



Compte rendu de la Commission Machines Tournantes de l'AFM du 5 juin 2018

Réunion à VIBRATEC 28 chemin du petit bois 69130 Ecully
– Visite EQUIPEX PHARE 1 et 2 ECL

Présents

- BUSCH : Jacques RUE
- HONEYWELL : Kostandin GJIKA, Laurent DIVOUX, Thomas DUBOIS, Antoine COSTEUX
- EDF R&D : Amine HASSINI et Antoine KUCZKOWIAK
- SAFRAN HELICOPTER : Christophe ANTOINE
- AIR LIQUIDE : Laurent BARRA
- DBVIB : Damien PELISSON
- BHGE : Fabrice GUILLOT
- INSA Lyon, LaMCoS : Régis DUFOUR et Eric CHATELET
- VIBRATEC : Agnes GERPHAGNON, Lionel DUVERMY et Hervé GOUTAGNY

1- Introduction de la journée

Discours d'accueil de Mr Jean Paul KOVALESKY, PDG de la société VIBRATEC.

VIBRATEC est constituée de 3 entités (VIBRATEC, VIBRATEAM et MICRODB) avec plus de 110 employés (siège social à Ecully et filiale en Malaisie). Activités principales : expertise en dynamique des structures, aide à la conception, fiabilité, bruit et vibration.

Environ 20% du CA consacré à la R&D (machines électriques, transmissions par engrenage, interaction fluide structure, ...). Forte collaboration avec les universitaires (INSA, ECL, ...)

2- Présentations techniques

Les présentations sont mises en ligne sur le site de l'AFM. Pour certains sujets, le contenu est modifié par rapport à ce qui a été présenté (aspects confidentiels).

- **The power of connected "Product - Process - Vehicle" vibration management. Application on turbochargers - HONEYWELL : Kostandin GJIKA**

Les exigences sur les turbos sont très élevées au niveau acoustique, vibration, fiabilité et facilité de fabrication. Cela nécessite de mettre en place une stratégie de management qui permette d'optimiser les différents aspects dès le stade de l'étude.

Il existe 4 technologies de turbo conventionnelles. Les ensembles roue / arbre sont petits et leur comportement est très complexe : prise en compte des vitesses de rotation importantes, lubrification, aérodynamisme, thermique, ...avec des conditions extrêmes : huile avec faible viscosité, haute

température , faible pression d'huile, fortes vibrations du moteur induites par le moteur. Le challenge pour HONEYWELL repose sur 3 points : performance / innovation / fiabilité

L'approche PPV (Product Process Vehicule) prend en compte les 3 performances suivantes : stabilité dynamique, équilibrage et performances vibro-acoustiques et utilise les outils suivants : modèle de dynamique des rotors, modèles éléments finis dynamiques de structure (utilisation de modèle hybrides) pour 3 phases de validation : sur pot exciteur, sur banc d'équilibrage haute vitesse puis sur véhicule.

Cette approche PPV permet de développer rapidement les produits, de les optimiser et aussi de réduire les couts. L'expérience et les compétences de HONEYWELL au niveau numérique permettent de réduire les essais au banc de 75 %.

- **Excitateur 6 axes de l'Equipex Phare (banc n°3) - labcom AdvITaM (LaMCoS+AVNIR) sur les essais aggravés pour les machines tournantes - INSA : Eric CHATELET**

L'EQUIPEX PHARE n°3 est un exciteur multiaxes localisé à l'INSA de Lyon dont l'objectif principal est de pouvoir vérifier l'intégrité de machines tournantes, structures et équipements embarqués. Il permet aussi de valider expérimentalement des modèles de prévision, des méthodes de résolution et des techniques de contrôle

Le cube (d'arête 0.81m) est mis en mouvement à l'aide de 3 paires de vérins hydrauliques. La force de 62 kN (dynamique) est appliquée dans la bande de fréquence 0-250 Hz. Les excitations appliquées sont variées (sinus, aléatoire, choc et réplcation de signaux). 24 voies d'acquisition disponibles.

