

Travailler en collaboration avec un cobot : Comment évaluer l'impact sur la santé de l'humain ?

Sophie Lemonnier

Université de Lorraine, PErSEUs - LORIA, Inria
Sophie.lemonnier@univ-lorraine.fr

Kévin Bouillet

Université de Lorraine, DevAH
kevin.bouillet@univ-lorraine.fr

Elisa Mathieu

Université de Lorraine, CEREFIGE
elisa.mathieu@univ-lorraine.fr

Elissa El Khalil

Université de Lorraine, PErSEUs - LORIA, Inria
alkhalilelissa@gmail.com

Pauline Maurice

LORIA, Inria
pauline.maurice@loria.fr

LES ROBOTS COLLABORATIFS, ou cobots, sont une des technologies-clés de l'industrie du futur, et se distinguent des robots industriels en étant dans un espace de travail partagé avec des humains. Ces cobots peuvent avoir un impact positif sur la santé des travailleurs (Colim et al., 2021), notamment en réduisant dans certaines situations le risque de développer des troubles musculosquelettiques (TMS) (Schmidtler et al., 2015), qui représentent plus de 80% des maladies professionnelles (Assurance Maladie, 2022). Cependant, l'introduction du cobot modifie la tâche de l'opérateur, pouvant impacter négativement sa santé physique (Atain-Kouadio, Sghaier, 2017), mais aussi cognitive et psychosociale (Cardoso et al., 2021). L'opérateur doit donc être considéré dans sa globalité lors de l'introduction d'un cobot dans sa tâche.

Afin d'étudier ce nouveau type d'interaction entre un humain et un cobot, nous essayons lors d'expériences en situation contrôlée d'évaluer l'impact de cette collaboration sur la santé physique et cognitive avec une approche interdisciplinaire. Nous nous appuyons sur 3 de nos études : l'étude 1 compare la même tâche d'assemblage réalisée avec soit un humain soit un cobot (Bouillet et al., 2023a) ; l'étude 2 étudie le contrôle et la vitesse de la cadence de production (Bouillet et al., 2023b) ; l'étude 3 évalue l'impact cognitif d'un changement de posture contraint (El Khalil et al., 2024).

Nous avons dans ces 3 études utilisés les capteurs suivants : des centrales inertielles pour une évaluation de la posture (basée sur la méthode RULA) qui évalue le risque de TMS ; l'ECG (électrocardiogramme) qui évalue la fréquence cardiaque et sa variabilité, indicateur de stress ; l'oculomètre qui évalue le diamètre pupillaire, indicateur d'effort cognitif et de fatigue. Ces mesures directes sont toujours complétées par des questionnaires type

NASA-TLX qui permettent d'évaluer la charge de travail perçue.

Nous proposerons de dresser un bilan de ces différentes expérimentations et métriques et de discuter de leurs limites. En guise d'ouverture, nous présenteront une 4ème étude plus exploratoire basées sur des entretiens semi-directifs et de l'observation au près d'opérateur travaillant réellement avec des cobots. Cela permettra de mettre les résultats précédents en perspective, et d'ouvrir la discussion notamment en introduisant la notion d'acceptation et d'intention d'usage (Wioland et al., 2024).

RÉFÉRENCES

- Assurance Maladie (2022). *Rapport annuel 2021 - L'Assurance Maladie - Risques professionnels*. L'Assurance Maladie, pp. 1–236. https://www.assurance-maladie.ameli.fr/sites/default/files/rapport_annuel_2022_de_lassurance_maladie_-_risques_professionnels_décembre_2023.pdf
- Atain-Kouadio, J. J., & Sghaier, A. (2017). *Les robots et dispositifs d'assistance physique : état des lieux et enjeux pour la prévention* (Doctoral dissertation, Institut National de Recherche et de Sécurité (INRS)). <https://hal.science/hal-01808404>
- Bouillet, K., Lemonnier, S., Clanche, F., & Gauchard, G. (2023a). Does the introduction of a cobot change the productivity and posture of the operators in a collaborative task? *Plos one*, 18(8), e0289787. <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0289787>
- Bouillet, K., Lemonnier, S., Clanché, F., & Gauchard, G. (2023b). Influence de la cadence de production lors d'une situation collaborative humain-cobot sur les performances de travail et la santé de l'opérateur. In *Proceedings of the 34th Conference on Human-Computer Interaction*, 1-14. <https://dl.acm.org/doi/10.1145/3583961.3583963>
- Cardoso, A., Colim, A., Bicho, E., Braga, A. C., Menozzi, M., & Arezes, P. (2021). Ergonomics and human factors as a requirement to implement safer collaborative robotic workstations: A literature review. *Safety*, 7(4), 71. <https://www.mdpi.com/2313-576X/7/4/71>
- 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. <https://www.mdpi.com/2313-576X/7/1/14>
- El Khalil, E., Lemonnier, S. & Maurice, P. Effect of Induced Postural Changes on Cognitive Load. *European Conference on Cognitive Ergonomics (ECCE2024)*, Paris, France, octobre 2024. <https://hal-ciheam.iamm.fr/LORIA-AIS/hal-04690243v1>
- Schmidtler, J., Knott, V., Hölzel, C., & Bengler, K. (2015). Human centered assistance applications for the working environment of the future. *Occupational Ergonomics*, 12(3), 83-95. <https://journals.sagepub.com>
- Wioland, L., Atain Kouadio, J. J., Bréard, H., Clerc-Urmès, I., & Paty, B. (2024). The Adoption of Occupational Exoskeletons: From Acceptability to Situated Acceptance, Questionnaire Surveys. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 1- 13. <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10447318.2024.2314359>