
Examining Sliding in Rotor Assemblies: An Experimental Study

Nour Abuhemeida*^{1,2}, Gaël Chevallier³, Damien Vaillant², Florian Cronfalt², and Morvan Ouisse⁴

¹Franche-Comté Électronique Mécanique, Thermique et Optique - Sciences et Technologies (UMR 6174) – Ecole Nationale Supérieure de Mécanique et des Microtechniques, Centre National de la Recherche Scientifique, Université de Franche-Comté – 32 avenue de l’Observatoire 25044 BESANCON CEDEX, France

²ALSTOM – ALSTOM, ALSTOM – France

³Univ. Bourgogne Franche-Comté, Institut FEMTO-ST CNRS/UFC/ENSMM/UTBM, Département mécanique appliquée – Université de Franche-Comté – 24 chemin de l’Épitaphe 25000 Besançon, France

⁴Franche-Comté Électronique Mécanique, Thermique et Optique - Sciences et Technologies (UMR 6174) (FEMTO-ST) – Université de Technologie de Belfort-Montbéliard, Ecole Nationale Supérieure de Mécanique et des Microtechniques, Centre National de la Recherche Scientifique, Université de Franche-Comté, Centre National de la Recherche Scientifique : UMR6174, Université de Technologie de Belfort-Montbéliard : UMR6174 – 32 avenue de l’Observatoire 25044 BESANCON CEDEX, France

Résumé

This study investigates the sliding phenomenon at the fan-hub interface within an electric traction motor, and its impact on the mechanical integrity of the fan for railway applications. Focusing on the most crucial vibration mode, a set of structured tests were conducted on an inertia-equivalent rotor in order to exclude any unwanted interference compared to a full-size rotor. The bolts which hold the fan-equivalent part in place were equipped with strain sensors for real time monitoring, while the collected time signals from the accelerometers allowed to compare the vibration behavior amongst different bolt tightening levels and different excitation levels.

*Intervenant

Une méthodologie d'aide à la définition de la complexité d'un jumeau numérique non linéaire multi-corps en dynamique ferroviaire

Betty Auzanneau^{*1,2}, Emeline Sadoulet-Reboul¹, Emmanuel Foltête¹, Guillaume Ham-Livet², and Scott Cogan¹

¹Institut FEMTO-ST, Département Mécanique Appliquée – Université de Franche-Comté, SUPMICROTECH, CNRS – France

²ALSTOM Transport SA – ALSTOM Le Creusot – France

Résumé

Dans l'industrie ferroviaire, l'homologation constitue l'étape finale de développement d'un véhicule et revêt une importance capitale puisqu'elle doit confirmer les performances évaluées lors des calculs sur le jumeau numérique du véhicule. A ce stade, un résultat imprévu remet en question les travaux basés sur le jumeau numérique, et c'est pourquoi une modélisation numérique précise du véhicule est requise. L'étude présentée se concentre sur les composants de suspension d'un bogie, éléments cruciaux pour assurer la stabilité et la sécurité dynamique du véhicule, et qui requièrent une modélisation adaptée à leur domaine d'utilisation. La prise en compte du niveau de physique dans la modélisation des composants de suspension ayant un impact direct sur la complexité du modèle, et donc sur les temps de calculs, doit être examinée attentivement et les dépendances des caractéristiques du modèle en terme de niveau d'amplitude, de contenu fréquentiel et de direction doivent être investiguées avec soin pour assurer une bonne représentation du comportement. La stratégie d'amélioration de la modélisation des composants de suspension proposée vise à déterminer le niveau de complexité optimal requis pour un composant afin de valider le comportement dynamique global du véhicule. Un indicateur d'aide au choix du niveau de complexité basé sur des calculs de sensibilité est proposé et utilisé dans un exemple de modélisation d'un amortisseur anti-lacets monté sur les bogies des trains grande vitesse.