Ce banc a permis entre autre de développer, d'expérimenter de de régler un système semi passif / semi actif de réduction de vibrations au niveau de la boite de transmission de puissance d'un hélicoptère (simulation sur banc et mise en œuvre directe sur site), mais aussi de tester la stabilité d'un rotor monté sur paliers magnétiques actifs soumis à différentes excitations (thèse avec GE).

Le Labcom ANR-PME AdvITAM (Advanced Vibrations Tests for the Analysis of rotating Machines) qui s'appuie sur l'exciteur 6 axes a été créé avec AVNIR Engineering. Les objectifs sont : la réalisation d'essais personnalisés et aggravés multiaxiaux, proposition pour de nouvelles normes multiaxiales et prospection des besoins industriels.

- **Analyse des paramètres électriques des moteurs électrique - DBVIB : Damien PELISSON**

L'analyse vibratoire permet de diagnostiquer en premier lieu les défauts mécaniques (roulement, délignage, balourd) et les amplifications apportées par les modes propres de structure et d'arbre. Elle permet aussi d'observer des effets électromagnétiques liés au rotor ou au stator mais il est difficile de statuer sur l'origine exacte de l'excitation qui peut avoir aussi bien une origine mécanique (pied boiteux, ...) qu'électrique. DBVIB a donc créé depuis 1 an un partenariat avec une autre société spécialisée en analyse électrique afin de compléter l'offre de diagnostic.

Différents appareils de mesure sont intégrés dans une seule unité de telle sorte à faire toute la batterie des tests et de sortir / localiser rapidement les défauts (qualité de l'alimentation, circuit d'alimentation, stator, isolation, excentricité, rotor). Cela passe par l'analyse temporelle de différents paramètres (tensions, courants, résistance, capacitances, ...) en fonctionnement et à l'arrêt.

Les données sont stockées dans une base ce qui permet de suivre les évolutions des paramètres et de détecter toute variation significative.

- **Labcom Drillab (LaMCoS+DrillScan) sur la Dynamique du forage pétrolier ou géothermique. INSA : Régis DUFOUR**

Ce Labcom ANR-PME concerne la simulation dynamique non linéaire de trains de tiges de forage pour l'extraction pétrolière (partenariat entre le LaMCoS et DrillScan) dans l'objectif d'améliorer la fiabilité. Les différents paramètres spécifiques au forage sont pris en compte dans la simulation : interactions avec la roche (rebond d'outils, ...), boue, forces latérales dans les changements de direction, friction, traînées, couples de fond de trou, ...

Cette étude permettra de comprendre les phénomènes vibratoires et de maîtriser le comportement de la ligne lors du forage (contrôle des tensions et des vitesses de rotation).

Une dizaine de personnes sont mobilisées sur le projet (ingénieurs chercheurs, doctorant, post doctorants).

- **Aide à la conception d'une turbine intracardiaque - VIBRATEC : Agnès GERPHAGNON**

VIBRATEC aide à dimensionner / valider un dispositif qui permet de booster la circulation du sang au niveau du cœur humain. Il s'agit d'une turbine intracardiaque constituée d'un moteur électrique et d'une turbine avec roulements. Le banc conçu permet de mesurer les déplacements relatifs de l'arbre, les efforts transmis par la turbine en condition air mais aussi en conditions représentatives (fluide équivalent au sang). Tout cela sans perturbation liée à de potentiels modes de structure (modèle éléments finis). Ce banc sera aussi utilisé pour réaliser des essais d'endurance (validation de la durée de vie prévisionnelle).

L'ordre de grandeur des efforts mesurés est de 0.1N. Le dimensionnement du banc ainsi que les premiers essais ont permis de d'orienter le choix du design : moteur + accouplement + pilotage du moteur (couple et ou vitesse).

- **Détection précoce de fissures en pied de denture sur les engrenages - VIBRATEC : Hervé GOUTAGNY**

Dans le cadre d'un projet de fin d'étude, il s'agit d'étudier la détection précoce de fissure en pied de denture sur les engrenages, dans un premier temps d'un point de vue numérique avec 2 outils (VIBRAGEAR développé en interne par VIBRATEC et ADAMS).

