



MESURES PAR STÉRÉO-CORRÉLATION D'IMAGE NUMÉRIQUE

Application aux essais au sol et en vol

PRÉSENTATION 3AF DU 07/12/2023
MA. VERDA

SOMMAIRE

Présentation de la méthode

Application aux essais RADIER

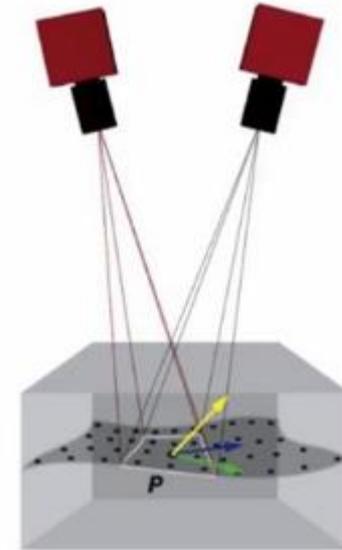
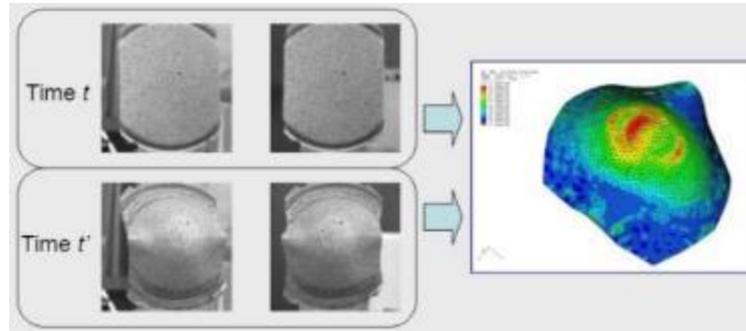
Application aux essais de déformée voilure

Application aux essais GVT (Ground Vibration Test)

PRÉSENTATION DE LA MÉTHODE (1/3)

Un couple de camera permet de mesurer les déplacements dans les 3 dimensions.

- 2 cameras espacées d'un tiers de la distance de l'objet,
- Système de synchronisation des cameras.
- Étape de Calibration importante
 - Calibration des caméras/objectifs
 - Repère commun pour projection déformations



3D

PRÉSENTATION DE LA MÉTHODE (2/3)

Différents types de mires

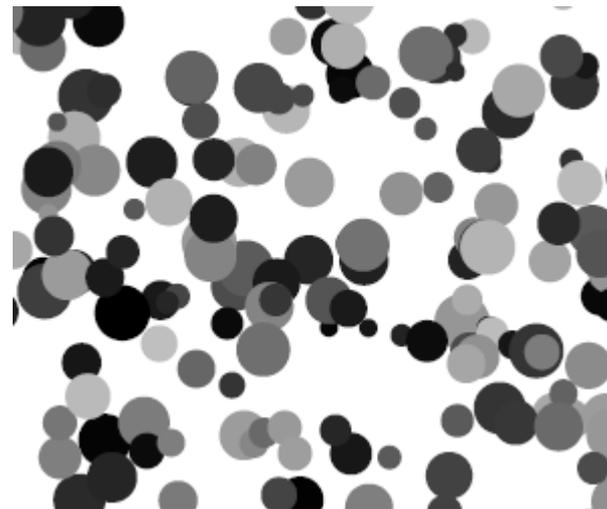
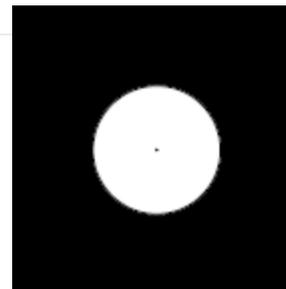
- **Mires ponctuelles**

- Points de référence (alignement de repère, point caractéristique ...)
- Reconnaissance automatique par le logiciel
- Inconvénient : pas de mesure continue

- **Mouchetis**

- Mesure de champ : idéal pour de la déformation
- Inconvénients :
 - Grandes quantités de données à traiter
 - Installation plus longues

- **Précision de mesure équivalente : 0,01 pixel**



PRÉSENTATION DE LA MÉTHODE (3/3)

Mise au repère avion :

