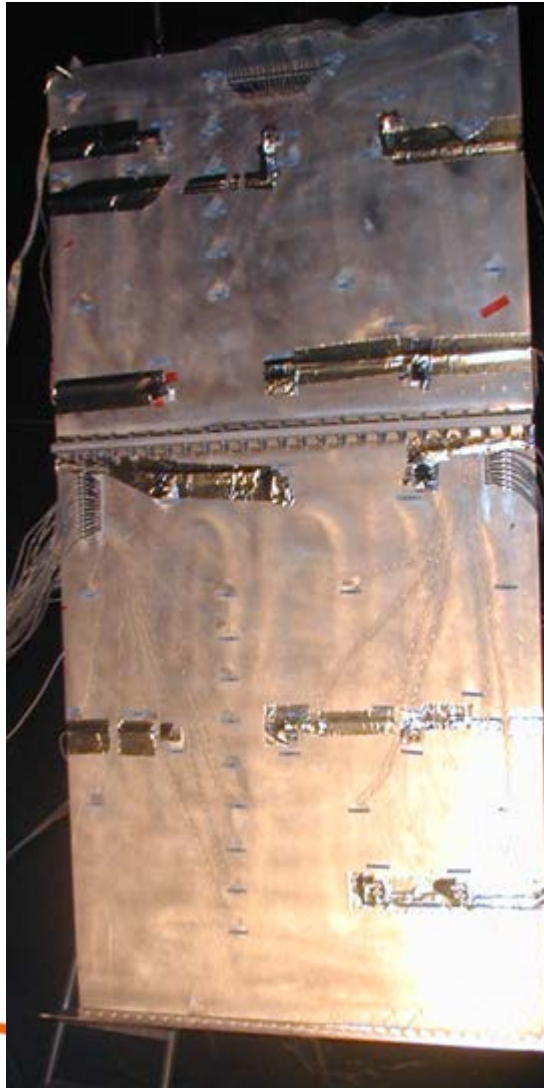
■ Intérêt d'un essai au sol

- Environnement contrôlé
- Nombre de mesures peut être important
- Possibilité de comparer des types de mesure/capteur, utilisation possible de moyens impossibles en vol (RX, laser, ...)
- Bande passante sans problème

■ Inconvénients

- Structures adjacentes différentes de la configuration réelle
- Sollicitation parfois différente de la configuration réelle
- Présence d'air (en général)

EXEMPLE 1 : Plaque plane 2/10

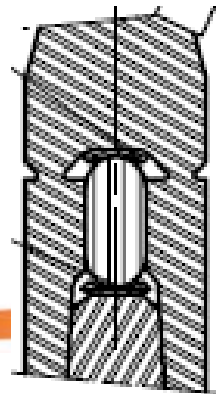
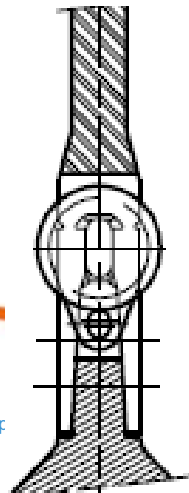
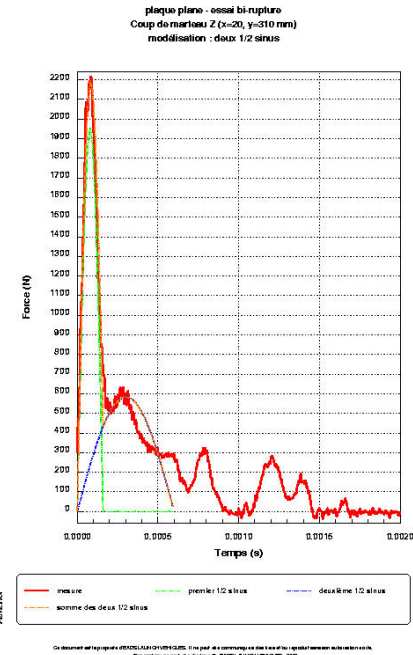


This document and the information it contains are property of Astrium. It shall not be used for any purpose other than those for which it was supplied. It shall not be reproduced or disclosed (in whole or in part) to any third party without Astrium prior written consent. Astrium SAS and Astrium GmbH - All rights reserved.

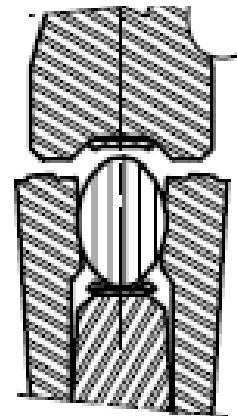
EXEMPLE 1 : Plaque plane 3/10

- Sollicitation possibles :
- coup de marteau

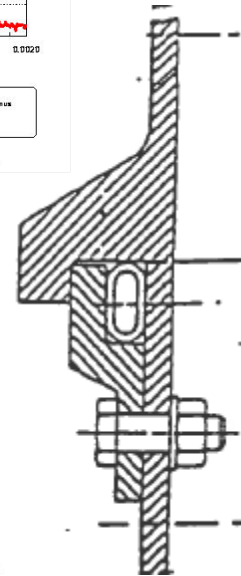
- Découpe mono-rupture (non testée dans ce cadre)
- Découpe bi-rupture



AVANT TIR



APRES TIR

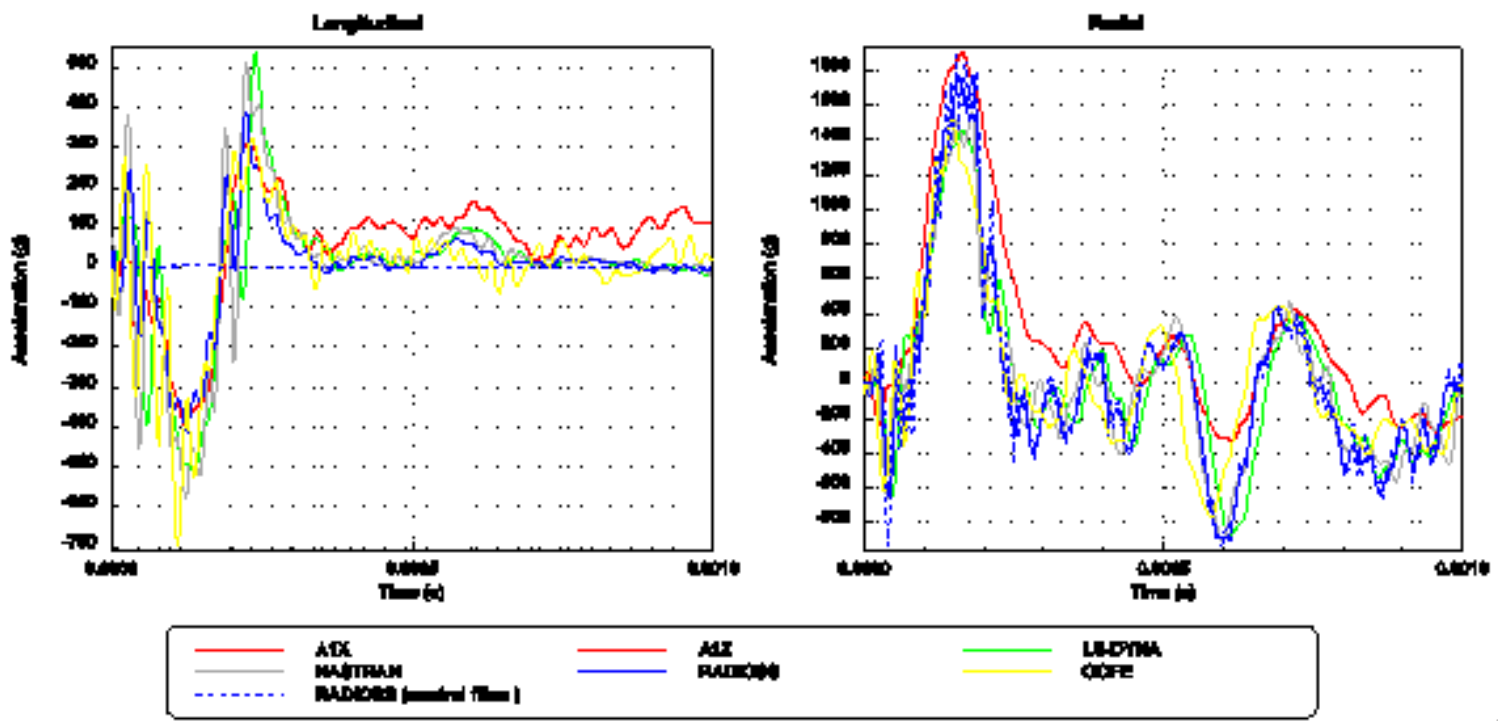


This document and the information it contains are property of Astrium. It shall not be used for any purpose other than those for which it was supplied. It shall not be reproduced or disclosed (in whole or in part) to any third party without Astrium prior written consent. Astrium SAS and Astrium GmbH - All rights reserved.

