

## Compte rendu du stage LIESSE Vibrations

ISAE Supmeca, 21 juin 2023

L'institut supérieur de mécanique de Paris se situe à Saint-Ouen sur les quais de Seine, proche du futur village olympique. Elle est facilement accessible par les lignes 13 et 14 du métro, ce qui est un atout. Cette école recrute environ 140 étudiants de CPGE par an dans toutes les filières, sur le concours CCINP, et seulement une dizaine d'admissions par d'autres voies (en tout 30 % boursiers, 22 % de filles, 14 % d'étrangers). Au cours des trois années de formation, certaines mobilités d'étudiants sont possibles entre SUPMECA et d'autres écoles, comme par exemple SUPAERO, l'ENSMA, l'ESTACA, l'ENSTA Bretagne, ENSMM Besançon...

Nous sommes accueillis par Nicolas PEYRET et Jean-Luc DION, enseignants chercheurs à l'école, ainsi que par des étudiants qui nous présentent leurs travaux en cours : conception d'un jumeau numérique pour les bâtiments bois (thèse), amortissement de vibrations sur un hydrofoil par l'utilisation de matériaux piezzo-électriques (projet de 3<sup>e</sup> année).

Les domaines de l'aéronautique et aérospatiale sont actuellement en pleine reprise et offrent de bonnes opportunités professionnelles aux étudiants de l'école.

Suite à ces discussions, Jean-Luc Dion nous propose de nous rendre à l'extérieur pour démarrer la formation. Nous nous lançons dans des exercices ludiques sur les représentations graphiques des signaux dans les domaines temporel et fréquentiel, mais aussi sur les représentations temps-fréquence, moins habituelles pour nous et pouvant s'avérer très utiles pour certains TIPE. Cette mise en activité, réalisée sur nos tables de pique-nique dans la cours, est ponctuée de quelques rappels écrits sur les vitres et d'écoutes de signaux : instruments, voix, sonar, sifflements.

En début d'après-midi, Jean-Luc Dion nous explique comment il a été amené à se lancer dans l'apprentissage par le jeu vidéo. L'objectif est de compléter la résolution des équations et de faire acquérir aux étudiants plus de réflexes sur les phénomènes en jeu. Il s'agit pour l'école d'un choix pédagogique et stratégique fort. Nous avons pu expérimenter le jeu vidéo « The vibs », conçu par Jean-Luc Dion et réalisé par un développeur lyonnais. Cet outil pédagogique comporte actuellement une vingtaine de tableaux (70 sont prévus à terme), permettant à chacun de travailler une compétence précise du cours sur les vibrations dispensé à l'école. Les tableaux sont variés et dynamiques, avec un graphisme de qualité. Il s'agit par exemple de dimensionner un oscillateur amorti pour obtenir une courbe de réponse donnée, ou de se repérer dans les différentes représentations graphiques possibles d'une fonction de transfert (Bode, parties réelles et imaginaires, Nyquist...). « The Vibs » nous est mis à disposition généreusement et nous avons l'autorisation de l'utiliser avec nos élèves à condition de citer l'auteur et l'école.

Nous poursuivons avec des visites de laboratoires. Les équipes de chercheurs répondent à des demandes d'industriels, qui consistent souvent en l'étude d'un système vibratoire complexe (un véhicule par exemple). L'objectif final peut être la réalisation d'un jumeau numérique, calculant de nombreuses informations en temps réel à partir de données issues de capteurs peu nombreux et peu onéreux. La propagation des vibrations dans les milieux granulaires est également un thème de travail du laboratoire.

De retour en salle de classe, Jean-Luc Dion nous propose d'aborder les non-linéarités dans les vibrations, pour finir en beauté. Bien que le contenu et le rythme soient plus denses que le matin, nous parvenons à nous familiariser rapidement avec les oscillateurs de Duffing rigidifiants, en représentation temps-fréquence ! Ce sujet est aussi l'occasion d'appréhender les liens entre les différents acteurs du domaine : collaborations entre chercheurs en mécanique, automatique et mathématiques.

En conclusion, nous sommes ravis de cette journée pleine de découvertes, qui s'est déroulée dans une ambiance très agréable. Nous avons particulièrement apprécié la passion de Jean-Luc Dion pour la pédagogie des vibrations, et le remercions chaleureusement d'avoir partagé cela avec nous. Merci également à Nicolas Peyret pour ce programme varié et très bien adapté à nos besoins.

Nous espérons que, suite à cette journée, Supméca aura envie de nous proposer d'autres stages !

*Émilie Aubry, Maxime Bonis*