- Les données sont directement dans le repère orthonormé de l'avion
- Nécessite les coordonnées dans le repère avion de 3 points mesurés

Traitement des données :

- Extraction des données par le logiciel (image / format .csv)
- Couplage avec des moyens d'essais Dassault :
 - Traitement flux ethernet données temps réel (code python)
 - Entrée / sortie analogique sur le système

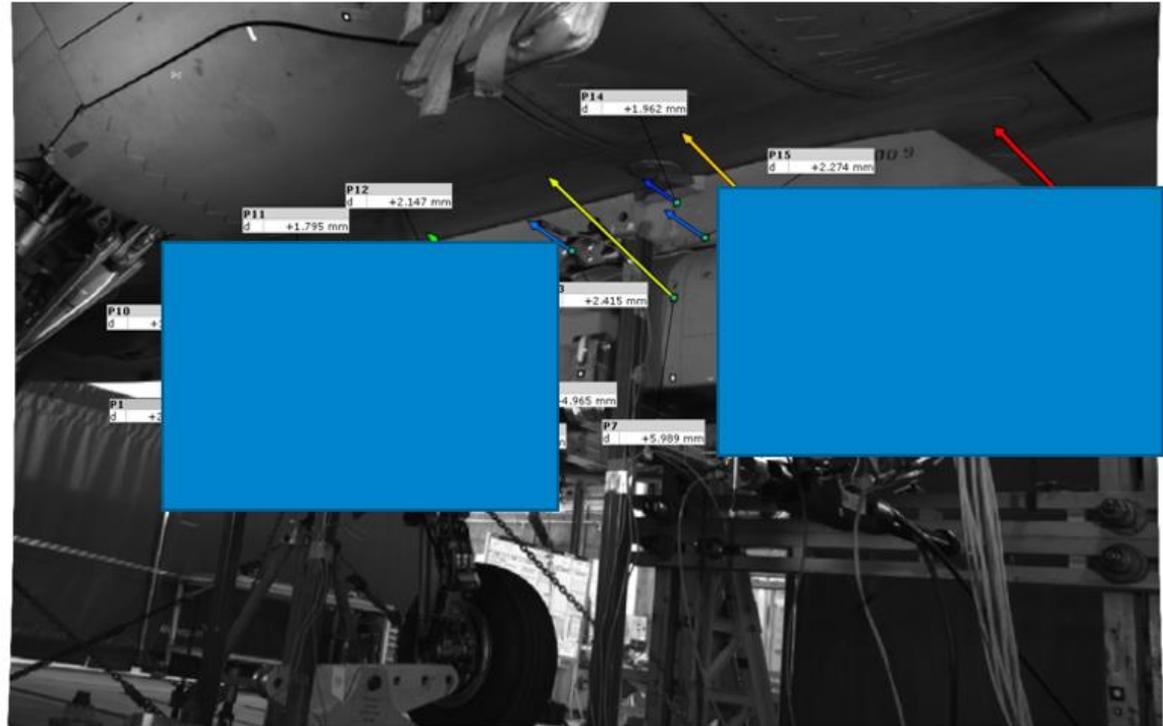
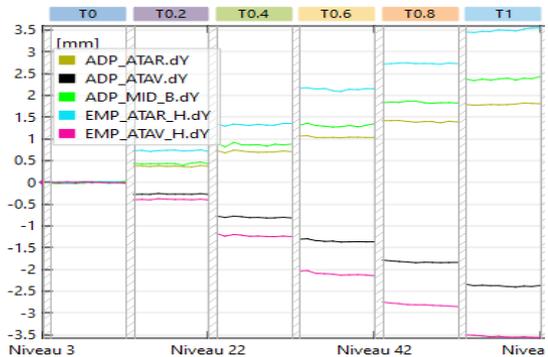
APPLICATION AUX ESSAIS D'ÉTALONNAGE DES JAUGES DE CONTRAINTES

Objectif: Mesurer les déplacements de la structure suite à l'application d'un effort

- Précision attendue : 0,1 mm
- Volume de mesure : longueur 2,5 m



APPLICATION AUX ESSAIS D'ÉTALONNAGE DES JAUGES DE CONTRAINTES



APPLICATION AUX ESSAIS D'ÉTALONNAGE DES JAUGES DE CONTRAINTES

Bilan :