EXEMPLE 1 : Plaque plane 4/10

- Comparaison calcul mesures
- coup de marteau (près du coup de marteau)

plane plate - Campaign 1 - hammer test Z
accelerometer A1 (x=50, y=250 mm)

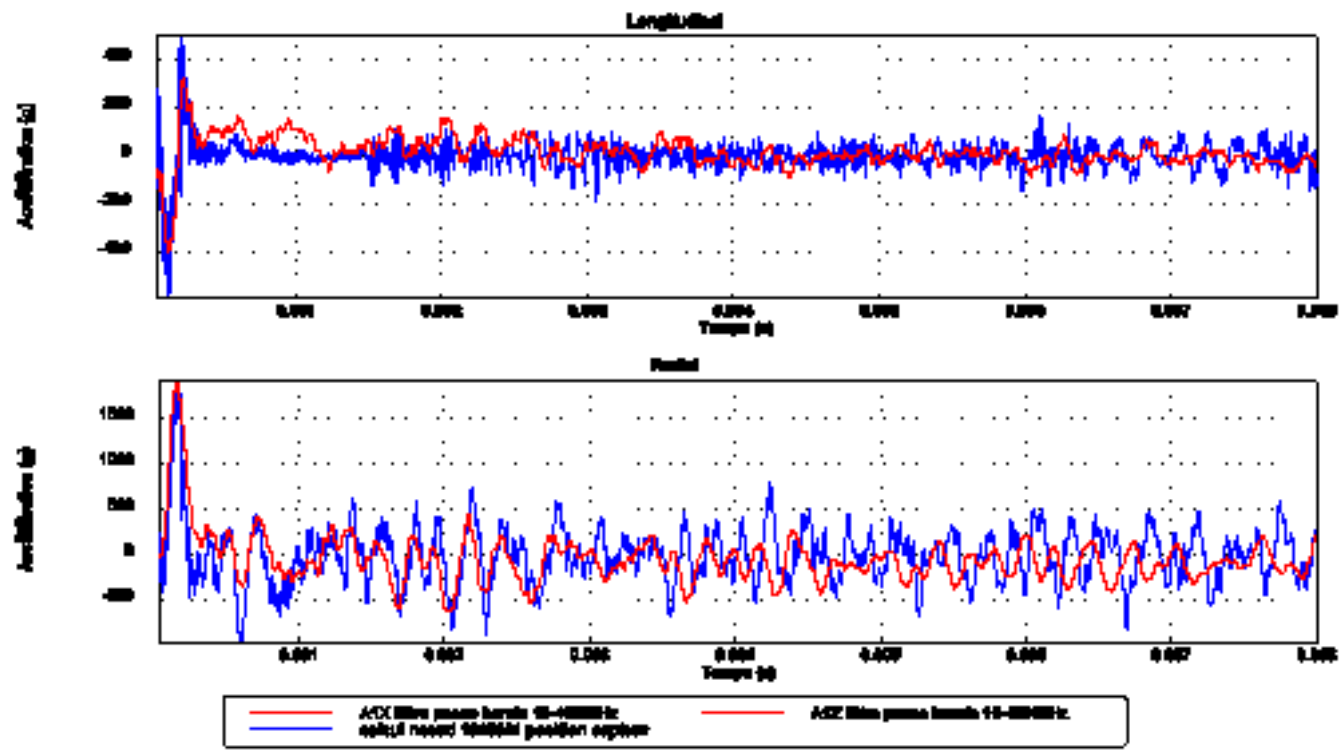


This document and the information it contains are property of Astrium. It shall not be used for any purpose other than those for which it was supplied. It shall not be reproduced or disclosed (in whole or in part) to any third party without Astrium prior written consent. Astrium SAS and Astrium GmbH - All rights reserved.

EXEMPLE 1 : Plaque plane 5/10

- Comparaison calcul mesures
- coup de marteau (près du coup de marteau)

plaque plane - Campagne 1
 $F_z = 1,0 * F - F_x = 0,17 * F$ (deux 1/2 sinus)
 coup de marteau Z - selon norme A1 (x=50, y=250 mm)



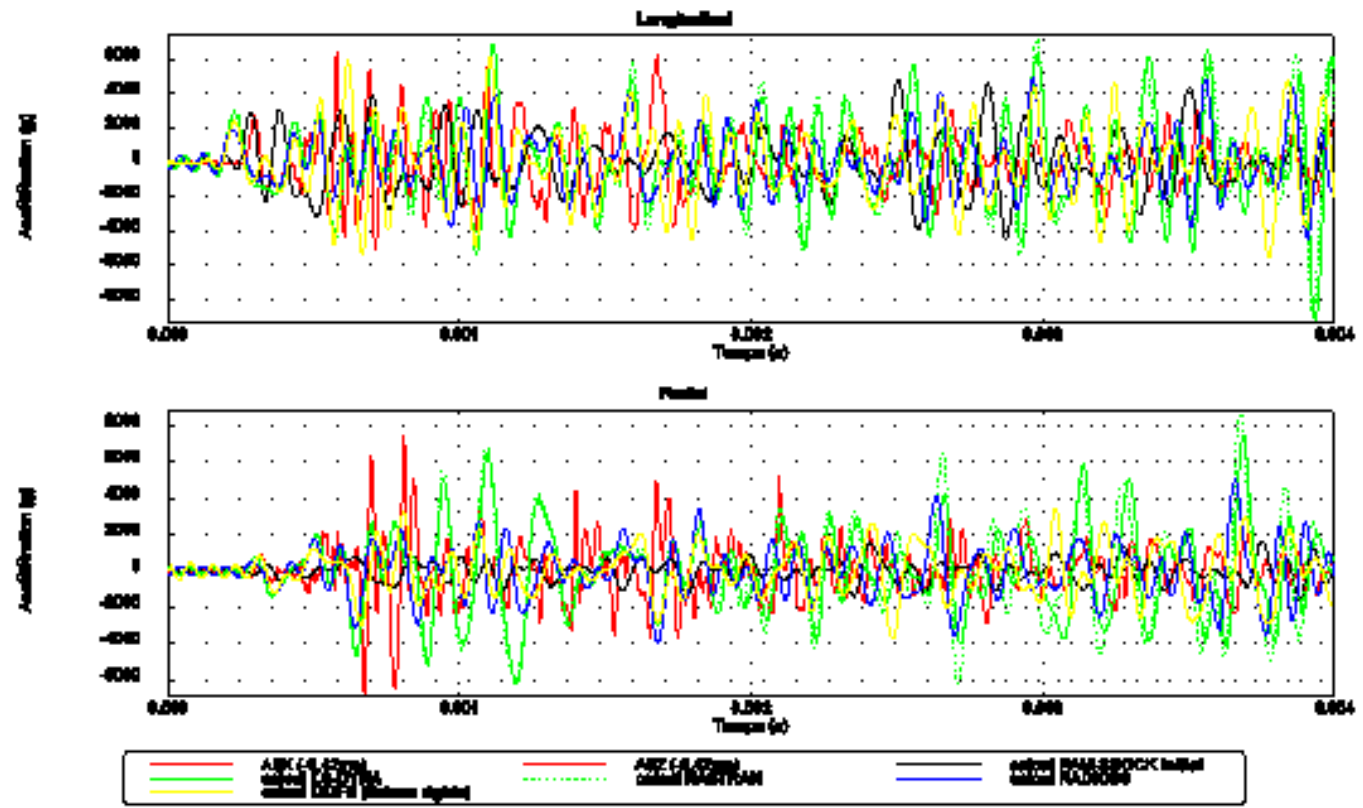
This document and the information it contains are property of Astrium. It shall not be used for any purpose other than those for which it was supplied. It shall not be reproduced or disclosed (in whole or in part) to any third party without Astrium prior written consent. Astrium SAS and Astrium GmbH - All rights reserved.

