

**Titre :** Adaptation des mouvements des robots collaboratifs (cobot) à l'utilisateur et coût cognitif.

**Encadrant:** Maurice Pauline

**Equipe et laboratoire:** Equipe LARSEN - LORIA

**Contact:** [pauline.maurice@loria.fr](mailto:pauline.maurice@loria.fr)

**Co-encadrant:** Lemonnier Sophie

**Equipe et laboratoire:** Laboratoire PErSEUs / Equipe LARSEN - LORIA

**Contact :** [sophie.lemonnier@univ-lorraine.fr](mailto:sophie.lemonnier@univ-lorraine.fr)

## **Motivation et contexte**

Cette proposition de stage s'intègre dans le cadre d'un projet plus vaste, le projet ANR ROOIBOS qui a pour objet l'adaptation des mouvements des robots collaboratifs (cobot) en fonction de l'utilisateur pour une meilleure ergonomie [ROOIBOS]. Les cobots, de plus en plus présents dans le secteur industriel, ont le potentiel de réduire les troubles musculo-squelettiques (TMS) liés au travail, non seulement en diminuant la charge physique des travailleurs, mais aussi en modifiant et en améliorant leurs postures [1-4]. L'objectif du projet ROOIBOS est de développer une adaptation des mouvements du robot qui soit spécifique à l'état physique et cognitif de l'utilisateur humain.

Dans le cadre de ce projet, un travail porte actuellement sur la prise de décision du robot, qui doit faire en sorte de limiter au maximum la fatigue à long terme de l'humain avec lequel il interagit, en l'incitant à changer régulièrement de posture afin d'éviter la répétitivité [5, 6]. Plus spécifiquement, l'humain doit réaliser une tâche sur un objet qui est porté par le cobot. Le cobot a donc pour premier objectif de présenter l'objet en question à l'humain dans une certaine position, à une certaine hauteur, qui soit optimale pour l'humain. Mais à cela s'ajoute un second objectif qui est d'introduire de la variabilité dans cette position afin de diminuer la répétitivité du geste pour l'humain, et ainsi diminuer le risque à terme de développer un TMS [7]. Cependant, ce travail soulève une autre question : ces changements introduits volontairement peuvent-ils également avoir un effet délétère sur l'humain en augmentant sa charge cognitive ?

La problématique générale de ce stage est donc de caractériser le coût cognitif lié aux changements posturaux par le biais d'une expérience en laboratoire.

## **Objectifs**

Le premier objectif de ce stage sera de conduire une étude bibliographique autour des notions d'interactions et de collaboration humain-robot, de charge cognitive, de confort et d'adaptation de l'humain au robot [8-9]. Pour avancer sur cette question spécifique, les deux champs plus généraux connexes de la littérature seront également à explorer : 1/ l'ergonomie cognitive dans le milieu industriel, afin d'identifier des études proches qui auraient eu lieu dans ce même contexte, et s'appuyer dessus pour affiner notre protocole expérimental (la définition de la tâche, le choix des mesures objectives et subjectives...); 2/ les modèles plus théorique d'adaptation, de flexibilité et de fatigue mentale, afin de mieux appréhender le comportement de l'humain dans notre situation spécifique.

Le second objectif sera de construire le protocole expérimental. Une première ébauche de protocole a été pensée, mais bon nombre de décisions devront être prises, sur la base de la littérature et des propositions de l'étudiant(e). Notamment, une tâche a déjà été définie dans le cadre du projet ROOIBOS. Ainsi, l'objectif est de conduire une expérience où le participant doit effectuer une tâche manuelle répétitive sur un support qui peut lui être présenté à différentes positions et orientations.

Cela permettra de caractériser la charge cognitive dans différentes conditions, par exemple lorsque le support est toujours présenté dans la même configuration, lorsque la configuration change de manière cyclique, ou lorsqu'elle change de manière aléatoire. Différentes mesures pourront être réalisées, tant subjectives, avec questionnaires de fatigue ou de charge de travail par exemple, qu'objective, avec une évaluation de sa charge cognitive (comportement oculomoteur et diamètre pupillaire, double tâche, sudation, fréquence cardiaque ... à définir). L'étudiant(e) aura ensuite en charge le recueil, l'analyse et l'interprétation des données.

