

# 1 Contributions les plus importantes à la recherche

## Conception et modélisation de robots [J9,J11,J12,J13]<sup>1</sup>

Lors de mes études de deuxième et troisième cycles, je me suis spécialisé en conception de structures et de mécanismes pour le vol. J'ai conçu l'exosquelette d'un dirigeable intérieur ( $8m^3$ ), produit en petite série (6 prototypes), et pour lequel j'ai identifié le modèle dynamique complet théorique vérifié expérimentalement [J13]. La capacité levante de ces engins (près de 2kg) et leur grande stabilité en vol leur ont valu d'attirer l'intérêt de plusieurs chercheurs. Une demande de subvention FRQNT-Équipe de 2012 à 2015 (165565) m'a permis de coordonner (coordonnateur technique du projet) les efforts concertés des trois universités participantes (McGill, UQAM et Université Laval). Le travail d'équipe s'est avéré un succès retentissant avec la publication d'un article agrégateur conjoint [J11] et un déploiement unique dans une caverne des Pyrénées Françaises : une expérience à forte couverture médiatique. J'ai depuis appliqué la conception de structures volantes à des engins hors de l'atmosphère : des mécanismes déployables flottant en orbite [J9]. Pour arriver à couvrir plusieurs kilomètres carrés avec une surface déployée en orbite, j'ai conçu un mécanisme plan sous-actionné à très grand ratio d'expansion [J12]. L'expertise que j'ai développée sur ce type de mécanismes et de structures m'a valu d'être appelé à concevoir la structure déployable d'une scène mobile pour une troupe de cirque en tournée canadienne ainsi que d'agir à titre d'expert pour une nouvelle installation structurelle interactive de l'Office National du Film du Canada. Je suis également mentor pour une compagnie émergente (Zeppi) dont la mission est de procurer un dirigeable de téléprésence adapté aux personnes âgées.

## Mécatronique et contrôle de véhicules [C4,C5,C9,C17,J1,J6,J7,J10]

Le travail sur des structures volantes mentionné précédemment m'a rapidement amené à concevoir la mécatronique et les contrôleurs requis pour les piloter [C17]. Le déploiement de nouveaux paradigmes de contrôle sur des véhicules réels peut être dangereux. J'ai conçu et supervisé le développement d'outils essentiels permettant l'évitement de collisions [C9], la mise à jour des comportements en vol [J10], le partage d'information robuste [J7] et la validation des performances en simulation jusqu'au déploiement réel [J1]. Si ces stratégies permettent le déploiement de nouveaux comportements autonomes avancés, tel que le transport collaboratif [C5], je préconise le développement de missions centrées sur l'utilisateur. Mes recherches m'ont permis de produire des interfaces novatrices, intuitives, tangibles [C4], que l'Agence Spatiale Européenne considère potentiellement pertinentes pour l'exploration planétaire téléopérée [J6]. Pour mes recherches dans ce domaine, j'ai reçu le *Nanjing City Prize* à *IEEE RO-MAN 2018* et le prix de la démonstration la plus innovante à *AAMAS 2019*. Cette expertise m'a valu d'être recommandé comme évaluateur de vol pour Transport Canada et d'agir comme conseiller expert pour l'école de pilotage KOPTR.

## Méthodologie pour la recherche transdisciplinaire sur le terrain [C1,C6,C15,J2,J4,J5,L1]

La conception d'interfaces pour le pilotage de systèmes robotiques demande une bonne compréhension du comportement cognitif et émotionnel de l'opérateur ainsi que des aspects ergonomiques et esthétiques. Ces expertises essentielles à mes recherches sont les forces d'autres disciplines avec lesquelles j'ai régulièrement collaboré. Pour évaluer l'impact de nouvelles modalités d'interaction, je monte des études statistiques avec participants grâce à des collaborateurs en psychologie [J4]. J'ai aussi l'occasion d'obtenir des sources d'information objectives sur les états de l'opérateur en utilisant des capteurs biométriques propres à la neuroscience [C1]. La principale particularité de mes recherches transdisciplinaires reste toutefois l'importance que j'accorde aux collaborations avec les arts. Avec quelques autres roboticiens transdisciplinaires, nous avons mis en commun nos expériences sur le sujet dans un livre chez *Springer* [L1]. Ces collaborations m'ont permis de trouver des applications insoupçonnées à mes travaux [C6], de confronter nos craintes en-

---

<sup>1</sup>les Jx, Cx et Lx correspondent à des publications de journaux, de conférences et de livres listées dans mon CCV

vers la robotisation [C15], mais aussi de concevoir de nouvelles interfaces robotiques [J5]. La *IEEE ICRA 2019* m'a accordé un ensemble de ressources afin de produire l'évènement *ICRA-X : Robotic Art Program*, dont les retombées ont été couvertes par *IEEE Robotics and Automation Magazine* [J2].