ASTRIUM

EXEMPLE 1 : Plaque plane 6/10

- Comparaison calcul mesures
- Tir pyro (amont bride) : pb chronologie si hors plan = flexion depuis découpe (Vf ~ 1100 m/s à 20 kHz)

plaque plane - Campagne 2 - calculs filtre PE : f < 13 kHz
 tir pyro - SCANNING Laser AS (x=1100, y=260 mm)

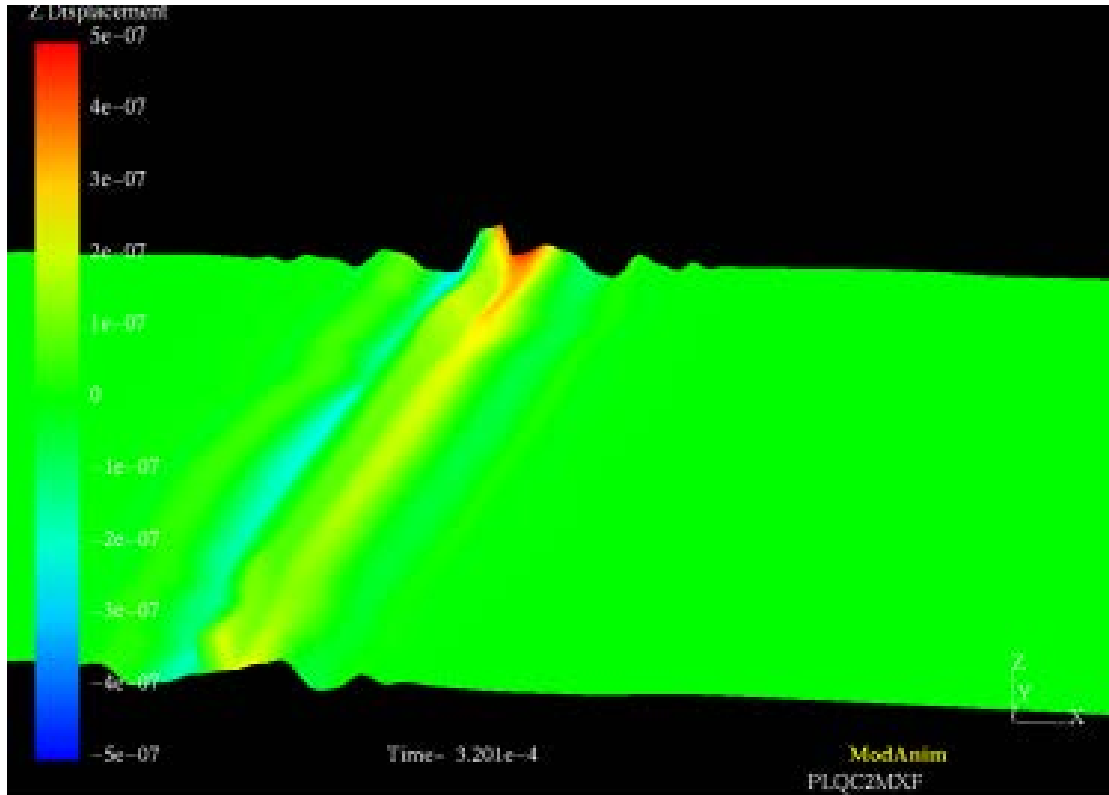


This document and the information it contains are property of Astrium. It shall not be used for any purpose other than those for which it was supplied. It shall not be reproduced or disclosed (in whole or in part) to any third party without Astrium prior written consent. Astrium SAS and Astrium GmbH - All rights reserved.

ZENEREA

EXEMPLE 1 : Plaque plane 7/10

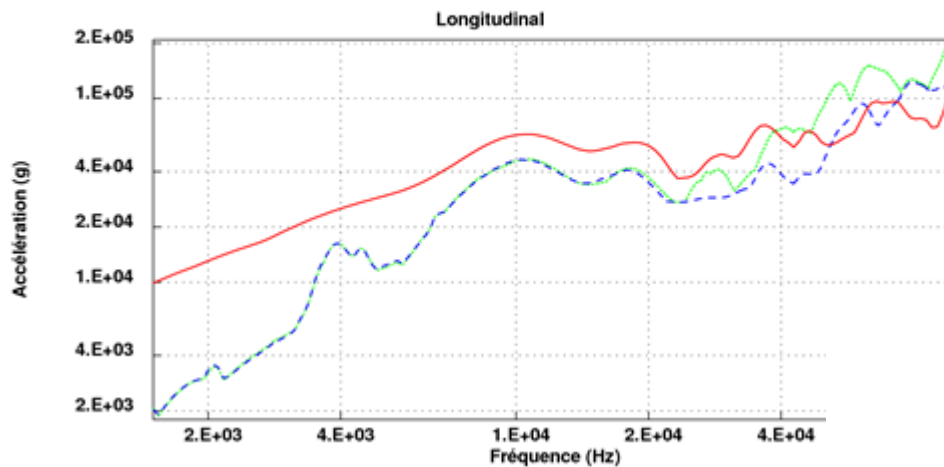
- Explication à partir du calcul coup de marteau dans le plan



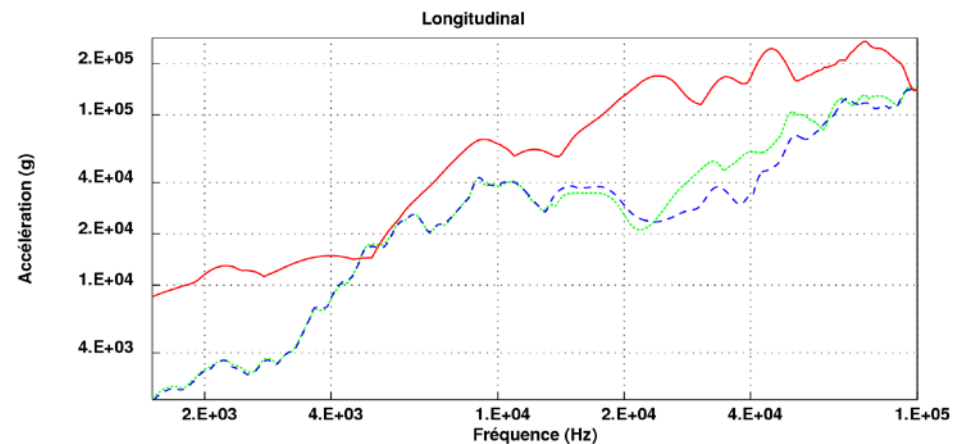
EXEMPLE 1 : Plaque plane 8/10

- Tir pyro : différences entre 2 capteurs voisins

plaque plane - essai bi-rupture - S. R. C. (Q=10)
accéléromètre A4 (x=600, y=750 mm) - cas amorti