- Remplace les piges de déplacements (ex. 10 piges pour cet essai)
- Gain en temps d'installation une fois la calibration faite : ~1 jour sur cet essai (10 jours d'essai)
- Précision de mesure largement suffisante et gain en qualité de la donnée
- Temps de dépouillements → identique avec le flux ethernet en temps réel
- Gain en nombre de points de mesures et en données extraites (1 point = dX dY dZ)

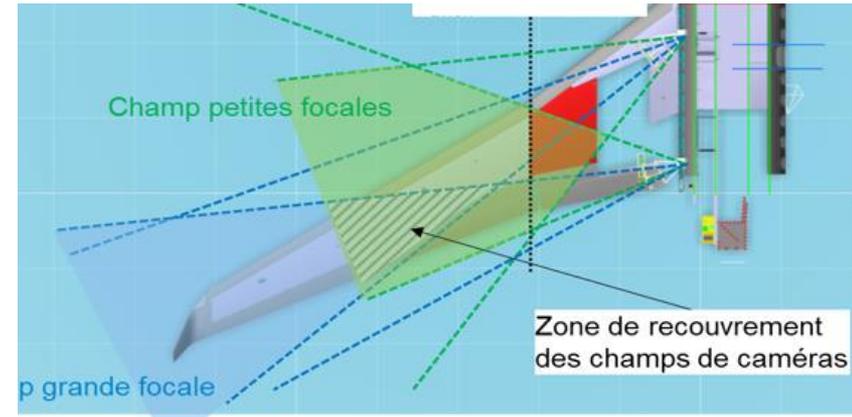
APPLICATION AUX MESURES DE DÉFORMÉES VOILURE

Objectif : Mesure en vol de déformée voilure pour le recalage des modèles aéroélastiques

- Précision souhaitée : ~ dixième de degré de vrille voilure et flexion winglet
- Compatible des mesures de pressions pariétales

Problématique de mise en œuvre :

- Non intrusif
- Incidence rasante pour les mires voilures
- Distance importante (~12m entre fuselage et winglet)
- Gestion de la luminosité
- Traversée des hublots



APPLICATION AUX MESURES DE DÉFORMÉES VOILURE

Mise en œuvre :

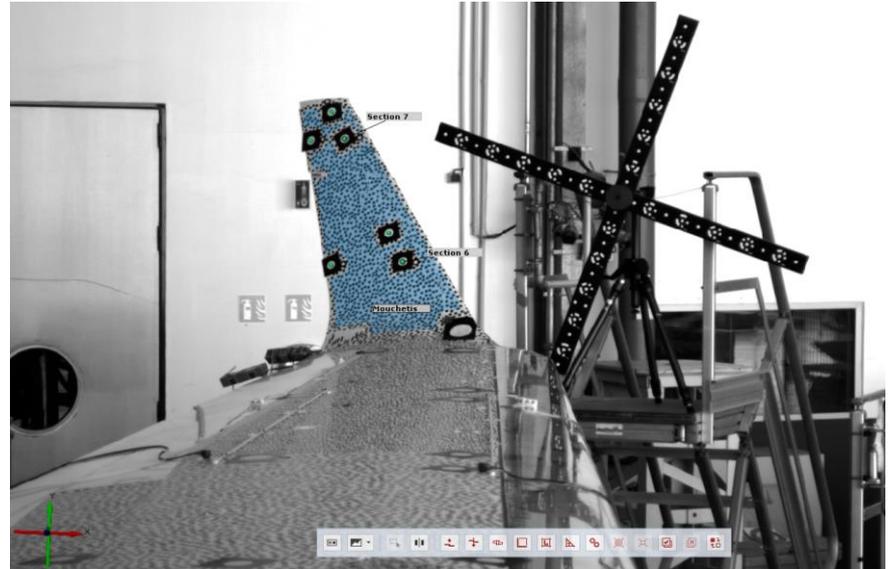
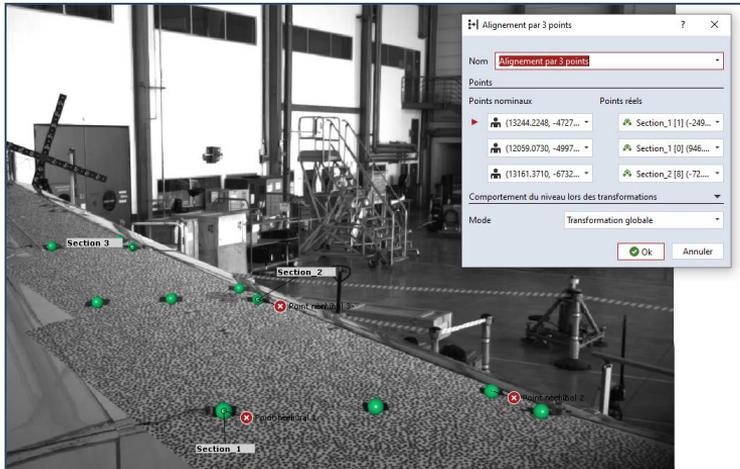
- **2 Paires de cameras :**
 - Capteur de 12 millions de pixels (4096 * 3068)
 - Taille Pixel : 0,0055mm
- **Installation sur une poutre :**
 - Cameras liés mécaniquement,
 - Fixation du châssis sur les rails de siège,
- **Faux Hublots**
 - 2 transparents de 10 cm de diamètre,
 - Transparent plan et monolithique