*Intervenant

Stabilization of Solitonic Waves in Damped Nonlinear Chains through Impurity-Induced Energy Localization and External Excitation

Arthur Barbosa^{*1}, Najib Kacem², and Noureddine Bouhaddi²

¹University of Franche-Comté – University of Franche-Comté, FEMTO-ST Institute, Department of Applied Mechanics – France

²Université de Franche-Comté - UFR des Sciences de la santé – Université de Franche-Comté - UFR des Sciences de la santé – France

Résumé

This research presents a methodology for stabilizing solitons in nonlinear oscillator chains within damped systems, harnessing the benefits of controlled impurities and external excitation. Through a combination of numerical and experimental analyses, it demonstrates how variations in the natural frequencies of oscillators can induce the formation and enhance the stability of solitons. Grounded in the Disordered Nonlinear Schrödinger Equation, this work introduces a novel design approach for vibratory systems that ensures the persistence of stationary waves, even in heavily damped conditions and near Hopf bifurcations. This approach opens up new possibilities for controlling energy localization in disordered mechanical structures.

*Intervenant

Icare : Voler sans se brûler les ailes

Marie Cianci*¹, Emmanuel Foltête¹, David Renault¹, Pascal Girardin², David Fillon³,
and Scott Cogan¹

¹FEMTO-ST – SUPMICROTECH, Université de Franche-Comté, CNRS – France

²VELICA – VELICA – France

³DAHER – DAHER – France

Résumé

Le flottement est un phénomène potentiellement destructeur associant vibrations et mécanique des fluides, et qui se manifeste notamment dans les avions légers. Pour s'assurer de ne pas rencontrer ce phénomène, les aéronefs sont testés avec des essais de vibrations au sol (GVT, Ground Vibration Test). En raison du coût et de la difficulté de ce type d'expérience, seul un avion sur l'ensemble de la gamme est soumis à ce test. Afin de garantir la sécurité à bord de tous les avions de la série, il faut alors prendre en compte les nombreuses sources d'incertitudes pouvant être rencontrées lors des tests et d'un avion à l'autre. Les incertitudes portent sur des quantités aléatoires mais aussi sur des quantités non-probabilistes, liées à l'état de pratique. L'objectif est donc de s'assurer, à partir d'essais effectués sur un seul avion, que l'ensemble de la flotte est robuste au flottement grâce à des simulations numériques. Pour commencer, une étude a été menée sur un exemple simplifié d'une aile à deux degrés de liberté. L'étude porte sur tous les aspects qui seront étudiés par la suite à une échelle industrielle. D'abord, une analyse de sensibilité est réalisée pour déterminer les paramètres qui ont une influence sur les calculs de flottement. Lorsque ceux-ci sont choisis, une analyse de robustesse permet d'établir le niveau d'incertitude que peut subir le modèle tout en garantissant une marge suffisante par rapport à l'apparition du flottement. Des problématiques liées à la métamodélisation et au recalage de modèle seront également étudiées.

*Intervenant

Structure sandwich auto-adaptative pour le contrôle des vibrations par le biais de la température

Rafael Da Silva Raqueti^{*1,2}, Mohamed Amine Belahcen³, Morvan Ouisse¹, Nouredine Atalla², and Emeline Sadoulet-Reboul³

¹SUPMICROTECH, Université de Franche-Comté – CNRS, Institut FEMTO-ST, F-25000, Besançon – France

²Université de Sherbrooke, Centre de recherche acoustique-signal-humain (CRASH-UdeS), 2500 boul. de l'Université, Sherbrooke (Québec), J1K 2R1 – Canada

³Université de Franche-Comté – CNRS, institut FEMTO-ST, F-25000 Besançon, CNRS, Institut FEMTO-ST, F-25000, Besançon – France

Résumé

Une plaque sandwich intelligente capable de s'auto adapter en temps réel pour réduire les vibrations a été développée. Le principe est basé sur l'ajustement de la température du cœur en polymère à mémoire de forme. Le pouvoir amortissant de ce polymère est remarquable à des températures proches de la transition vitreuse. Pour compenser la perte en rigidité associée, la plaque est divisée en patchs rectangulaires. Cette division est simple à mettre en œuvre et adaptée à diverses conditions aux limites. La température de chaque patch peut être contrôlée de manière indépendante et la combinaison de différentes températures assure à la fois la réduction des vibrations et l'intégrité structurale. Une approche de modélisation réduite permet de déterminer un ensemble de configurations thermiques avec un temps de calcul convenable. Ce modèle d'ordre réduit prend en compte une estimation d'amortissement adaptée à des structures fortement amorties et l'identification des configurations repose sur l'estimation du facteur de perte de la structure. Parmi les configurations identifiées, certaines se révèlent plus adaptées à des modes propres de vibration spécifiques. Des réponses en fréquences expérimentales sont présentées et les résultats démontrent l'efficacité de cette approche. Un nombre limité de configurations est suffisant pour contrôler les vibrations sur une bande de fréquences donnée grâce au processus d'autoadaptation qui tire parti des mesures d'accélération réalisées in-situ.