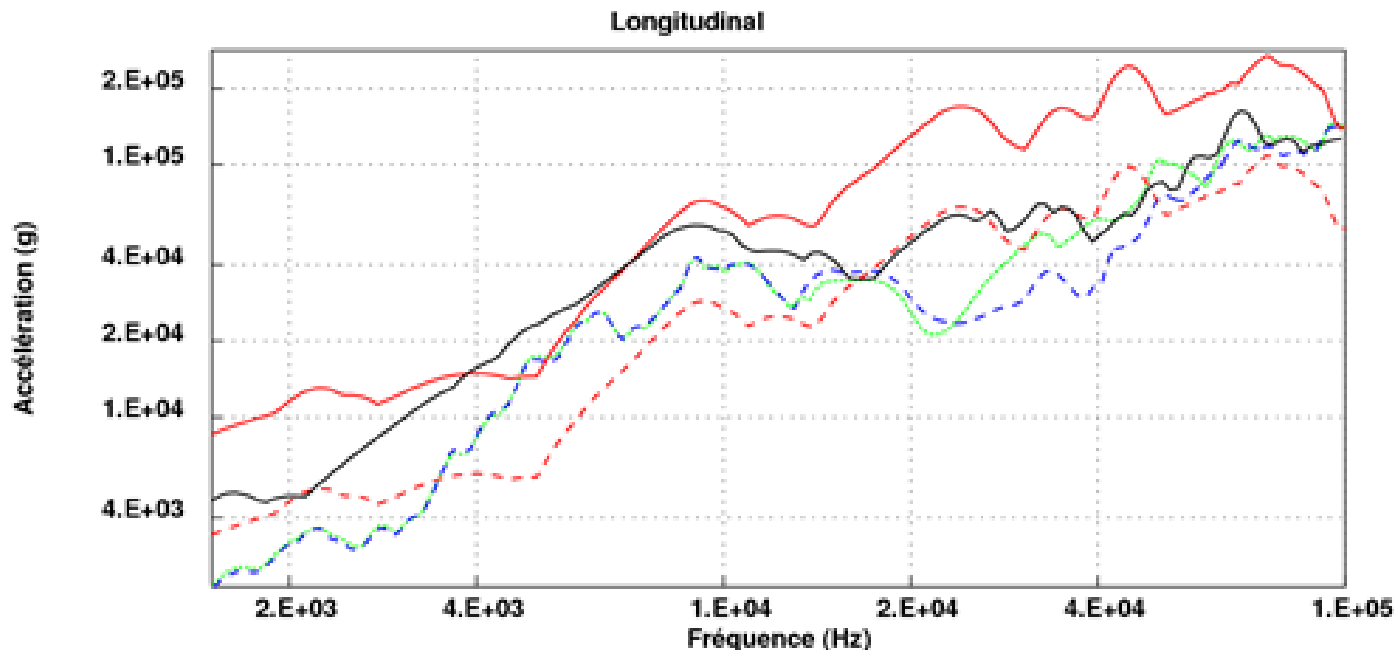
plaque plane - essai bi-rupture - S. R. C. (Q=10)
accéléromètre A5 (x=602, y=500 mm) - cas amorti



EXEMPLE 1 : Plaque plane 9/10

- Tir pyro : différences entre 2 capteurs voisins
- Hypothèse : erreur de calibrage capteur => correction pour correspondre au calcul
- Meilleure corrélation dans zone validité du capteur – correction validée par essai ultérieur

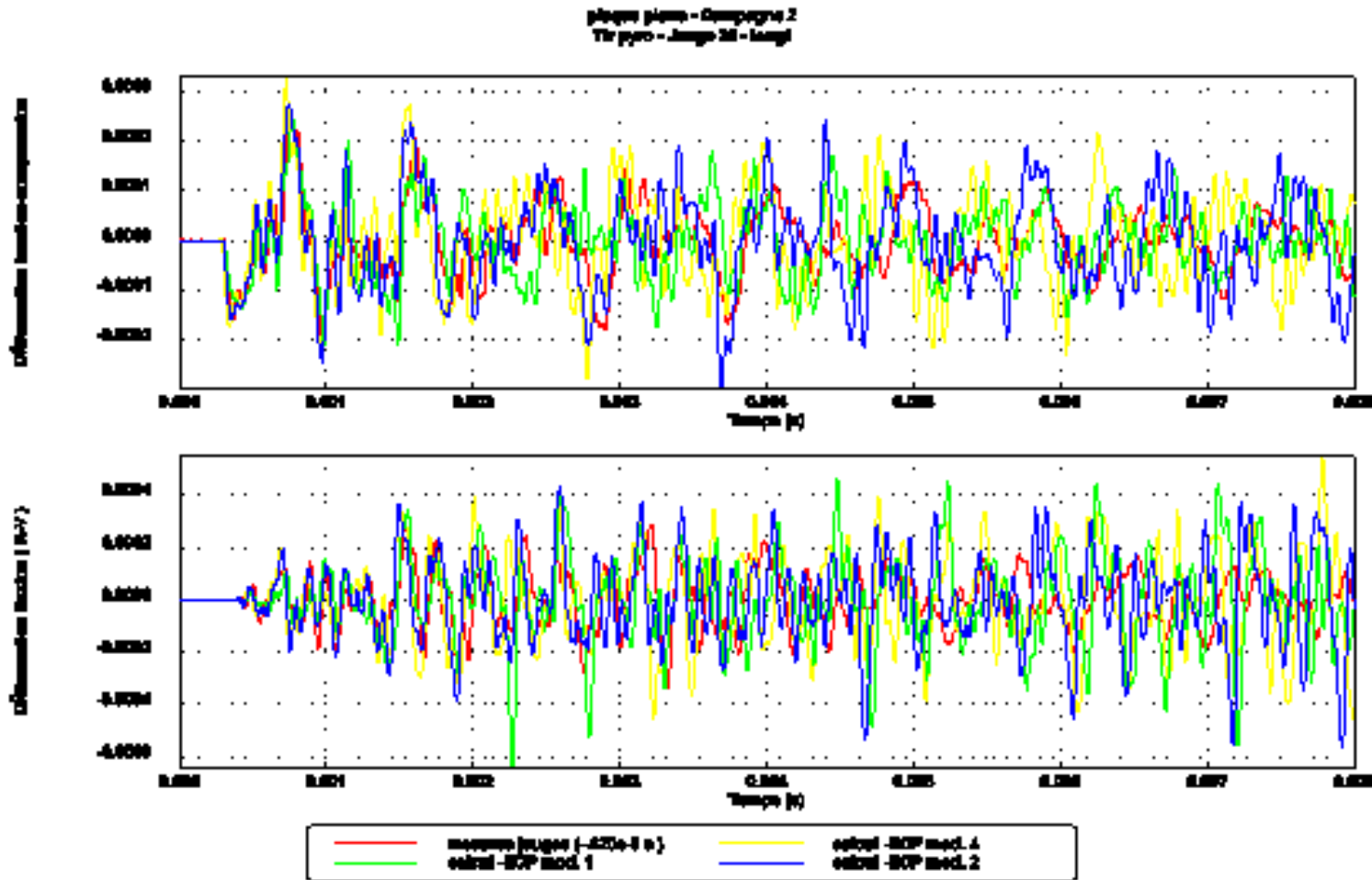
plaque plane - essai bi-rupture - S. R. C. (Q=10)
accéléromètre A5 (x=602, y=500 mm) - cas amorti