APPLICATION AUX MESURES DE DÉFORMÉES VOILURE

Préparation de l'essai :

- Positionnement et identification au tracker laser des mires sur la voilure
- Réglages objectifs (ouverture / mise au point)
- Calibrations des caméras
- Mise au repère avion



APPLICATION AUX ESSAIS GVT

Essais GVT : Ground Vibration Test → essai d'analyse modale sur un avion

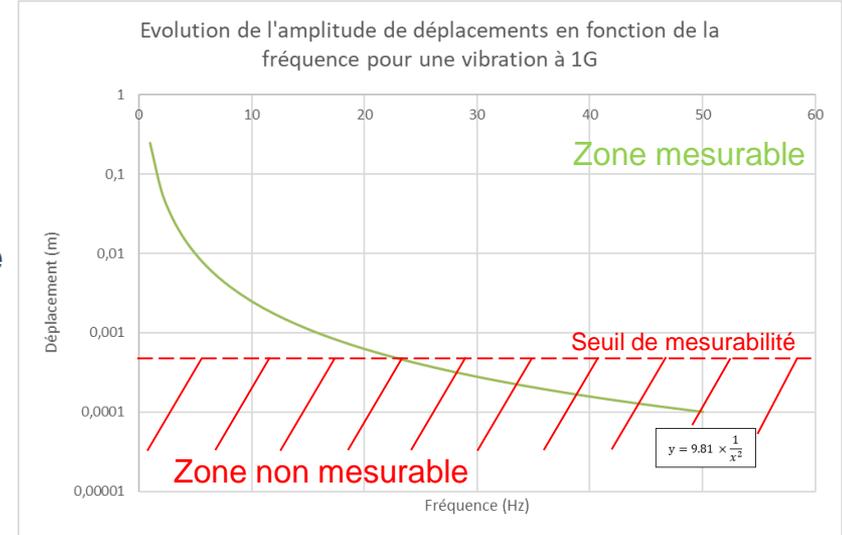
Objectif : Remplacer ou compléter les mesures accélérométriques par des mesures de stéréocorrélation pour :

- Affiner les déformées modales
- Détection de modes locaux
- Gagner du temps d'installation

APPLICATION AUX ESSAIS GVT

Problématique :