*Intervenant

Analyse de l'effet de la température sur le comportement des absorbeurs électroacoustiques

Leonardo De Paula Silva Ferreira^{*1}, Morvan Ouisse¹, and Rafael Teloli¹

¹SUPMICROTECH, Université de Franche-Comté – CNRS, Institut FEMTO-ST, Besançon – France

Résumé

Les techniques de contrôle actif du bruit utilisant des absorbeurs électroacoustiques reposent sur un système de haut-parleurs dont l'impédance acoustique peut être ajustée pour correspondre à une valeur cible souhaitée. Ces techniques s'appuient sur les paramètres Thiele-Small du haut-parleur pour établir la loi de commande. Par conséquent, l'incertitude sur ces paramètres introduit une incertitude dans le système de contrôle lui-même. En raison de la nature des matériaux constituant la membrane, leurs propriétés mécaniques peuvent être affectées par des facteurs environnementaux tels que la température et l'humidité. Ce travail propose une analyse des effets de la température sur les paramètres Thiele-Small des absorbeurs électroacoustiques. L'impédance acoustique d'un absorbeur électroacoustique est mesurée à l'aide d'un tube d'impédance sur une plage de températures allant de -10°C à $+50^{\circ}\text{C}$. Un modèle analytique à un degré de liberté, avec des corrections pour les basses et hautes fréquences, est utilisé pour identifier les paramètres Thiele-Small. Ces paramètres sont évalués en fonction des variations de température, en calculant leurs valeurs moyennes et en utilisant l'inférence bayésienne pour quantifier l'incertitude, ce qui permet d'obtenir des fonctions de distribution de probabilité pour chaque paramètre. Cette quantification de l'incertitude permet la mise en œuvre de stratégies de contrôle plus robustes, prenant en compte les variations des paramètres ainsi que des variables contrôlées.

*Intervenant

Étude du bruit induit par un diaphragme dans une conduite en eau - Simulation numérique et analyse expérimentale

Laurie Jego^{*1,2,3}, Mikaël Grondeau², Nicolas Podevin¹, Sylvain Guillou², Jean-Max Sanchez¹, Christophe Bailly³, and Régniez Margaux¹

¹Naval Group Cherbourg – Naval Group – France

²Laboratoire Universitaire des Sciences Appliquées de Cherbourg – Université de Caen Normandie, Université de Caen Normandie : UR4253 – France

³Laboratoire de Mécanique des Fluides et d'Acoustique – Ecole Centrale de Lyon – France

Résumé

La discrétion acoustique des sous-marins est une performance clef qui doit être maîtrisée dans les phases de conception, construction, fonctionnement et maintenance du navire. Parmi les sources de bruits internes du bateau, le bruit produit par les singularités dans les conduites fluides et propagé au milieu extérieur via les circuits débouchant à la coque représente une contribution importante au bruit rayonné total du navire. Des méthodes numériques doivent alors être mises en place afin de prévoir et contrôler le bruit de singularité. Ici, la méthode de Boltzmann sur réseau (LBM, pour Lattice Boltzmann Method) est appliquée à l'étude du bruit d'un diaphragme dans une conduite circulaire en eau. Cette méthode s'avère être une candidate adéquate pour l'hydroacoustique en conduite, de par son caractère compressible et ses qualités inhérentes de faible dissipation et dispersion. Les pressions dynamiques calculées en différents points de la conduite sont comparées avec les résultats d'essais réalisés sur le banc d'essais HYACINTHE (HYdro-Acoustique Caractérisant l'INdiscrétion et le Transfert Haute pression d'Éléments) du CETEC à Naval Group Cherbourg, où plusieurs diaphragmes ont été soumis à différents régimes d'écoulement (vitesse, pression).