EXEMPLE 1 : Plaque plane 10/10

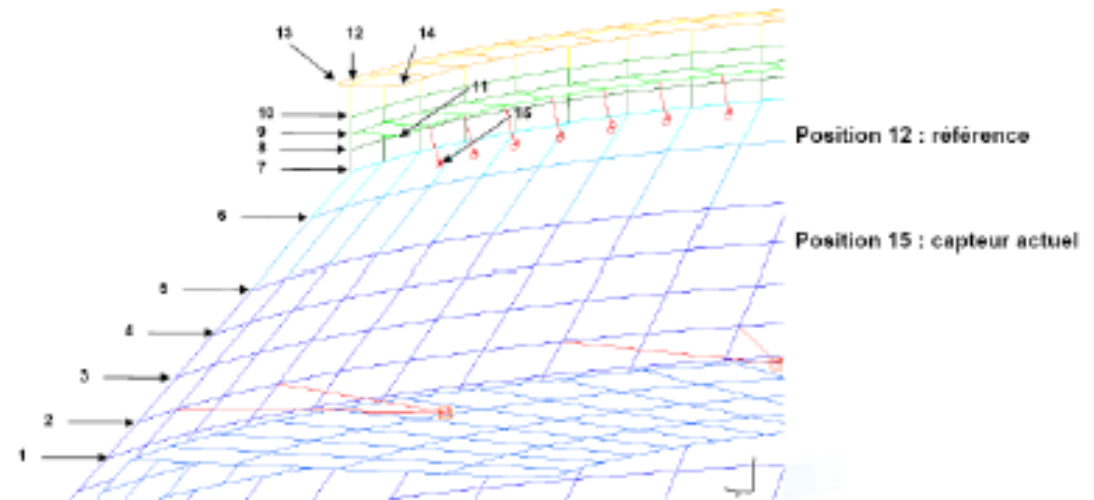
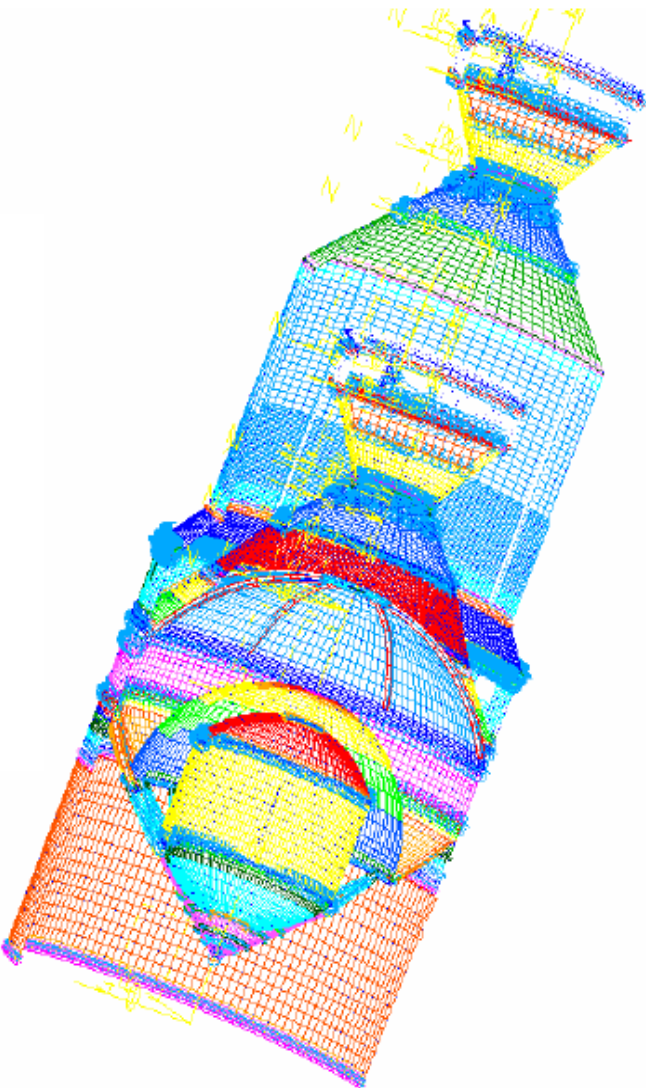
- Intérêt des jauges de déformation

X=1500 mm, y =369 mm



EXEMPLE 2 : Interface CU / ARIANE5 1/12

- Modèle de compréhension



Positions étudiées sur l'ACU 1194H

EXEMPLE 2 : Interface CU / ARIANE5 2/12

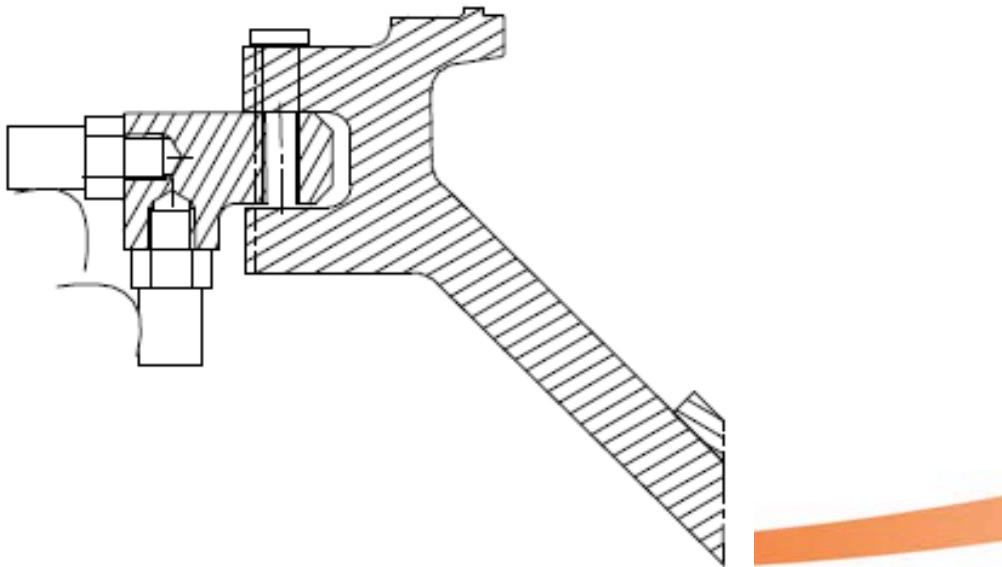
- Séparation Coiffe



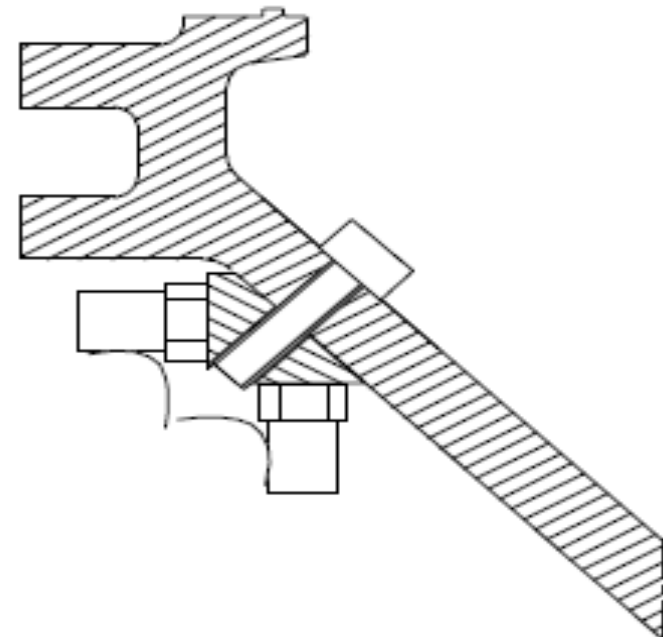
EXEMPLE 2 : Interface CU / ARIANE5 3/12

- Propositions de nouvelle position

Position récurrente (1)



nouvelle position (2)