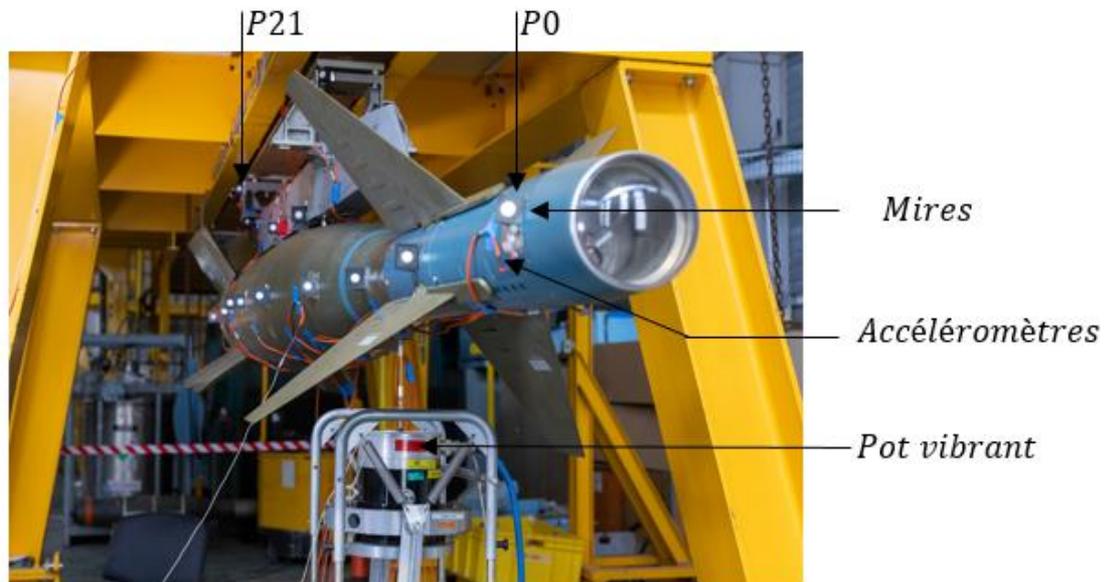
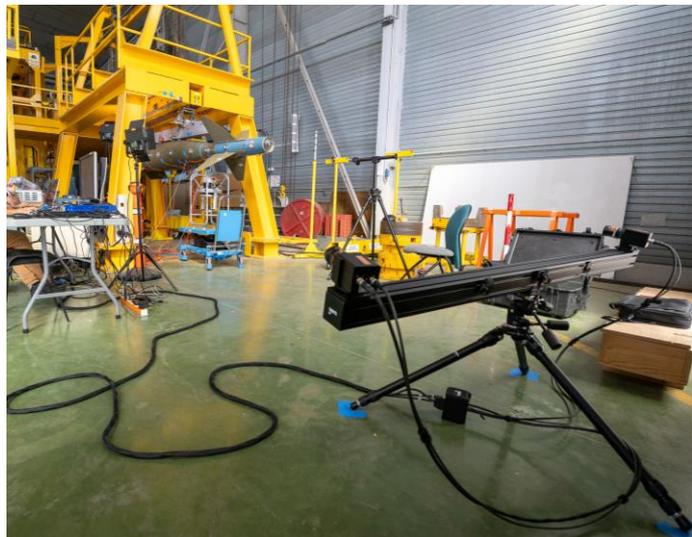
- Rapport signal sur bruit (mesure de déplacement)
- Synchronisation avec le signal d'excitation
- Synchronisation avec l'installation d'essai externe si présente
- Précision de mesure sur toute la bande de fréquence
- Gestion de la luminosité



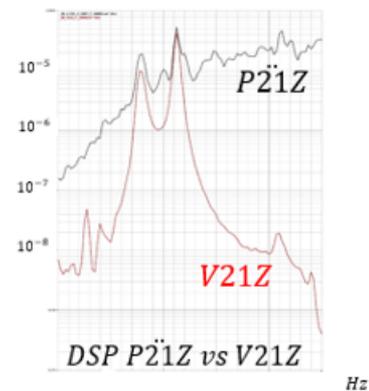
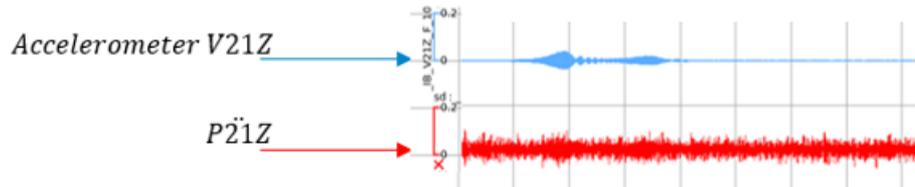
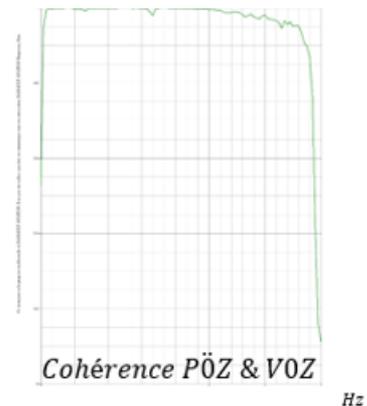
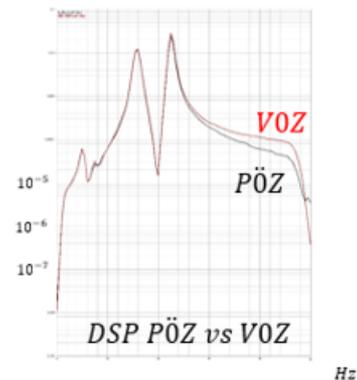
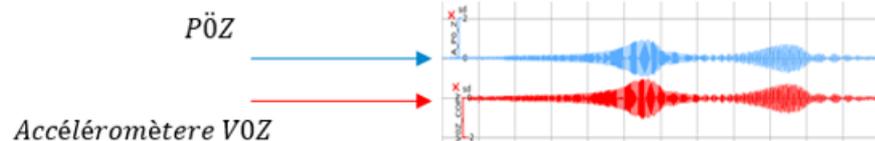
APPLICATION AUX ESSAIS GVT