*Intervenant

Dynamic behavior of acousto-elastic phononic crystals incorporating fluid sloshing and communicating channels between unit cells

Vinícius Mauro De Souza Santos^{*1,2}, Thiago De Paula Sales¹, and Morvan Ouisse²

¹Mechanical Engineering Division, Aeronautics Institute of Technology, Praça Marechal Eduardo Gomes, 50, Vila das Acácias, São José dos Campos, 12228-900, SP – Brésil

²SUPMICROTECH, Université de Franche-Comté, CNRS, Institut FEMTO-ST – F-25000, Besançon – France

Résumé

Phononic crystals (PCs) and elastic metamaterials have been employed as innovative solutions for various applications, such as mitigating vibration levels, controlling wave propagation behavior, and enhancing material properties. However, acousto-elastic PCs, i.e., those periodic structures that combine solid and fluid (water) media, still lack investigation. Therefore, this work explores the dynamic behavior of box-type acousto-elastic PCs considering two scenarios: (a) internal cavities partially filled with fluid, exhibiting the sloshing phenomenon under external disturbances; and (b) fully filled internal cavities incorporating communicating channels of varying geometries between adjacent cells. Modeling is performed using the Wave-based Finite Element Method and a novel model-order reduction scheme. Numerical simulations illustrate that partially filled PCs allow for the opening of more bandgaps at lower frequencies compared to fully filled or empty PCs, while also being more suitable for lightweight applications. Simulations also reveal that the propagation of elastic and acoustic waves can be blocked by incorporating communicating channels between adjacent cells in a periodic lattice. The findings of this study highlight the potential of acousto-elastic PCs in enhancing wave control and vibration mitigation, thereby paving the way for their application in advanced engineering solutions.

*Intervenant

Fire the fibre-up: let's untangle plant fibre damping behaviour

Fanny Pelisson*¹, Vincent Placet², Morvan Ouisse³, and Pauline Butaud⁴

¹Franche-Comté Électronique Mécanique, Thermique et Optique - Sciences et Technologies (UMR 6174) – UBFC, FEMTO-ST – France

²UBFC/FEMTO-ST Univ. Bourgogne Franche-Comté, Institut FEMTO-ST CNRS/UFC/ENSMM/UTBM, Département Mécanique Appliquée – CNRS : UMR6174, Université de Technologie de Belfort-Montbéliard, Ecole Nationale Supérieure de Mécanique et des Microtechniques, Université de Franche-Comté – France

³Franche-Comté Électronique Mécanique, Thermique et Optique - Sciences et Technologies (UMR 6174) (FEMTO-ST) – Université de Technologie de Belfort-Montbéliard, Ecole Nationale Supérieure de Mécanique et des Microtechniques, Centre National de la Recherche Scientifique, Université de Franche-Comté, Centre National de la Recherche Scientifique : UMR6174, Université de Technologie de Belfort-Montbéliard : UMR6174 – 32 avenue de l'Observatoire 25044 BESANCON CEDEX, France

⁴UBFC/FEMTO-ST Univ. Bourgogne Franche-Comté, Institut FEMTO-ST CNRS/UFC/ENSMM/UTBM, Département Mécanique Appliquée (FEMTO-ST) – UBFC, FEMTO-ST – France

Résumé

The increasing use of biobased composites underscores the need for a more thorough understanding of their viscoelastic behaviour, particularly concerning damping. The literature identifies multiple potential sources of energy dissipation, including the fibres, the matrix, and the interfaces between fibres and between the fibre and matrix. Additionally, factors such as porosity and the presence of interphase between components can affect damping behaviour. To fully understand damping at the composite scale, it is crucial to investigate these mechanisms at the energy dissipation sources scale first. This work focuses specifically on characterizing damping at the fibre scale, where mechanical properties like modulus and damping are difficult to measure due to the fibres' small size (approximately 10 μm in diameter and a few millimetres in length). To fill the existing knowledge gap in fibre-scale damping characterization, a specialized protocol has been developed to extract individual fibres and embed them in a matrix at one end, resulting in samples for various fibre types specifically flax, silk and glass. The experimental setup uses a piezoelectric actuator to excite the fibres, while a high-speed camera captures their responses. Displacement data are analysed through an image correlation program, allowing for the extraction of dynamic parameters: the loss factor, and storage modulus combined with a finite element model. Additionally, the test bench enables precise control over environmental conditions during fibre excitation, with a current focus on pressure variations. This approach allows for the identification and quantification of the impact of pressure on fibre-scale damping, advancing the understanding of how environmental factors influence energy dissipation in biobased composites.