EXEMPLE 2 : Interface CU / ARIANE5 4/12

- Essai en vol

Intérêt confirmé en axial
amplification en radial sur nouvelle position

- Essai au sol

Tendance vol confirmée

- Essai échelle 1

Chocs L sur CU => (2) OK

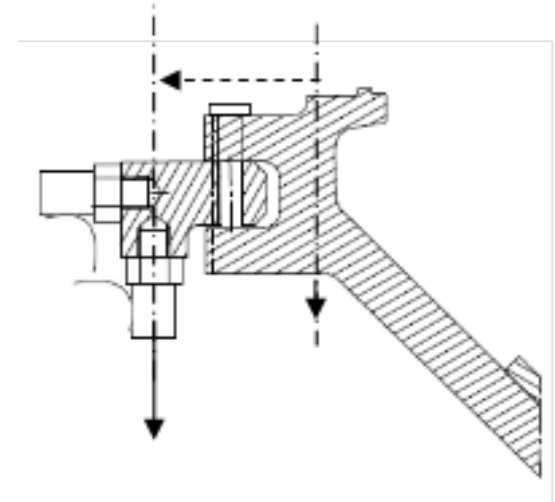
Chocs R sur CU => (1) OK



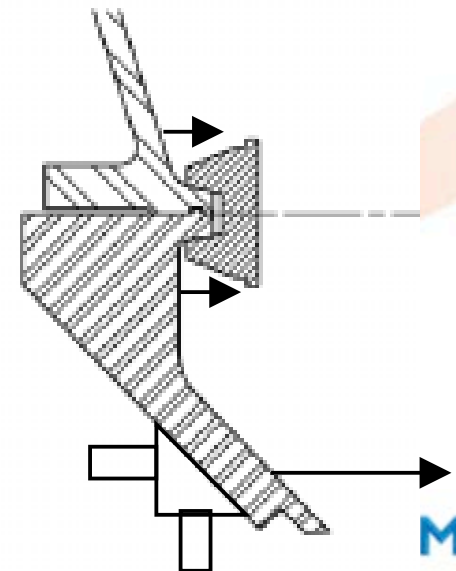
EXEMPLE 2 : Interface CU / ARIANE5 5/12

■ Interprétation physique

Niveaux longitudinaux élevés en position 1 attribués à l'excentrement du capteur

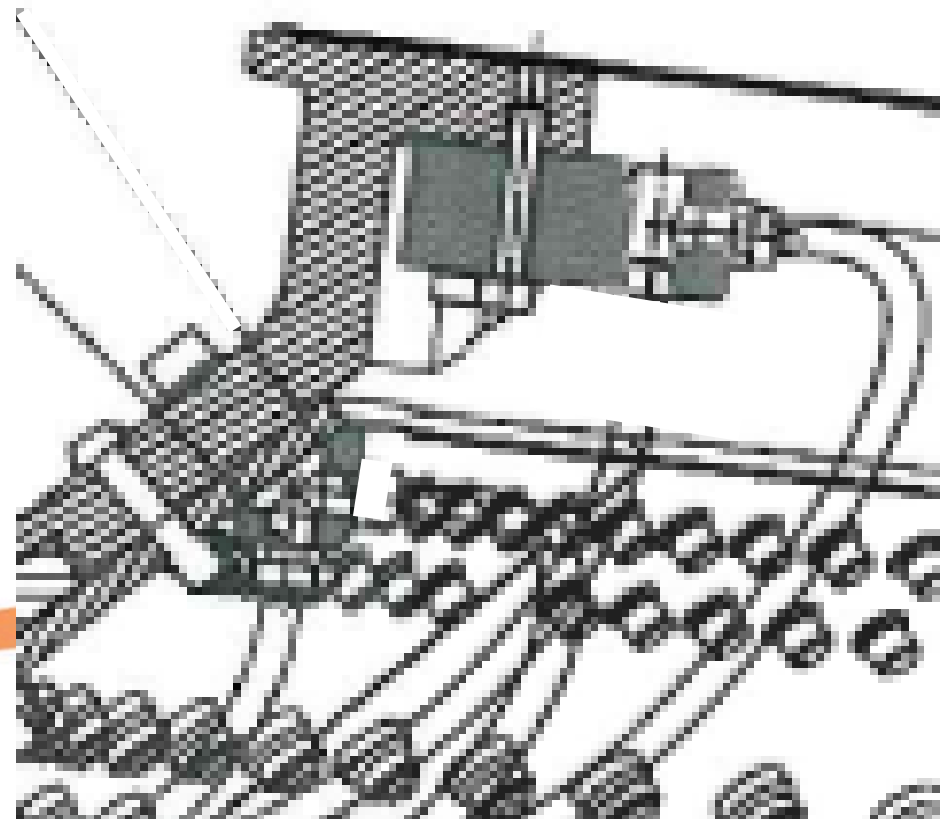
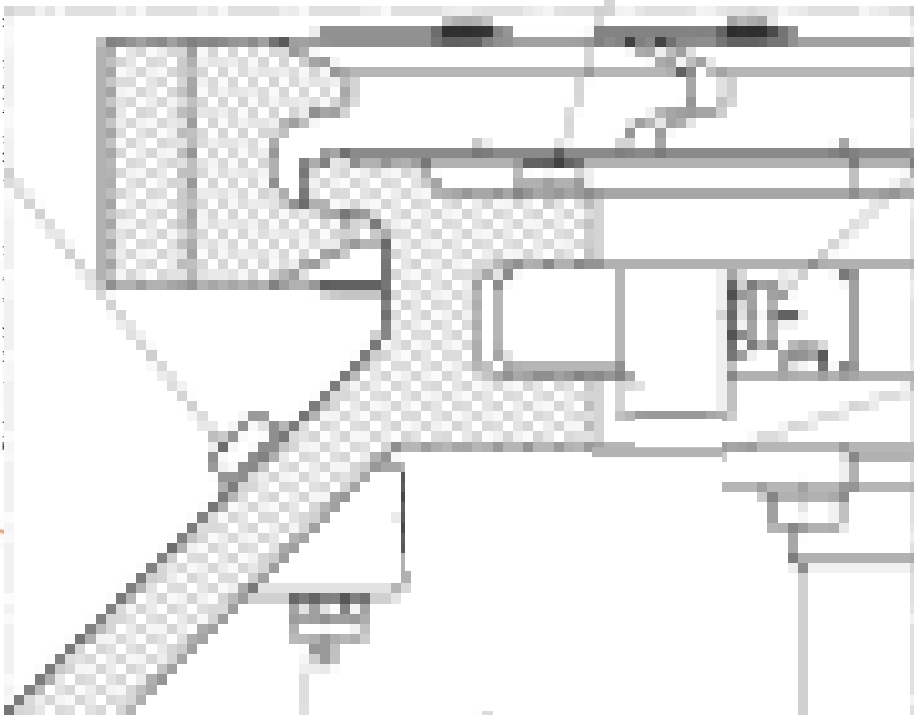


Niveaux radiaux élevés en position 2 attribués à des vibrations locales non représentatives du comportement à l'interface



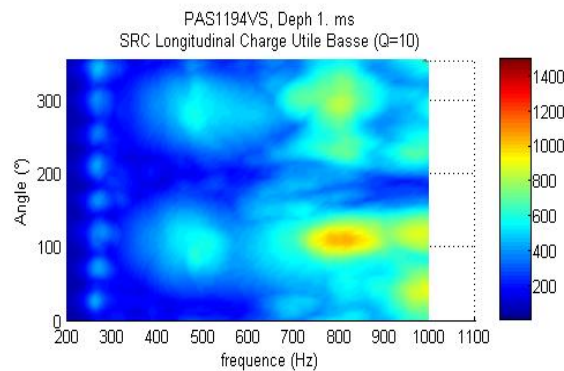
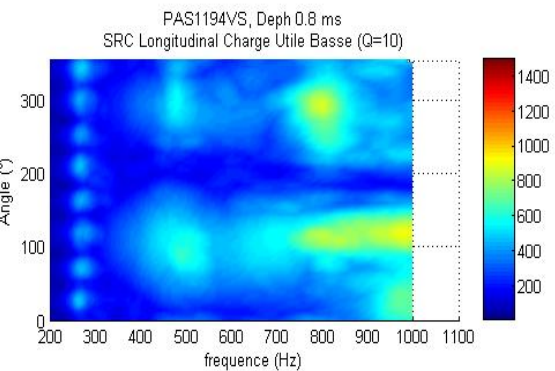
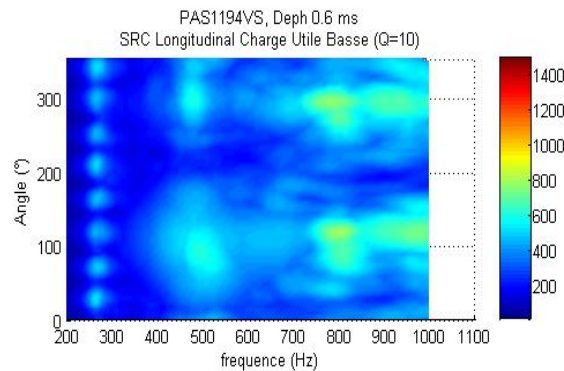
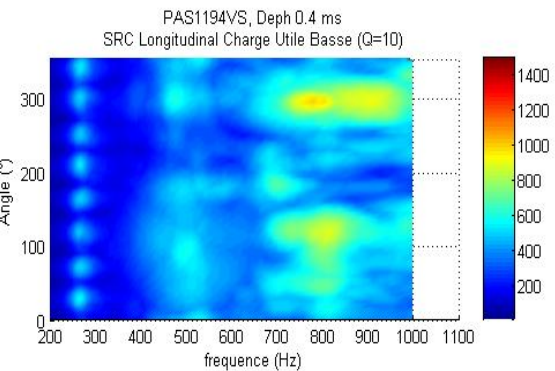
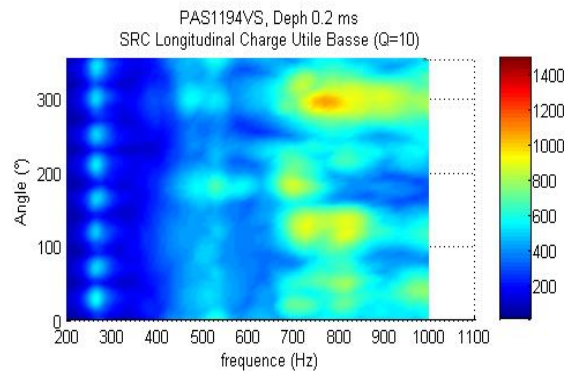
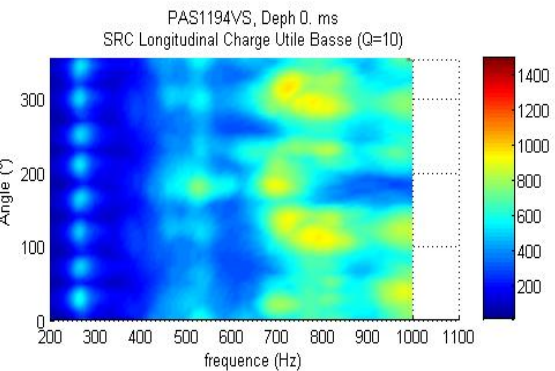
EXEMPLE 2 : Interface CU / ARIANE5 6/12