Essai sur emport :

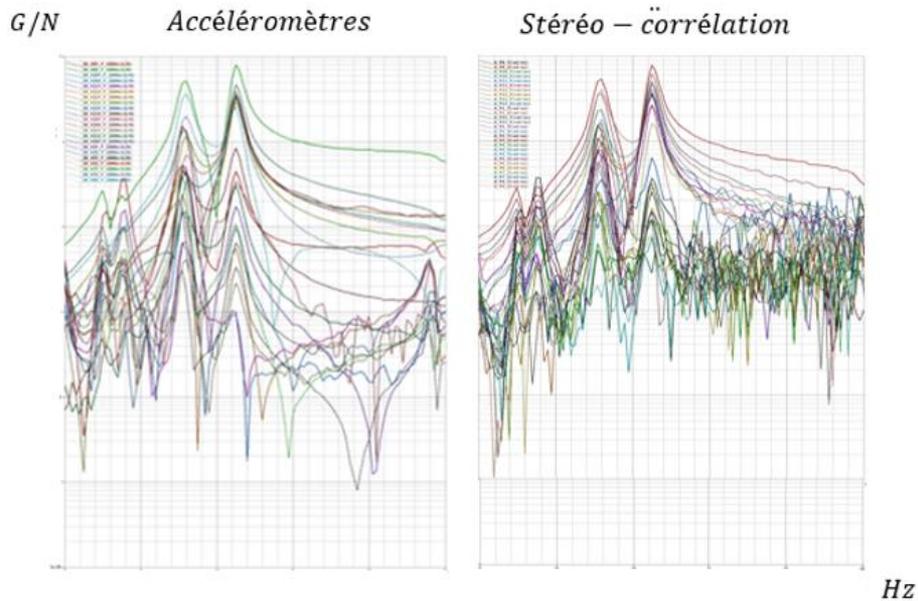
- Mise en œuvre de la stéréo-corrélation avec des excitations type GVT
- Comparaison avec une instrumentation classique



