



# Compte rendu de la Commission Machines Tournantes de l'AFM du 29 juin 2016

EDF Lab Centre R&D Paris Saclay, 7 bd Gaspard Monge, 91 120 Palaiseau,  
France

## Présents

- EDF R&D : Amine Hassini, Fabrice Junker, Antoine Kuczkowiak, Raphael Perony, Nicolas Bagneux, Victor Guy, Andreea Prisacari
- INSA Lyon, LaMCoS : Régis Dufour et Clément Jarroux
- AMEC FOSTER WHEELER : Philippe Sandrin,
- CEA : Benoit Prabel
- EAGLE BURGMAN : Patrice Rahon
- VIBRATEC : Christian Clerc, Hervé Goutagny

### 1- Présentation d'EDF R&D – Fabrice Junker. Voir aussi la présentation jointe.

EDF R&D en quelques chiffres : 2100 personnes dont 180 doctorants, 15 départements de recherche, 14 labo communs, environ 1700 brevets, 560 millions de budget (en 2015), 3 sites en France Saclay (1000p), Chatou (500p) et Renardières (500p).

Le département AMA (Analyse en Mécanique Avancée) est constitué de 115 personnes et divisé en 6 groupes : outils de simulation mécanique, machines tournantes, vibrations des structures, séisme et impact et tenue des ouvrages. Les objectifs de ce département sont principalement d'assurer la sûreté ainsi que la durée de fonctionnement, ...

Le groupe Machines Tournantes est constitué de 20 personnes (maîtrise et allongement de la durée de vie des machines tournantes). Les modèles numériques sont la plupart du temps développés par la R&D puis exploités par les unités d'ingénierie (SEPTEN par exemple). Les 2 équipements principaux sur lesquels les axes de travail sont portés sont les GMPP (Groupe Moteur Pompe Primaire : optimisation de la sûreté, surveillance vibratoire et optimisation durée de fonctionnement) et les Turbines à Vapeurs (modèle GTA et table, comportement des ailettes, effets Morton, paliers dégradés).

### 2- Visite du banc Europe

Le banc d'essai EUROPE a été développé pour répondre aux problématiques vibratoires des lignes d'arbres et des machines tournantes du parc EDF. Sa conception évolutive permet de reproduire certains phénomènes vibratoires observés sur des turbines du parc, de valider des modèles et outils numériques mais aussi de mettre au point des essais sur site.

Ce banc a permis entre autre de tester des paliers magnétiques, de développer des mesures sans contact sur des ailettes, d'étudier l'impact d'une fissure sur le comportement vibratoire d'un rotor, de tester une méthode d'équilibrage actif et d'étudier le contact stator / rotor en conditions accidentelles.

### 3- Présentations

**Caractérisation expérimentale du comportement des groupes hydrauliques couplés au génie civil. Raphael Perony et Nicolas Bagneux.** Voir la présentation jointe.

De nombreux projets d'usine hydro-électriques sont en cours, les pratiques actuelles étant d'optimiser le génie civil et de mettre en place des groupes de plus en plus puissants (d'ici 2050, l'énergie issue des ressources hydraulique sera multipliée par deux).

Les études actuelles consistent à découpler les 2 aspects : les Electro Mécaniciens étudient les pièces mécaniques en prenant des hypothèses sur le Béton Armé. Les personnes en charge du Génie Civil vérifient les hypothèses en modélisant les structures. Les exigences sont les suivantes : raideur minimale au niveau des points d'appui du groupe, les fréquences du groupe ne doivent pas coïncider avec celles du Génie Civil et la verticalité de la ligne d'arbre doit être garantie.

Dans le cadre de cette étude, une approche couplée calcul / mesure a été réalisée (site de VILLARODIN) pour vérifier la représentativité des modèles : modélisation d'une usine existante (sol, génie civil et parties mécaniques) et instrumentation sur site (170 voies de mesure, 2 semaines d'essai).

**Identification de défauts sur la base de modèles numériques: Antoine Kuczkowiak.** Voir la présentation jointe.

Le département AMA est sollicité lors de crises vibratoires sur les machines tournantes (groupes Turbo alternateurs, groupes Moto pompe primaire) pour identifier le défaut le plus probable et proposer des solutions correctives. Les diagnostics sont réalisés en utilisant les données mesure sur site (limité sur les GTA à 7 capteurs le long des 70m de ligne d'arbre de la machine) et le modèle numérique de la machine. L'utilisation du modèle permet de comprendre les phénomènes physiques, d'orienter les actions de maintenance et de réduire au maximum le nombre d'essais pour ne pas dégrader la production.

Une méthode des coefficients d'influence est utilisée au niveau de tous les nœuds du modèle éléments finis (1D). Des travaux sont toujours en cours afin d'optimiser ces méthodes (maîtrise des erreurs d'identification et amélioration de la méthode d'identification).

**Mesure de vitesse vibratoire instantanée : Hervé Goutagny.** Voir la présentation jointe.

Les mesures de vitesse instantanées peuvent être utilisées pour différentes applications : identification de modes de torsion, estimation de valeurs d'acyclisme, mesure du couple transmis et identification de défauts (roulement engrenement). Ces mesures peuvent être réalisées à l'aide de capteurs magnétiques (cibles : roues phoniques), capteurs optiques (cible : bande zébrées), codeurs ou vibromètres laser. Chaque instrumentation présente des avantages et des inconvénients. Une attention particulière doit être portée sur l'acquisition des signaux et sur l'analyse.