- Modification du plan de mesures



EXEMPLE 2 : Interface CU / ARIANE5 7/12

■ Dispersion circonférentielle CUB

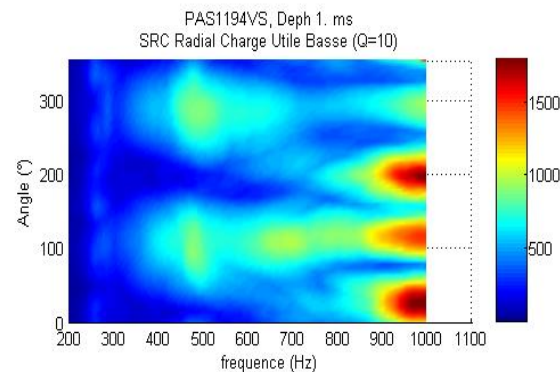
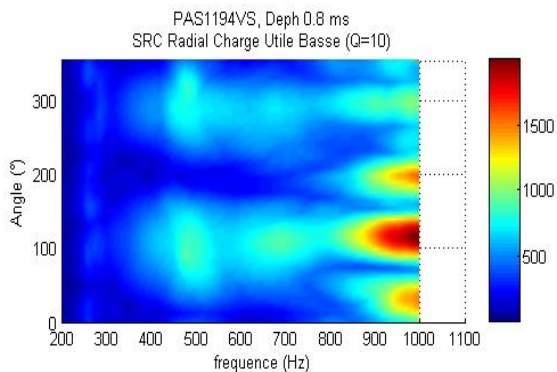
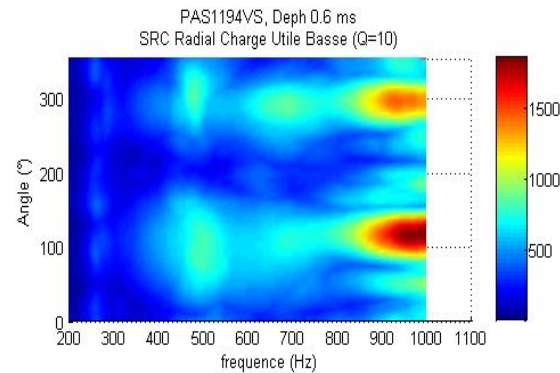
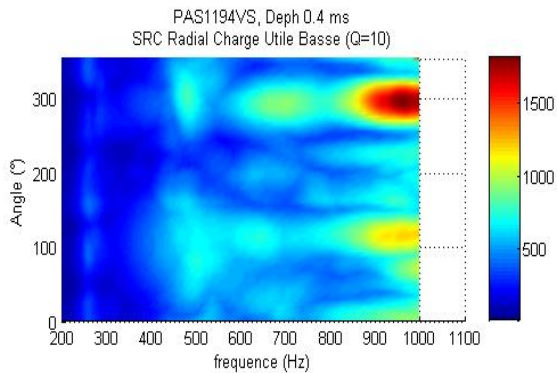
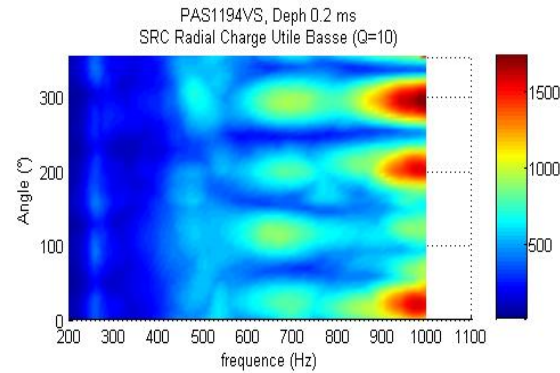
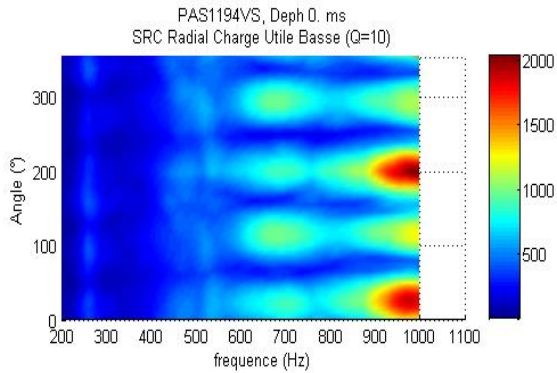


longi



EXEMPLE 2 : Interface CU / ARIANE5 8/12

■ Dispersion circonférentielle CUB



radial



EXEMPLE 2 : Interface CU / ARIANE5 9/12

■ Dispersion circonférentielle CUB

⇒ Traitement à un azimut insuffisant

⇒ Plus judicieux de raisonner sur niveaux moyens sur circonférence

⇒ Définir dispersions

⇒ Entre vols : résultats vols pour la génératrice Y – écarts moyenne et min/max, par type d'adaptateur

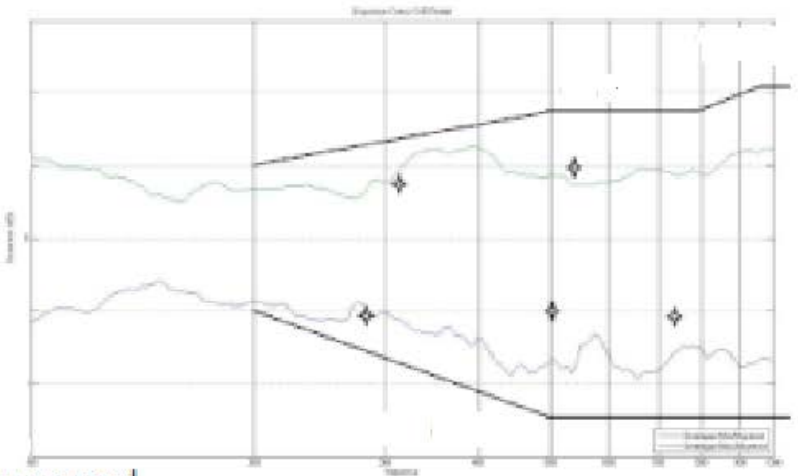
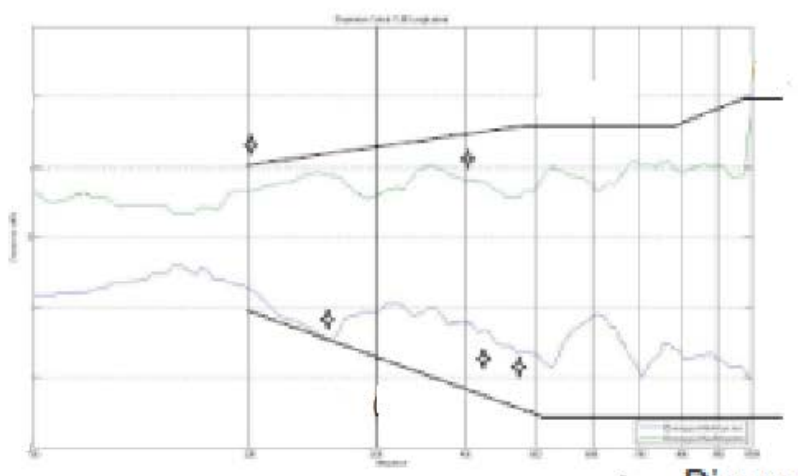
⇒ Sur circonférence : à partir simulations – écarts entre moyenne et les min/max, pour chaque direction, pour l'ensemble des points sur la circonférence et l'ensemble des délais entre les deux ½ brides HSS, pour un type de partie haute.