*Intervenant

Uncertainty quantification of negative capacitance shunts for vibration absorption of flexural waves

Grégoire Pizon*¹, Morvan Ouisse*², Scott Cogan³, and Manuel Collet⁴

¹Institut FEMTO-ST – Université de Franche-Comté, CNRS, institut FEMTO-ST, F-25000 Besançon, France – France

²Franche-Comté Électronique Mécanique, Thermique et Optique - Sciences et Technologies (UMR 6174) (FEMTO-ST) – Université de Technologie de Belfort-Montbéliard, Ecole Nationale Supérieure de Mécanique et des Microtechniques, Centre National de la Recherche Scientifique, Université de Franche-Comté, Centre National de la Recherche Scientifique : UMR6174, Université de Technologie de Belfort-Montbéliard : UMR6174 – 32 avenue de l’Observatoire 25044 BESANCON CEDEX, France

³Franche-Comté Électronique Mécanique, Thermique et Optique - Sciences et Technologies (UMR 6174) – Université de Technologie de Belfort-Montbéliard, Ecole Nationale Supérieure de Mécanique et des Microtechniques, Centre National de la Recherche Scientifique : UMR6174, Université de Franche-Comté, Université Bourgogne Franche-Comté [COMUE] – France

⁴LTDS UMR CNRS 5513, Ecole Centrale Lyon – Ecole Centrale de Lyon : UMR5513 – France

Résumé

Negative capacitance shunting of piezo patches is an effective solution for achieving broadband vibration control of flexural waves. The tuning process of a metamaterial to achieve absorption often leads to a proximity to an unstable modal zone and thus a trade-off between stability and performance. To better understand the interaction between the operating and manufacturing environments, for example an industrial application, and the targeted configuration, we need to evaluate its robustness. However, to date, no articles have addressed this issue. Therefore, we propose to study the influence of the uncertainty in the shunted patch parameters and the excitation frequency on the absorption of incident flexural waves. The studied structure is an aluminum plate with a square lattice of bonded piezoelectric ceramic patches connected to their electrical circuit. Starting from the optimal configuration established in the literature, we first perform a sensitivity analysis on the targeted frequency interval using both the Morris and Sobol methods on our 3D FEM model. Moreover, we would like to compare these two methods to determine whether one method presents a better time-accuracy trade-off than the other, especially for quantification of coupling effects between parameters. After screening the most significant parameters, we construct the probability distribution functions according to the principle of maximum entropy and finally propagate the uncertainties to the absorption performance using Monte-Carlo method.

*Intervenant

Conception de suspension multi-axiale verrouillable pour le contrôle des vibrations

Johann Roberjot^{*1,2}, Gaël Chevallier³, Emeline Sadoulet-Reboul⁴, Nicolas Peyret⁵,
Kévin Jaboviste⁶, Eric Collard¹, Charles Arnould¹, and Emmanuel Bachy¹

¹Thales LAS France – Thales (France) – France

²Franche-Comté Électronique Mécanique, Thermique et Optique - Sciences et Technologies (UMR 6174) – Université Franche-Comté, CNRS, institut FEMTO-ST, F-25000 Besançon, France – France

³Franche-Comté Électronique Mécanique, Thermique et Optique - Sciences et Technologies (UMR 6174) (FEMTO-ST) – Université de Franche-Comté – France

⁴Franche-Comté Électronique Mécanique, Thermique et Optique - Sciences et Technologies (UMR 6174) (FEMTO-ST) – Université de Technologie de Belfort-Montbéliard, Ecole Nationale Supérieure de Mécanique et des Microtechniques, Centre National de la Recherche Scientifique, Université de Franche-Comté, Centre National de la Recherche Scientifique : UMR6174, Université de Technologie de Belfort-Montbéliard : UMR6174 – 32 avenue de l'Observatoire 25044 BESANCON CEDEX, France