**Prévision du comportement dynamique d'une turbomachine supportée par des Paliers Magnétiques Actifs durant un événement critique : Clément Jarroux.** . Voir la présentation jointe.

GE conçoit des turbomachines dont les arbres sont sur paliers magnétiques (premier exemplaire ICL en 2007). Cette conception présente de nombreux avantages mais aussi des inconvénients (instabilité nécessitant un asservissement du pilotage des paliers). GE O&G désire mieux comprendre et maîtriser le comportement des turbomachines sur PMA. La thèse comporte 3 aspects : atterrissage des rotors, impact des mouvements de base et contrôle actif des rotors sur PMA. Il s'agit de prévoir le comportement dynamique d'une turbomachine montée sur PMA durant un événement critique et de déterminer quelle stratégie de contrôle adopter lorsque le rotor subit de fortes oscillations par la base avec touches rotor-stator potentielles. Afin de valider ces différents aspects ainsi que le modèle

théorique, un banc d'essai « rotor sur PMA » sera utilisé sur une table 6 axes et le pilotage des paliers sera réalisé avec un contrôleur PID.

#### 4- Informations diverses

Une discussion a été engagée sur les attentes des participants quant au contenu des réunions. Différents points sont remontés : élaboration de sujets à présenter lors de congrès, montage de projets collaboratifs, veille sur les congrès / projets collaboratifs / salons, présentation de problèmes non résolus (favoriser l'échange), définition d'une thématique spécifique par réunion, faire des présentations académiques et d'autres présentations plus orientées constructeurs / ingénieries. D'un point de vue organisationnel, mieux anticiper les réunions (dates, lieu, contenu) afin de faciliter leur accueil mais aussi la venue des participants. Suite à ces demandes, un questionnaire sera transmis aux adhérents afin d'adapter au mieux le contenu des réunions. Le règlement de la commission sera aussi transmis avec ce questionnaire (pour rappel).

Christian CLERC (VIBRATEC) actuel secrétaire de la commission Machines Tournantes est remplacé par Hervé GOUTAGNY (VIBRATEC).

Congrès à venir :

- [VIRM11](#) – Vibrations in Rotating Machinery – UK Septembre 2016
- [28th Conference on Mechanical Vibration and Noise \(VIB\) Expand All Symposiums In Conference VIB-9 Rotating Systems and Rotor Dynamics](#)  
Symposium Chair: C. Nataraj, Villanova University, Regis Dufour, Insa Lyon, Paolo Pennacchi, Politecnico di Milano - Dept. of Mech. Eng., Prof. Kshitij Gupta, Indian Institute of Technology, Delh.

Ci dessous une description du Symposium : « The ASME International Design Engineering Technical Conference and the Computer and Information in Engineering Conference (IDETC/CIE) will take place **August 21–24, 2016** in Charlotte, North Carolina. IDETC/CIE is the world's leading research conference in the field of design and related manufacturing. The 2016 conference is expected to attract over 2,000 attendees and over 1,000 technical presentations. IDETC/CIE will serve as the leading forum for the sharing recent research and also provide a unique opportunity for networking between a diverse audience from academia, government and industry. The IDETC/CIE conference is the premier meeting place for researchers who will explore the latest developments in the following sub-conferences”:

- [18th International Conference on Advanced Vehicle Technologies \(AVT\)](#)
- [36th Computers and Information in Engineering Conference \(CIE\)](#)
- [42nd Design Automation Conference \(DAC\)](#)
- [13th International Conference on Design Education \(DEC\)](#)
- [21st Design for Manufacturing and the Life Cycle Conference \(DFMLC\)](#)
- [28th International Conference on Design Theory and Methodology \(DTM\)](#)
- [40th Mechanisms and Robotics Conference \(MR\)](#)
- [10th International Conference on Micro- and Nanosystems \(MNS\)](#)
- [12th International Conference on Multibody Systems, Nonlinear Dynamics, and Control \(MSNDC\)](#)
- [28th Conference on Mechanical Vibration and Noise \(VIB\)](#)
- [9th Frontiers in Biomedical Devices \(BIOMED\)](#)

## **5- Fonctionnement de la Commission Machines Tournantes**

La CMT fonctionne en régime de croisière avec deux réunions par an. Depuis Octobre 2006, sa première réunion, les sites suivant ont reçu : ODS-Paris, CETIM-Senlis, S2M-St Marcel, Vibratec-Ecully, Turbomeca-Bordes, Cryostar-Hésingue, Pprime-Poitiers, EDF Civeaux, Air Liquide - Moissy Cramayel, AFM Paris - La défense, dBVib – Vienne, EDF R&D Paliseau.

La prochaine commission machines tournantes pourrait avoir lieu dans les locaux de GE OIL & GAS THERMODYN au Creusot en semaine 46 (entre le 14 et le 18 novembre 2016). Cela sera confirmé courant septembre 2016.

## **6- Remerciements**

Que EDF R&D, Messieurs Amine Hassini et Fabrice Junker soient remerciés pour l'accueil convivial, pour la qualité de la réunion et pour la visite du nouveau site.