EXEMPLE 2 : Interface CU / ARIANE5 10/12

- Dispersion à appliquer pour analyse vols
 - ⇒ Traitement à un azimut insuffisant
 - ⇒ Plus judicieux de raisonner sur niveaux moyens sur circonférence
 - ⇒ Définir dispersions
 - ⇒ Entre vols : résultats vols pour la génératrice Y – écarts moyenne et min/max, par type d'adaptateur
 - ⇒ Sur circonférence : à partir simulations – écarts entre moyenne et les min/max, pour chaque direction, pour l'ensemble des points sur la circonférence et l'ensemble des délais entre les deux ½ brides HSS, pour un type de partie haute.

EXEMPLE 2 : Interface CU / ARIANE5 11/12

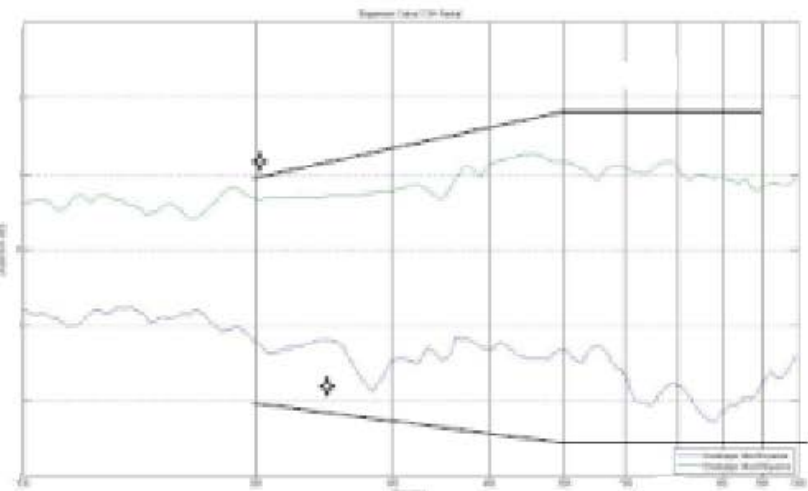
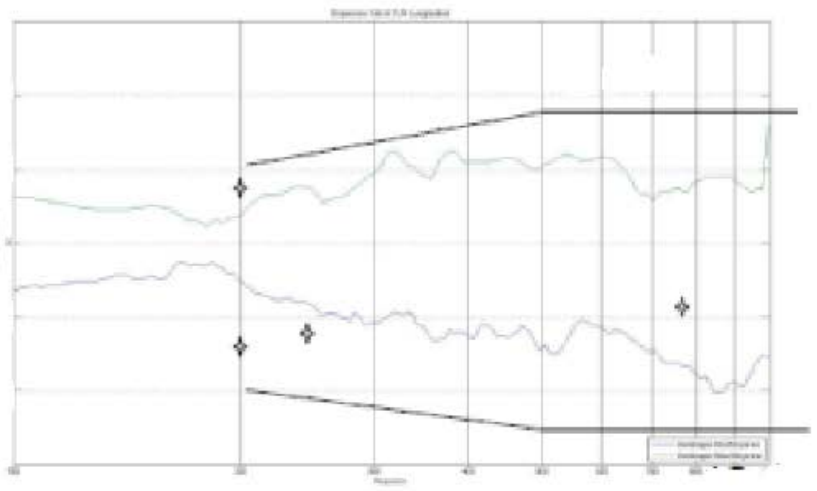
- Dispersion à appliquer pour analyse vols



✦ Dispersion max vol
 — Soécification proposée

Direction Longitudinale CUB

Direction Radiale CUB



Direction Longitudinale CUH

Direction Radiale CUH

EXEMPLE 2 : Interface CU / ARIANE5 12/12

■ Nouvelle logique pour analyse vols

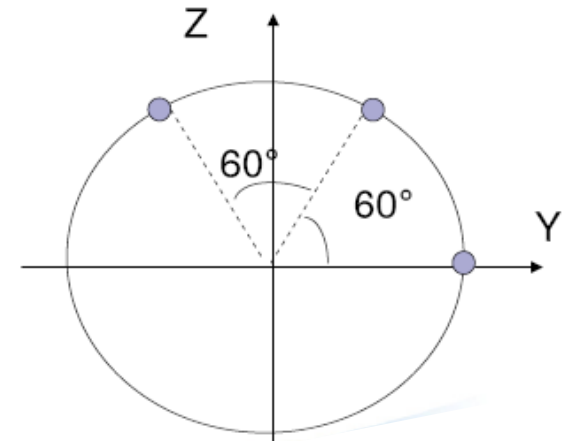
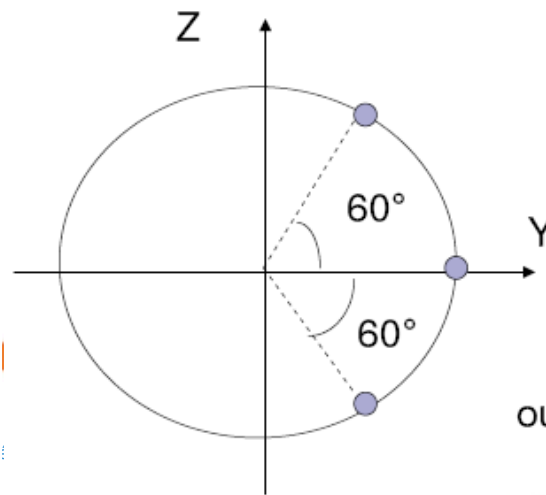
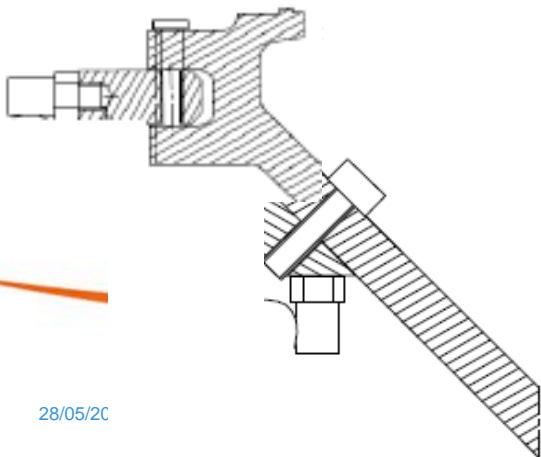
moyenne des niveaux à l'interface, par famille d'adaptateur
niveaux moyens définis par configuration (positions, CU, type adaptateur, ...)

définition dispersion niveau moyen : Simulation 200 – 800 Hz

Vols sur Y sur mode d'anneau 800 – 2000 Hz

pour CU sensible : mesure niveau moyen => plusieurs capteurs sur circonférence (3 suffisent)

positions préconisées :



CONCLUSIONS

Modélisation chocs

=> pas totalement prédictif pour structures industrielles (liaisons, bifurcations, ...)

- Permet orienter conception, plan de mesures, « récupérer » de mesures douteuses, faire un choix entre capteurs, montages, ...
- Permet accès à informations impossibles autrement (par ex. dans la masse) et info globales (champs de déformations, propagation d'ondes élastiques, ...)
- Permet études paramétriques, coûteuses et longues par essais, facilite l'interprétation physique
- Comparaison aux mesures pour : validation, vérification si mesures dans la norme ou dans dispersion expérimentale

REMERCIEMENTS

Les travaux présentés ont été réalisés grâce à la participation notamment de :

- Henri GRZESKOWIAK – HG Consultant
- Christian GRATIEN, Bastien HIVERNIAU, François TEXIER –
ASTRIUM Les Mureaux