⁵Laboratoire QUARTZ (QUARTZ) – Université Paris 8 Vincennes-Saint-Denis, Ecole Nationale Supérieure de l'Electronique et de ses Applications, ISAE-Supméca Institut Supérieur de Mécanique de Paris – ISAE-Supméca - 3 rue Fernand Hainaut - 93400 Saint-Ouen cedex, France

⁶Franche-Comté Électronique Mécanique, Thermique et Optique - Sciences et Technologies (UMR 6174) – Université de Franche-Comté, Centre National de la Recherche Scientifique, Ecole Nationale Supérieure de Mécanique et des Microtechniques, Université de Technologie de Belfort-Montbéliard, Centre National de la Recherche Scientifique : UMR6174, Université de Technologie de Belfort-Montbéliard : UMR6174 – France

Résumé

Nos travaux étudient l'utilisation de polymères thermo-contrôlés pour améliorer les performances des suspensions en ajustant la rigidité dynamique. L'étude vise à modifier le comportement d'une suspension par le contrôle de la température, permettant au polymère de passer d'un état souple à un état rigide. La recherche comprend une modélisation théorique, des simulations numériques et une validation expérimentale sur un système de suspension. Les résultats démontrent la capacité des polymères à température contrôlée à modifier la rigidité de la suspension, permettant ainsi une adaptation à différents niveaux de vibration. Cette conception de suspension adaptative est prometteuse pour les applications nécessitant à la fois des propriétés de rigidité statique élevée et de rigidité dynamique faible, réduisant potentiellement les risques liés aux matériaux et améliorant la fiabilité du système dans diverses conditions environnementales.

*Intervenant

Damping Dynamics: Unlocking the Secrets of Green Composites

Tsilat Shiferaw* , Morvan Ouisse¹, Pauline Butaud², and Vincent Placet³

¹Franche-Comté Électronique Mécanique, Thermique et Optique - Sciences et Technologies (UMR 6174) (FEMTO-ST) – Université de Technologie de Belfort-Montbéliard, Ecole Nationale Supérieure de Mécanique et des Microtechniques, Centre National de la Recherche Scientifique, Université de Franche-Comté, Centre National de la Recherche Scientifique : UMR6174, Université de Technologie de Belfort-Montbéliard : UMR6174 – 32 avenue de l'Observatoire 25044 BESANCON CEDEX, France

²Franche-Comté Électronique Mécanique, Thermique et Optique - Sciences et Technologies (FEMTO-ST) – Université de Technologie de Belfort-Montbéliard, Ecole Nationale Supérieure de Mécanique et des Microtechniques, Centre National de la Recherche Scientifique : UMR6174, Université de Franche-Comté – 32 avenue de l'Observatoire 25044 BESANCON CEDEX, France

³UBFC/FEMTO-ST Univ. Bourgogne Franche-Comté, Institut FEMTO-ST CNRS/UFC/ENSMM/UTBM, Département Mécanique Appliquée – CNRS : UMR6174, Université de Technologie de Belfort-Montbéliard, Ecole Nationale Supérieure de Mécanique et des Microtechniques, Université de Franche-Comté – France

Résumé

As demand for sustainable materials grows, bio-based composites, particularly those reinforced with plant fibers, are becoming increasingly popular. Plant fibers offer a renewable, lightweight, and cost-effective alternative to glass and, in some cases, carbon fibers. They also enhance the damping properties of composites. However, the mechanisms behind damping in plant fiber composites remain poorly understood. This study investigates the influence of fiber volume fraction on the viscoelastic and damping behavior of biobased composites. A multiscale finite element method is used to assess damping at both the micro and macro levels. At the microscale, a representative volume element is employed to evaluate the properties of fibers and matrix, while the macroscale model treats the composite as a homogeneous anisotropic material. Homogenization bridges the gap between fiber-level and composite-level behavior, helping to derive the overall damping properties. Experimental work complements the modeling approach, focusing on flax fiber-reinforced greenpoxy composites. Dynamic mechanical analysis measures viscoelastic properties at controlled fiber volume fractions, while modal analysis identifies dynamic properties across a broader frequency range. This combined approach provides insight into how fiber volume fraction affects energy dissipation and helps optimize the design of bio-based composites.

*Intervenant