Cette méthode n'est pas basée sur les méthodes d'analyse vibratoire classiques (temporelles, spectrales, ou autre) mais sur des mesures et l'analyse de la vitesse de rotation instantanée (ET : Erreur de Transmission correspondant à l'écart entre la position théorique d'une dent et sa position réelle).

Quelques mesures préliminaires sur une maquette ont pu mettre en évidence l'efficacité de la méthode. Un banc d'essai spécifique a été réalisé en partenariat avec EDF et des essais sont en cours sur des dentures endommagées afin de voir si la méthode (validée d'un point de vue numérique) est applicable d'un point de vue expérimental.

3- Visite des EQUIPEX PHARE 1 et 2 sur le site de l'ECL

Les EQUIPEX (EQUIpements scientifiques d'EXcellence) ont été conçus afin de pouvoir réaliser des travaux de recherche au meilleur niveau mondial, au service de l'accroissement des connaissances, de l'innovation.

Le projet PHARE (Plate-formes machines tournantes pour la maîtrise des Risques Environnementaux) a pour ambition de réaliser des expérimentations pour répondre aux enjeux industriels liés à la consommation d'énergie, aux situations accidentelles ainsi qu'au développement d'innovations technologiques nécessaires à un développement durable, maîtrisé et respectueux de l'environnement

Banc PHARE 1 : plateforme d'essai pour étudier l'aspect vibratoire des machines tournantes : moteurs aéronautiques civil testé sous vide à l'échelle 1 (diamètre 3m).

Banc PHARE 2 : Banc d'essai d'une puissance de 3MW afin d'optimiser le fonctionnement des moteurs d'avion civil dans les prochaines années. L'objectif est de comprendre le couplage entre l'aérodynamique, la vibration de la structure et le bruit émis par les machines tournantes.

Un petit lien pour la présentation des bancs (y compris le banc 3 installé à l'INSA de Lyon que nous n'avons pas visité) <https://www.youtube.com/watch?v=YcQsZ82nwWk>

4- Informations diverses

- La prochaine session aura lieu dans les locaux de HONEYWELL à Thaon-les-Vosges. HONEYWELL doit communiquer la date de la réunion (au printemps 2019 sur avril / mai).
- La liste des prochaines conférences internationales sur la dynamique des rotors est présentée ci-dessous :

Nom	Lieu	Date
IGTI - Turbomachinery Technical Conference & Exposition	Oslo	11-15 juin 2018
ISMB INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON MAGNETIC BEARINGS	Beijing	13-17 Aout 2018
ASME-IDETC - Rotating Systems and Rotor Dynamics (VIB/MSNDC-6) (http://www.asmeconferences.org/IDETC2018/CallForPapersDetail.cfm)	Quebec	26-29 Aout 2018
IFTOMM Rotordynamics	Rio de Janeiro	23-27 Septembre 2018
Vetomac VIBRATION ENGINEERING AND TECHNOLOGY OF MACHINERY (VETOMAC).	Lisbonne	10-13 Septembre 2018
EDF PRIME – Green sealing	Saclay	4 Octobre 2018
Global Power Propulsion Society conferences	Zurich	17-18 Janvier 2019
ICAMD	China	23-15 Février 2019
IMechE-VIRM: Vibration of Rotating Machinery	Lyon ?	Décembre 2020
CMMNO (Condition Monitoring of Machinery in non-stationary operations)	SANTANDER Espagne	20-22 juin 2018

- Mise à jour des cotisations : à ce jour les sociétés suivantes sont à jour de leur cotisation
 - Salamander Group
 - DB VIB
 - Honeywell Garrett SAS
 - John Crane France

- KTR France
- EDF LAB Paris Saclay

Merci donc aux autres sociétés adhérentes de régulariser leur situation auprès du secrétariat de l'AFM (<http://www.afm.asso.fr/>)

5- Remerciements

Merci à tous les participants et surtout au personnel de l'école centrale (Claude GIBERT et Xavier OTAVY) qui nous a accueillis pour visiter les bancs EQUIPEX PHARE 1 et 2