

**TITRE DE LA THESE :**

Analyse et conception de structures spatiales de tensegrité pour la manipulation interactive.

**Direction de thèse:** Philippe WENGER (DR CNRS)

**Co-encadrant-es:** Mathieu POREZ (MA IMT Atlantique)

**Laboratoire(s):**

LS2N

**Equipe(s) de recherche :** Robotique et Vivant (ReV)

**Département(s)IMT Atlantique :**

DAPI

**S'agit-il d'une thèse en cotutelle internationale ?**

**Oui Non**

Si oui, organisme avec lequel la cotutelle est envisagée :

**Le sujet proposé présente-il un caractère interdisciplinaire ?**

**Oui Non**

Si oui, expliquer brièvement pourquoi (2 ou 3 lignes):

**La source du co-financement est-elle identifiée?**

**Oui Non**

Si oui, préciser quel co-financement est envisagé : ½ CDE ECN (financement acquis)

**Autres informations :**

Informations utiles que vous souhaiteriez communiquer (si pertinent):

**Contexte ou état de l'art scientifique :**

Depuis une décennie environ, nos entreprises se sont engagées dans une transformation de leurs outils de production. Elles s'appuient aujourd'hui sur les outils du numérique, c-à-d le Cloud, l'IA, la RA, ... afin d'accroître leurs productivités et rester concurrentielles [1]. En particulier, la robotique est un levier majeur de cette nouvelle ère industrielle [2]. En effet, sur un poste de travail, en tandem avec des opérateurs, les robots collaboratifs industriels (cobots) aident à l'assemblage de systèmes complexes, opèrent dans des conditions extrêmes, manutentionnent des objets lourds à transformer ou à stocker, etc. Ainsi, les cobots permettent d'accroître les cadences de production, tout en préservant des TMS les opérateurs. Cependant, ces "couteaux Suisse" ne sont pas sans risques. En effet, étant donné leurs différences importantes de masses et de rigidités, un choc entre un cobot et un humain pourrait être fatal pour ce dernier [3]. Pour conséquent, afin d'assurer la sécurité des opérateurs et augmenter le bénéfice vs. risque à l'usage de la robotique dans l'industrie, il est clé de proposer de nouvelles cinématiques adaptatives de robot capables d'être rigides pour opérer avec dextérité dans un espace de travail réduit et flexibles pour se mouvoir sans risques dans l'espace du poste de travail occupé par un opérateur [3].

[1] Pereira A.C. et al., A review of the meanings and the implications of the Industry 4.0 concept, *Procedia Manufacturing*, vol 13, pp 1206-1214, 2017 ; [2] Weiss A., et al., "Cobots in Industry 4.0: A Roadmap for Future Practice Studies on Human-Robot Collaboration", *IEEE Transactions on Human-Machine Systems*, vol. 51, pp. 335-345, 2021 ; [3] Bicchi Aet al., "Safety for physical human -robot interaction", *Springer Handbook of Robotics*, pp. 1335-1348, 2008.

### **Objectifs de la thèse:**

Poursuivant le paradigme de la bio-inspiration et dans le but de répondre au défi susmentionné, le (la) candidat(e) à ce projet s'intéressera aux mécanismes de tensegrité pour lesquels un intérêt naissant en robotique est à souligner [4-6]. Inspirées du système musculosquelettique des animaux, ces structures mécaniques légères sont le résultat de la mise en équilibre de barres en compression et de câbles en tension. En jouant de manière subtile sur l'intensité des tensions internes à la structure par co-actionnement des câbles, la configuration géométrique, les raideurs et la stabilité du système peuvent être ajustées selon l'usage fait de celui-ci. Par suite d'un état de l'art et d'une analyse du besoin, le (la)candidat(e) modélisera et qualifiera des mécanismes spatiaux de tensegrité. Sur la base des enseignements acquis, il/elle analysera des empilements de modules afin d'adresser la problématique de la manipulation. Il/elle se concentrera sur le routage des câbles d'actionnement tout en portant une attention particulière aux possibilités de sous-actionnement. L'espace de travail et la robustesse seront analysés. Enfin, les solutions retenues seront poussées jusqu'à l'étude de leur mise en œuvre technologique, et leur intégration sous forme de prototypes simples.

[4] Boehler Q., « Analyse, conception et commande de mécanismes de tensegrité et systèmes précontraints – Application à l'assistance robotique dans l'IRM », thèse de doctorat de l'Université de Strasbourg, 2016 ; [5] Furet M., « Analyse cinéto-statique de mécanismes de tensegrité : application à la modélisation de cou d'oiseaux et de manipulateurs bio-inspirés », Thèse de doctorat de l'Ecole Central de Nantes, 2020 ; [6] Fasquelle B., « Etude théorique et expérimentale d'architecture innovantes de robots inspirées du cou des oiseaux : conception et commande », Thèse de doctorat de l'Ecole Central de Nantes, 2021.

### **Compétences attendues du ou de la candidat-e :**

Le profil recherché est un(e) ingénieur ou étudiant(e) titulaire d'un Master 2 en robotique ou mécatronique possédant des connaissances approfondies en modélisation et commande des robots. Les maîtrises de Matlab/Simulink et d'outils de CAO sont souhaitables. Une rigueur d'analyse, une capacité de synthèse, des aptitudes à l'écriture scientifique et à la communication sont attendues. La personne recrutée devra être dynamique, curieuse, et agir avec initiative et esprit d'équipe.