## 2 Renseignements supplémentaires

### 2.1 Rôle dans les collaborations

Pour le moment, je suis le premier auteur pour la majorité de mes publications et cela correspond au travail conceptuel, expérimental et de rédaction que j'ai investie dans chacune. Pour certaines publications des 3 dernières années comptant plusieurs étudiants cosupervisés. Lors de mon passage au laboratoire MIST de Polytechnique Montréal j'ai eu l'occasion d'aider à l'encadrement d'étudiants de tous les cycles. Par exemple, j'ai conseillé le doctorant Vivek S. Varadharajan sur ses concepts de mise à jour des comportements en vol [J10] et de partage d'information robuste [J7]. J'ai aussi monté les plateformes expérimentales avec lui, réalisé les expériences et co-rédigé les publications résultantes. Un schéma d'encadrement et de collaboration similaire s'est produit pour les publications [J3], [J8] et [C9] avec d'autres étudiants. L'article soumis récemment par le chercheur postdoctoral Jacopo Panerati [C2] utilise mes outils de contrôle de la flotte et mon expertise pour la coordination des expériences sur le terrain pour mettre en œuvre son travail sur la résilience. En ce qui concerne le chapitre de livre [L1], l'opportunité s'est présentée grâce à mon collaborateur le professeur Reeves, qui m'a invité à co-rédiger ce chapitre sur divers projets que nous avons fait ensemble. Toutes les autres publications de ma bibliographie sont issues de mes idées originales et j'ai rédigé la majeure partie de chacune. Si plusieurs ont plus de trois auteurs, c'est que la robotique de terrain demande beaucoup de ressources. Les publications de ce type pour lesquelles je ne suis pas premier auteur ont servi à mettre de l'avant un autre co-auteur afin qu'il se charge de la présentation [C3,C7,C8] ou parce qu'il était sous ma supervision directe pour ses travaux [C5,C6].

Il est important de noter que depuis mon entrée en fonction à l'ETS, aucun de mes étudiants n'a eu l'opportunité de publier. Auquel cas, je supporte que l'étudiant porteur du projet de recherche soit le premier auteur, suivi de ses collègues l'ayant appuyé, en partant du plus investit. Je serai dernier auteur. Dans mon CCV, l'opportunité du chapitre de livre [L1] s'est présentée grâce à mon collaborateur le professeur Reeves, qui m'a invité à corédiger ce chapitre sur divers projets que nous avons complétés ensemble (académiques et professionnels). Toutes les autres publications de ma bibliographie sont issues de mes idées originales et j'ai rédigé la majeure partie de chacune. Si plusieurs ont plus de trois auteurs, c'est que la robotique de terrain demande beaucoup de ressources. Les publications de ce type pour lesquelles je ne suis pas premier auteur ont servi à promouvoir un autre coauteur chargé de la présentation [C3,C7,C8].

### 2.2 Justifications des voies de diffusion

Les publications qui seront issues des travaux de recherche du laboratoire INIT Robots passeront par des conférences majeures en robotique et interaction personne-machine, permettant la promotion des travaux ainsi que de maintenir les activités à la fine pointe du domaine mondialement : IEEE International Conference on Robotics and Automation, ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction, IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, IEEE International Conference on Robot & Human Interactive Communication et ASME International Design Engineering Technical Conferences & Computers and Information in Engineering Conference. Le partage des résultats permet une rétroaction rapide afin d'ajuster ou de confirmer la direction des activités de recherche. En ce sens, le code développé par les étudiants sera autant que possible rendu disponible en ligne gratuitement, pour usages non commerciaux. Il en sera de même des bases de données anonymisées (suivant l'approbation du comité éthique) recueillies lors des expérimentations avec participants humains.

### 3 PHQ - suite

- 2019-2019, Samuel Paquin, Terminé, Étudiant au 1er cycle, Conception d'une remorque motorisée
- 2020-2020, Félix Rancourt, En cours, Ohno - Plateforme lente
- 2020-2020, Félix Aubin-Perron, En cours, Ohno - Plateforme lente
- 2020-2020, Louis-Guillaume Lemay, En cours, Ohno - Plateforme lente
- 2020-2020, Évelyne Trudeau, En cours, Ohno - Plateforme lente
- 2020-2020, Simon Martimbeau, En cours, Ohno - Plateforme lente
- 2020-2020, Étienne Beaudoin, En cours, Fixation asservie pour bras robotique
- 2020-2020, Vincent Carbonneau, En cours, Fixation asservie pour bras robotique
- 2020-2020, Dominic D'Oliviera-Sousa, En cours, Fixation asservie pour bras robotique
- 2020-2020, Wilfrid Junior Estimable, En cours, Fixation asservie pour bras robotique
- 2020-2020, Christian Omar Hurtado Olivares, En cours, Fixation asservie pour bras robotique
- 2020-2020, Ricardo Alfonso Villanueva Vazquez, En cours, Fixation asservie pour bras robotique