

# Projet d'enseignement

Andrea Brugnoli  
Docteur ISAE-SUPAERO 2020  
Ingénieur ISAE-SUPAERO 2017

## Table des matières

<b>1 Activités d'enseignement</b>	<b>1</b>
<b>2 Activités scientifiques</b>	<b>2</b>
<b>3 Lien entre mes compétences et la formation ISAE-SUPAERO</b>	<b>2</b>
<b>4 Projet d'enseignement</b>	<b>3</b>

## 1 Activités d'enseignement

Pendant ma thèse, j'ai effectué mes activités d'enseignement à l'Institut Supérieur de l'Aéronautique et de l'Espace, soit pour la formation ingénieur, soit pour les masters internationaux. J'ai encadré des cours en Automatique et en mathématiques appliquées. Pour ce qui concerne l'Automatique, j'ai donné des cours pour le tronc commun en 2A (représentation d'état, contrôle en fréquence, lieu des racines, estimation), pour le module électif *Systèmes dynamiques : comment ça marche* en 2A (identification, retour de sortie colocalisé, supervision du projet étudiant), et dans le master international Aerospace systems and control (systèmes discrets, transformation en Z, projet étudiant identification et contrôle des structures flexibles). Pour la partie mathématiques appliquées, j'ai participé aux activités d'enseignement pour le tronc commun 1A (résolution numériques des EDP, différences finies, éléments finis, méthodes numériques pour l'optimisation convexe). Le Tableau 1 résume les différentes activités en termes de volume horaire.

Année	Niveau	Nature	Discipline	Durée
2019-2020	L1	TD	Résolution numérique des EDP	6h
	L1	TD	Optimisation	6h
2018-2019	L2	TP-TD	Automatique	20h
	L2	TD	Contrôle des structures flexibles	8h
	L2	TP-TD	Automatic control	20h
2017-2018	L2	TP-TD	Automatique	20h
	L2	TP-TD	Automatic control	20h

TABLE 1 – Résumé des activités d'enseignement.

## 2 Activités scientifiques

Pendant mon parcours professionnel, j'ai été impliqué dans différentes activités scientifiques. Pendant ma thèse, j'ai participé à la supervision du Projet Ingénierie et Entreprise pour le domaine SXS (cf. 2). Ce projet a été centré sur le développement d'algorithmes numériques pour la thermoélasticité linéaire. J'ai contribué en tant que examinateur pour le processus *peer review* du *Journal of Elasticity*. J'ai co-organisé une session invitée pour la conférence *Lagrangian and Hamiltonian method in non linear control 2021*. Actuellement, je co-encadre avec prof. Marijn Nijenhuis une doctorante. La thèse est centrée sur le développement des modèles Hamiltoniens interconnectés pour des structures très flexibles (en anglais *flexures*). En particulier, l'idée est de concevoir un cadre computationnel structuré pour la digitalisation des composantes mécaniques flexibles pour des finalités de design et optimisation topologiques. Je collabore également avec l'Instituto Tecnológico de Aeronáutica (Bresil), pour l'encadrement du stage du fin étude d'un étudiant brésilien en double diplôme avec l'Université de Twente. Le sujet de ce stage est la réduction des modèles pour les systèmes multi-corps flexibles, à l'aide des outils de l'intelligence artificielle (décomposition en modes dynamiques, identification parcimonieuse de la dynamique non linéaire etc.).

Année		Lieu	Description
2022	(en cours)	University of Twente (Enschede)	Supervision du projet fin étude de Vitor Borges Santos dans le cadre du double diplôme Instituto Tecnológico de Aeronáutica/University of Twente (collaboration avec prof. Flavio Cardoso Ribeiro).
2022	(en cours)	University of Twente (Enschede)	Supervision de la thèse "On the modeling and mechanical design of flexures (compliant mechanisms)" entre le département de Robotique et le département d'ingénierie de précision à l'Université de Twente (collaboration avec prof. Marijn Nijenhuis).
2021		Technical University of Berlin (Berlin)	Organisation de la session invitée : "Theoretical and numerical advancements in Hamiltonian formulations of continuum mechanics" pour la conférence "Lagrangian and Hamiltonian method in non linear control 2021".
2020		—	Critiques (Peer reviews) du <i>Journal of Elasticity</i> .
2019-2020		ISAE-SUPAERO (Toulouse)	Organisation et encadrement du Projet Ingénierie et Entreprise intitulé "Simulation et contrôle des structures thermoélastiques pour applications spatiales".

TABLE 2 – Résumé des activités scientifiques.

## 3 Lien entre mes compétences et la formation ISAE-SUPAERO

Mon expertise se situe entre le calcul scientifique, l'automatique et la mécanique. Plus précisément, je développe des algorithmes numériques (éléments finis mixtes ou éléments finis en calcul extérieur) pour la dynamique Hamiltonien à ports des structures flexibles et des fluides. Ces méthodes numériques ont une importance cruciale en Automatique, car les systèmes port-Hamiltoniens représentent un paradigme de modalisation inspiré de la théorie des systèmes. Pendant mon expérience de thèse et post-Doc, j'ai pu participer à plusieurs conférences d'ha-

niveau pour l'Automatique et ses applications. De ce fait, je connais les développements récents dans ce domaine.

Du fait des compétences obtenues pendant ma thèse et mon port-Doc, je pourrai donc participer aux formations suivantes pour la formation ingénieur ISAE.

### **Mathématiques Appliquées**

Première année :

- Tronc commun : Optimisation, Analyse Numérique.
- Module électif : Mathématiques et espace.
- Module électif : Optimisation numérique avancée.

Deuxième année

- Tronc commun : Équations aux dérivées partielles - Théorie et simulations numériques.
- Module électif : Optimisation numérique avancée
- Module électif : PFEM4PHS

Troisième année

- Domaine SXS : Méthodes numériques de l'ingénieur - EDP avancées

### **Automatique**

Deuxième année

- Tronc commun : Signaux et Systèmes
- Module électif : Automatique avancée

Troisième année

- Filière Signaux et Systèmes : Représentation et d'analyse des systèmes dynamiques

### **Mécanique**

Troisième année

- Filière Structure et Matériaux : Calcul de structures par la méthode à éléments finis.
- Filière Structure et Matériaux : Dynamique des structures.

## **4 Projet d'enseignement**

J'aimerais introduire un cours sur les systèmes dynamiques non-linéaires. En particulier, l'aspect concernant l'interaction entre géométrie et dynamique. À ce propos il est fondamentale d'introduire le langage de la géométrie différentielle [1, 2]. Des applications avancées, en lien avec la simulation numérique des EDP, pourront également être proposées.

## **Références**

- [1] Stephen Wiggins, Stephen Wiggins, and Martin Golubitsky. *Introduction to applied nonlinear dynamical systems and chaos*, volume 2. Springer, 2003.
- [2] Wassim M Haddad and VijaySekhar Chellaboina. *Nonlinear dynamical systems and control*. Princeton university press, 2011.