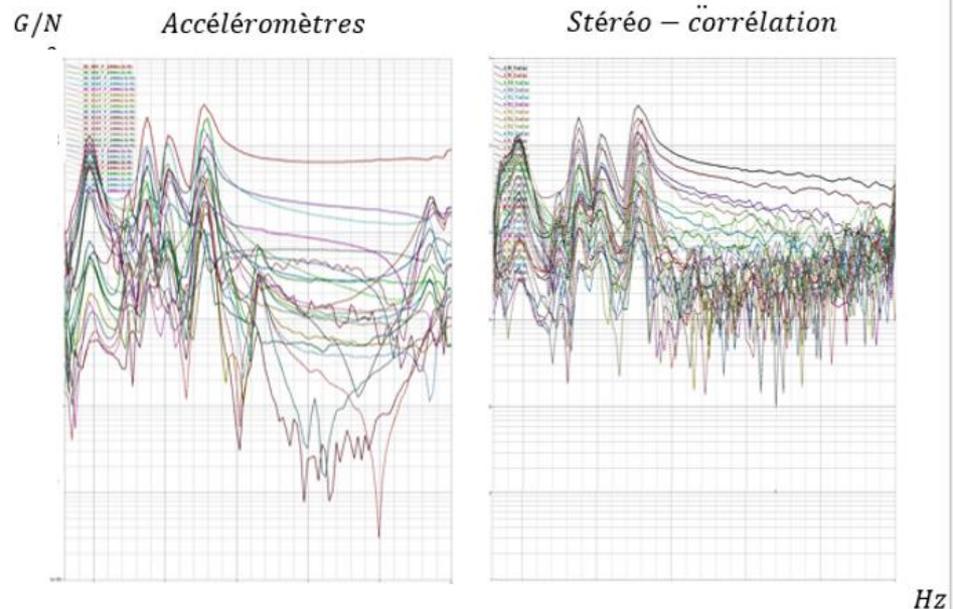
APPLICATION AUX ESSAIS GVT



APPLICATION AUX ESSAIS GVT



FRF Excitation Z

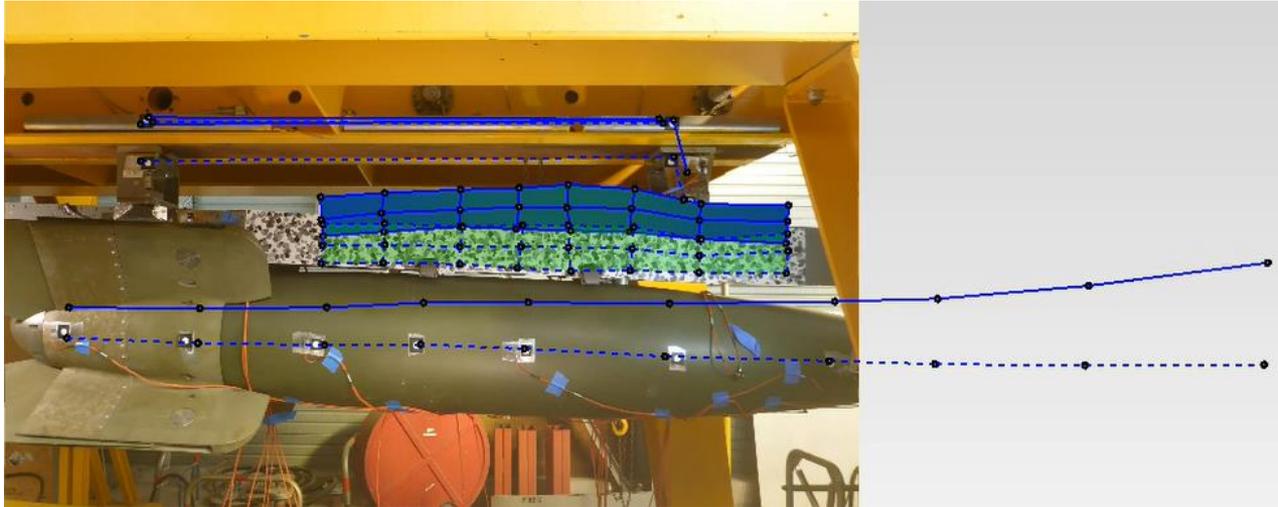


FRF Excitation Y

APPLICATION AUX ESSAIS GVT

Essai sur emport :

- Changement position des cameras
- Ajout de mouchetis sur la poutre → déformée modale affinée



CONCLUSION

→ Stéréo-corrélation adapté pour les applications grands champs :

- Bonne précision en absolue : extraction des déplacements dans le repère avion
- Extraction des coordonnées pour traitements plus fins (déformées voilure)

→ Mesure dynamique possible jusqu'à 300 i/s (qualité HD) :

- Application pour analyse modale (Attention à la quantité de données)

→ Possibilité de mixer les types d'extraction : Mouchetis / mires ponctuelles

→ Interfaçage avec les outils DASSAULT :

- Flux temps réel ethernet (développement Python)
- Interfaçage hardware (entrées / sorties analogiques)

Point d'attention : Luminosité (Variations au cours de l'essai / éclairage non homogène).

Merci de votre attention