### **Lieu et conditions de stage**

Le stage se déroulera au laboratoire LORIA à Nancy, dans l'équipe LARSEN ( Campus Scientifique, 615 Rue du Jardin-Botanique, 54506 Vandœuvre-lès-Nancy). Le stage se déroulera sur une durée de 6 mois, et commencera entre janvier et avril 2024 (dates exactes à discuter en fonction des disponibilités).

Le ou la stagiaire recevra une gratification de stage à hauteur d'environ 600 euros par mois (selon la grille de rémunération des stages en laboratoire). Il ou elle aura accès à la cantine du laboratoire à des tarifs avantageux. Le laboratoire rembourse également la carte de transports de la ville de Nancy à hauteur de 50%.

### **Candidature**

Pour candidater, merci d'envoyer votre CV, un récapitulatif de vos notes et une lettre de motivation expliquant votre intérêt pour ce sujet à Pauline Maurice et Sophie Lemonnier (adresses mail ci-dessus), en indiquant "[Stage Ergo-Robotique] Candidature" en objet du mail. Vous pouvez également envoyer un mail si vous souhaitez plus d'informations sur le sujet.

### **Profil Recherché**

Nous recherchons un(e) étudiant(e) en Master 2 dans une des disciplines suivantes : ergonomie, psychologie, sciences cognitives, ingénierie de la santé, STAPS.

### **Références**

- [1] Busch, B., Maeda, G., Mollard, Y., Demangeat, M., & Lopes, M. (2017, September). Postural optimization for an ergonomic human-robot interaction. In *2017 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS)* (pp. 2778-2785).
- [2] Peternel, L., Fang, C., Tsagarakis, N., & Ajoudani, A. (2019). A selective muscle fatigue management approach to ergonomic human-robot co-manipulation. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 58, 69-79.
- [3] Gualtieri, L., Monizza, G. P., Rauch, E., Vidoni, R., & Matt, D. T. (2020). From Design for Assembly to Design for Collaborative Assembly—Product Design Principles for Enhancing Safety, Ergonomics and Efficiency in Human-Robot Collaboration. *Procedia CIRP*, 91, 546–552.
- [4] Lorenzini, M., Lagomarsino, M., Fortini, L., Gholami, S., & Ajoudani, A. (2023). Ergonomic human-robot collaboration in industry: A review. *Frontiers in Robotics and AI*, 9, 262.
- [5] Ithayakumar, A., Osswald, A., Thomas, V., & Maurice, P. (2021, June). Reducing work-related physical fatigue with a collaborative robot: A decision-making approach. In *JNRH 2021-Journées Nationales de la Robotique Humanoïde*.
- [6] Yaacoub, A., Thomas, V., Colas, F., & Maurice, P. (2023). A Probabilistic Model for Cobot Decision Making to Mitigate Human Fatigue in Repetitive Co-manipulation Tasks. *IEEE Robotics and Automation Letters*.
- [7] Uguen, C., Sablon, S., & Carballeda, G. (2018). Intégration de la préparation physique dans l'approche ergonomique: Quel dispositif pour quel(s) objectif(s) ? *Activites*, 15(2), 1–34.

- [8] Colim, A., Faria, C., Cunha, J., Oliveira, J., Sousa, N., & Rocha, L. A. (2021). Physical Ergonomic Improvement and Safe Design of an Assembly Workstation through Collaborative Robotics. *Safety*, 7(1), 14.
- [9] Gualtieri, L., Fraboni, F., De Marchi, M., & Rauch, E. (2022). Development and evaluation of design guidelines for cognitive ergonomics in human-robot collaborative assembly systems. *Applied Ergonomics*, 104, 103807.